

**DIAGNÓSTICO DE FALLA DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA
VÍA DE ACCESO PRINCIPAL AL BARRIO PLANADAS
(MOSQUERA-CUNDINAMARCA)**

HEYNNER HERNAN ZAMBRANO ROJAS

**UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ
2014**

**DIAGNÓSTICO DE FALLA DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA
VÍA DE ACCESO PRINCIPAL AL BARRIO PLANADAS
(MOSQUERA-CUNDINAMARCA)**

**HEYNNER HERNAN ZAMBRANO ROJAS
COD: 3020720989**

Trabajo de grado presentado para optar al título en Ingeniería Civil

**ING. JOSE GERLEY CORTES
Asesor Disciplinar**

**LIC. LAURA MILENA CALA CRISTANCHO
Asesor Metodológico**

**UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ
2014**

TABLA DE CONTENIDO

	Pag
INTRODUCCIÓN	
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	8
2.1 Objetivo General	
2.2 Objetivos Específicos	
3. ANTECEDENTES	9
4. JUSTIFICACIÓN	12
5. MARCOS REFERENCIALES.	13
5.1 MARCO CONCEPTUAL.	13
5.1.1 Generalidades de los pavimentos flexibles	13
5.1.2 Estructura básica del pavimento flexible.	14
5.1.3 Mantenimiento de pavimentos flexibles.	15
5.1.4 Clasificación de los deterioros del pavimento flexible.	16
5.1.5 Clasificación y cuantificación de los deterioros de un pavimento asfáltico en el método VIZIR.	19
5.1.6 Algunos deterioros no contemplados por el método VIZIR.	22
5.2 MARCO LEGAL.	24
5.2.1 Resolución 2658 de 27 de Junio de 2002.	24
5.3 MARCO GEOGRÁFICO.	26
5.3.1 Generalidades del municipio de Mosquera.	26
5.3.2 Ubicación geográfica Barrio Planadas (Mosquera/Cmarca).	27
5.3.3 Registro fotográfico vía de acceso principal Barrio Planadas.	28
6. METODOLOGÍA.	31
6.1 Enfoque.	31
6.2 Tipo de Investigación.	31
6.3 Fases de la Investigación.	31

7. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.	34
7.1 Fase 1. Descripción de la zona de estudio.	34
7.1.1 Topografía.	34
7.1.2 Hidrología.	35
7.1.3 Climatología.	36
7.1.4 Vientos.	37
7.1.5 Precipitación.	37
7.1.6 Humedad relativa.	37
7.1.7 Evaporación.	38
7.1.8 Nubosidad.	38
7.1.9 Geología.	38
7.1.10 Edafología.	41
7.1.11 Organización Territorial.	44
7.1.12 Uso del suelo.	45
7.2 Fase 2. Descripción de los daños existentes en la vía.	48
7.2.1 Inventario vial. Delimitación del área a intervenir: Longitud, ancho de carril, tramo a diagnosticar, localización de señales, andenes, sumideros y demás elementos en la vía.	48
7.2.2 Determinación del tránsito de la vía.	49
7.2.3 Registro fotográfico y caracterización del estado actual de la vía.	51
7.2.3.1 Fisuramientos.	51
7.2.3.2 Deformaciones.	52
7.2.3.3 Desprendimientos.	57
7.2.4 Tabla de datos. Descripción, clasificación y nivel de gravedad de los daños del pavimento según la guía Invias.	58

7.3 Fase 3. Caracterización Geotécnica. Exploración del subsuelo.	61
7.3.1 Análisis Granulométrico.	62
7.3.2 Límites de Atterberg, Granulometría y Clasificación.	68
7.3.3 Perfil del suelo. Descripción estratigráfica general.	74
7.3.4 Proctor Modificado.	75
7.3.5 Densidad o Masa Unitaria del suelo. Método del Cono de Arena.	76
7.3.6 CBR (Relación de Soporte de California).	77
7.3.7 Nivel Freático.	77
8. ANÁLISIS DE RESULTADOS.	78
9. CONCLUSIONES.	81
BIBLIOGRAFIA.	83
LISTAS ESPECIALES	84
Lista de Figuras.	
Lista de Tablas.	
Lista de Gráficos.	
Lista de Ecuaciones.	
LISTA DE ANEXOS	85

INTRODUCCIÓN

La Ingeniería civil en sus diferentes ramas se preocupa por satisfacer las necesidades de determinada sociedad, es así como el ingeniero es el encargado de llevar a cabo grandes obras que involucran de manera destacada la infraestructura de una ciudad que en la actualidad es de vital importancia debido a los constantes desarrollos en los que se ve inmersa la humanidad. Garantizar el uso adecuado de los materiales y la correcta aplicación de herramientas en los procesos de diseño y ejecución de obras civiles, son parámetros importantes y esenciales para el ejercicio de la profesión.

La universidad La Gran Colombia preocupada por la formación integral de sus estudiantes y basada en el fortalecimiento constante de la educación ha generado para la Ingeniería civil diferentes líneas de investigación dentro de las cuales se destaca la “Línea de Investigación Geotecnia Grancolombiana para el desarrollo de la infraestructura regional sostenible y la calidad de vida”, línea de investigación que pone en práctica todo el conocimiento geotécnico en pro de desarrollar investigaciones que involucren alternativas de solución a un problema determinado.

Es así como este documento pretende dar a conocer un proyecto de investigación que parte de la metodología de tipo cualitativo, a fin de realizar el diagnóstico de falla de la vía de acceso principal al Barrio Planadas ubicada en el municipio de Mosquera – C/Marca la cual presenta a simple vista un deterioro bastante considerable y que afecta de manera directa a la población de este sector del municipio en cuanto a la movilidad.

Este proyecto de investigación está enfocado en primer lugar a realizar una descripción propia de la zona de estudio, seguido de una caracterización de los daños con la aplicación de la guía metodológica del Invias para la rehabilitación de pavimentos asfálticos como metodología de diagnóstico y por último la realización de ensayos de laboratorio para analizar la estructura que posee la vía y así poder determinar con mayor exactitud las posibles causas del deterioro. Finalmente presentar como resultado el diagnóstico de falla de acuerdo la normatividad vigente del Instituto nacional de Vías (INVIAS).

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la Sabana de Bogotá y más exactamente en la salida por la Calle 13, se encuentran ubicados algunos barrios que pertenecen al Municipio de Mosquera-Cundinamarca. Uno de estos barrios, es el Barrio Planadas, el cual tiene una única vía de acceso desde Bogotá denominada carrera 11 entre calles 8 y antigua vía Bogotá- Mosquera y que fue construída con pavimento flexible por la Administración Municipal hace aproximadamente 4 años y medio, pero dado el continuo tránsito de vehículos de todo tipo, la falta de mantenimiento de la misma y el escaso control para los vehículos pesados que utilizan esta vía, la han ido deteriorando hasta el punto de presentar hoy en día diferentes fallas en su estructura.

No obstante, esta vía se encuentra en una zona plana que hace parte del suelo marginal lacustre de la sabana, muy cercana a la cuenca del río Bogotá, y en donde predominan franjas de terrazas lacustres atravesadas por arroyos y corrientes de aguas de poca profundidad, y es precisamente en esta zona plana donde se establecieron los principales asentamientos subnormales del municipio, lo que hace que sea una vía con un terreno poco firme y a la cual se le debió haber prestado más atención al momento de su construcción, dado que el aspecto de deterioro que presenta afecta de manera negativa la movilidad de los habitantes y usuarios de la vía de este barrio.

Con el propósito de describir los daños presentados en la vía objeto de esta investigación así como sus posibles causas y determinar la realización correcta de un diagnóstico de falla en una vía a partir de la aplicación de la guía INVIAS, se hace necesario identificar técnicamente ¿Cuáles son las fallas que presenta la vía de acceso al barrio planadas y qué tipo de deterioro posee su estructura actual?

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Establecer el diagnóstico de falla de la estructura de pavimento flexible vía principal Barrio Planadas (Mosquera-C/marca).

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Recopilar información relevante para describir la zona de estudio.
2. Describir el estado actual de la vía de acceso al Barrio Planadas.
3. Establecer el tipo de deterioro que presenta la vía de acceso al Barrio Planadas.
4. Caracterizar los materiales de la estructura de pavimento flexible de la vía de acceso al Barrio Planadas a partir de la implementación de la guía Invias.

3. ANTECEDENTES

En cuanto a investigaciones relacionadas con el tema de diagnósticos de falla en pavimentos flexibles, se encontraron los siguientes documentos de estudio:

En primer lugar, la monografía denominada Diagnóstico de Vía existente y Diseño de Pavimento Flexible de Eduardo Lozano y otros autores, pretende dar a conocer los diferentes métodos que existen para realizar el diagnóstico y el diseño de una estructura de pavimento flexible. Igualmente, es un documento que contempla todos los elementos que se deben tener en cuenta al realizar un proyecto vial, comenzando por un diagnóstico o inventario vial hasta utilizar métodos utilizados en Colombia como la AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), la ROAD NOTE 31 de 1993 (Guide to geometric design) y el METODO SHELL, además utiliza programas de Diseño como el Depav y Weslea que son utilizados para pavimentos¹.

En este documento, se realizó una evaluación de los diferentes métodos empleados para el diseño de estructuras de pavimento según criterios y parámetros empíricos, semi-empíricos y racionales con el fin de establecer las distintas alternativas estructurales para la construcción de vías. También se realizó un diagnóstico vial para el tramo de vía del barrio ciudadela del café (Manizales-Colombia), el cual mostró las condiciones de la estructura y la superficie de rodadura, en distintos tramos de la vía.

Por otro lado, en el documento técnico denominado “Diagnóstico de falla y estudio de suelos del pavimento flexible vía Club San Andrés-La Punta” Municipio de Funza-Cundinamarca, muestra un informe detallado de las fallas que presenta la estructura de pavimento flexible de un tramo de vía denominado “Club San Andrés-La Punta” ubicado en Municipio de Funza, Cundinamarca, por medio de la realización de un estudio de suelos, un análisis de materiales y sus respectivos ensayos de laboratorio. Este informe se realizó con la aplicación del método Vizir (Método francés que define la condición de

¹LOZANO, Eduardo; GONZALEZ, Ricardo; VASQUEZ, Luis Carlos. Diagnóstico de Vía existente y Diseño del Pavimento Flexible de la vía nueva mediante parámetros obtenidos del estudio en fase 1 de la vía de acceso al barrio ciudadela del Café – Vía la badea (Manizales-Colombia), Noviembre de 2005, Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales, 106 Págs.

un pavimento mediante un índice de deterioro superficial), el método AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) (1993) y los índices de condición de pavimento, descritos en la norma ASTM 6433-99. Este documento es una herramienta útil a nivel ingenieril ya que proporciona los lineamientos necesarios para realizar un diagnóstico de falla en una vía de forma completa, aplicando métodos y ensayos de laboratorio requeridos para analizar el suelo sobre el cual se encuentra la estructura de pavimento flexible².

Por otra parte, existen también publicaciones de documentos técnicos para el diseño y la rehabilitación de pavimentos asfálticos, uno de ellos es un documento técnico adoptado por el INVIAS en el año 2002 denominada “Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras”

Este es un documento técnico, propio y actualizado que fijará las pautas generales bajo las cuales se deben realizar los diseños de obras de rehabilitación de los pavimentos asfálticos en Colombia.

En la revista de La Asociación técnica de carreteras con sede en Washington DC, se publicó un artículo en el que se realiza una descripción general de la Guía metodológica utilizada por el INVIAS en la que se reconoce la importancia de utilizar documentos de tipo técnico para efectuar obras de intervención vial.

Así mismo indica que “la guía se desarrolla en 4 Fases y 12 Etapas, además de una quinta y última fase, referente a la construcción de las obras y al seguimiento de su comportamiento”³. El artículo concluye que la nueva guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras, es un documento técnico de gran avance para Colombia, ya que a nivel ingenieril es una guía que proporciona las herramientas y métodos adecuados que se deben utilizar para efectuar una correcta obra de rehabilitación vial.

²BOTÍA, Jaime Fernando, Diagnóstico de falla y estudio de suelos del pavimento flexible vía “Club San Andrés-La Punta” Municipio de Funza, Cundinamarca. Funza, 2006. 59 Págs.

³SANCHEZ, Sabogal; MURGUEITO, Valencia. Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras. Págs. 53-56, Publicación 2003-3, Publisher. Asociación Técnica de carreteras. Washington DC, National Academy of Sciences.2013

Para el objeto de este proyecto de investigación los antecedentes descritos anteriormente permiten identificar la “Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras” adoptada por el Invias como un documento técnico apropiado para la realización de Diagnósticos de Falla en las vías. Así mismo, estos antecedentes permiten evidenciar la utilización de diferentes métodos de clasificación y cuantificación de los deterioros de pavimentos asfálticos, dentro de los cuales se encuentra el método VIZIR, que es el utilizado en la guía Invias.

5. JUSTIFICACIÓN

La Universidad nacional de Colombia, en Diciembre de 2010, publicó en su periódico institucional (Periódico Impreso No. 140), un artículo relacionado con sobrecostos y atrasos en obras civiles, vías en mal estado, cuellos de botella, derrumbes y cierres de paso a causa del invierno que caracterizan la incompetente infraestructura vial colombiana. Afirma que tan solo el 49% de la red vial se encuentra en buen estado.

Actualmente en Colombia se están haciendo esfuerzos para mejorar esta situación con la puesta en marcha de herramientas que permitan a los ingenieros civiles y a los constructores realizar mejores obras viales. Es así como se hace necesario el diagnóstico de falla de la vía principal de acceso al barrio planadas, ya que la vía presenta algunas características desfavorables en cuanto a la movilidad como lo es la incomodidad para la circulación vehicular, gran cantidad de defectos superficiales, reducción de la adherencia entre la calzada y los neumáticos de los vehículos y una capacidad estructural inadecuada para las solicitudes del tránsito previsto. Ante estas situaciones un buen diagnóstico sobre esta vía es de gran importancia, ya que permitirá que se pueda realizar una rehabilitación de la misma por las autoridades competentes, contribuyendo a una mejoría en la movilidad de este sector, y por consiguiente a un mejor tránsito tanto vehicular como peatonal.

Este diagnóstico de falla también busca realizar una caracterización de los materiales que componen la estructura de la vía a fin de establecer las causas del deterioro de la misma, al igual que aportar a la línea de investigación “Geotecnia Grancolombiana para el desarrollo de la infraestructura regional sostenible y la calidad de vida” un material de consulta que les permita conocer los diferentes procedimientos y criterios que en el diagnóstico de falla de estructuras de pavimento asfáltico se deben considerar para realizar correctas obras de rehabilitación vial en las vías urbanas de los municipios que se encuentran en la sabana de Bogotá.

Adicionalmente este proyecto servirá de base para que futuros investigadores puedan desarrollar estudios para la ejecución de obras de infraestructura vial del país, que contribuyan no solo a la movilidad sino también a la optimización de los recursos de inversión para una mejor calidad de vida.

5. MARCO REFERENCIAL

5.1 MARCO CONCEPTUAL

La siguiente información referenciada en el marco conceptual es tomada y adaptada del documento de Hernández Muñoz y otros, “Propuesta de elaboración de un manual práctico para el control de calidad en el mantenimiento de pavimentos asfálticos”⁴.

5.1.1 Generalidades de los Pavimentos Flexibles

Pavimento.

Se denomina pavimento generalmente a un conjunto de capas integrada por la sub-base, base y carpeta de rodadura, construida sobre una terracería debidamente compactada, para poder soportar las cargas de tránsito de acuerdo al diseño, pero que al mismo tiempo, deben resistir las abrasiones y los (esfuerzos cortantes) producidos por el paso de personas o vehículos, la caída de objetos y la compresión de los elementos que se apoyan en él.

Pavimento Flexible.

Es una estructura que soporta las cargas debidas al tránsito y las distribuye uniformemente a la sub-rasante; su estabilidad depende de las características de los materiales y de los espesores de las capas que lo constituyen.

5.1.2 Estructura Básica del Pavimento Flexible

El pavimento flexible estructuralmente está conformado por los siguientes elementos:

Nivel de Rasante.

Base.

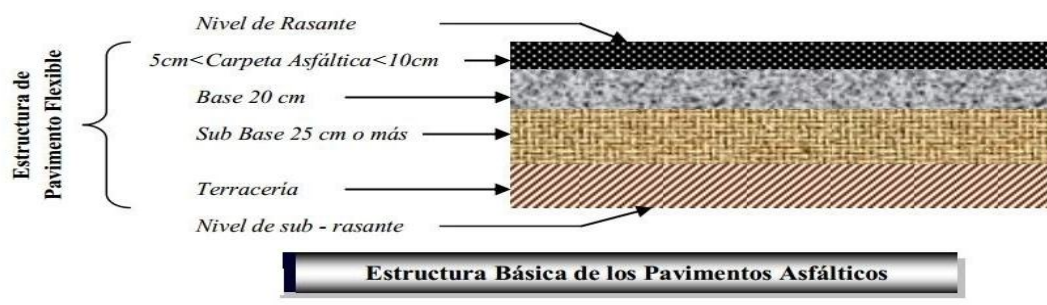
Sub-base.

Nivel de Sub-rasante.

Estos elementos se detallan en la siguiente figura y se describen a continuación. (Ver figura 1).

⁴HERNANDEZ Muñoz; MOLINA Medrano y REYES Melgar. Propuesta de elaboración de un manual práctico para el control de calidad en el mantenimiento de pavimentos asfálticos. Págs. 10-22. Publicación 2007, San miguel, Salvador, Centroamérica.

Figura 1. Esquema. Estructura de Pavimento Flexible.



Fuente: Tomada del documento de Hernández Muñoz y otros, “Propuesta de elaboración de un manual práctico para el control de calidad en el mantenimiento de pavimentos asfálticos” Cap. 2 Págs. 10-22.

Base: Es una capa de material que puede ser granular la cual esta conformada por piedra triturada y mezcla natural de agregado y suelo; también puede ser una base estabilizada que está construida con cemento Portland, cal o materiales bituminosos. Estas deben tener la suficiente resistencia para recibir la carga de la superficie arriba de ella y transmitir a un nivel de esfuerzo adecuado a la capa siguiente, que puede ser una sub-base o una sub-rasante.

Sub-base: Capa de material cuya función es transmitir los esfuerzos a la capa sub-rasante de manera adecuada y además constituir una transmisión entre los materiales de la sub-base y la sub-rasante, de tal modo que se evite la contaminación y la interpenetración de dichos materiales, disminuir efectos perjudiciales en el pavimento ocasionados por cambios volumétricos y rebote elástico del material de las terracerías o del terreno de cimentación, reducir el costo de pavimento ya que es una capa que por estar bajo la base queda sujeta a menores esfuerzos y requiere de especificaciones menos rígidas, las cuales pueden satisfacerse con materiales de menor costo generalmente encontrados en la zona.

Capa de rodadura: Es una capa o un conjunto de capas que se colocan sobre la base y está constituida por material pétreo mezclado con algún producto asfáltico (cemento asfáltico, asfalto líquido, emulsión asfáltica). La función principal de la carpeta, consiste en

proporcionar al tránsito una superficie estable, uniforme, impermeable y de textura apropiada para el tránsito vehicular y/o peatonal.

La carpeta asfáltica es la parte superior del pavimento flexible que proporciona la superficie de rodamiento, es elaborada con material pétreo seleccionado y un producto asfáltico dependiendo del tipo de camino que se va a construir, las principales características que debe cumplir el pétreo son las siguientes:

- a) Un diámetro menor de una pulgada y poseer espesores en grados sucesivos adecuados.
- b) Deberá tener cierta dureza para lo cual se le efectuarán los ensayos de desgaste los Ángeles, intemperismo acelerado, densidad y durabilidad.
- c) La forma de la partícula deberá ser lo más cúbica posible, no debe usarse material en forma de laja o aguja pues se rompen con facilidad, alterando la granulometría y puede provocar fallas en la carpeta, se efectúan pruebas de equivalente de arena ya que los materiales finos en determinados porcentajes no resultan adecuados.
- d) La superficie de rodamiento debe tener capacidad para resistir el desgaste y los efectos abrasivos de los vehículos en movimiento y poseer suficiente estabilidad para evitar daños por la carga de tránsito.

5.1.3 Mantenimiento de pavimentos flexibles

El mantenimiento de pavimentos podría definirse como: la función de preservar, reparar y restaurar una vía y conservarla en condiciones de uso seguro, conveniente y económico.

El mantenimiento es la preservación y cuidado de los derechos de vía y de cualquier tipo de pavimento, estructura, dispositivo de seguridad, de ornato, de iluminación y de cualquier otra facilidad vial, de tal forma que ésta conserve las características geométricas y estructurales especificadas en el diseño y construcción original.

Los programas de mantenimiento están diseñados para compensar los efectos del clima, crecimientos orgánicos, desgaste y daños provocados por el tránsito, así como al deterioro debido a los efectos de envejecimiento, fallas de los materiales, construcción y diseño. Las técnicas aplicadas para el mantenimiento de los pavimentos de concreto asfáltico, dependen del tipo de falla en la superficie de rodamiento y/o sus capas

inferiores. Estas se deben tomar en cuenta y estar basadas en las causas que generan las fallas para que sea efectiva la aplicación y lograr un mantenimiento adecuado.

De acuerdo al tipo de mantenimiento que se realice, estos se clasifican en:

1. Mantenimiento Correctivo: corrige las deficiencias que se presentan en la estructura del pavimento después que ha ocurrido un deterioro.
2. Mantenimiento Preventivo: se anticipa al deterioro de las características estructurales del camino. Se inicia en la etapa del diseño y establece normas de construcción adaptadas a la topografía y geología natural, resolviendo los problemas de drenaje y especificando materiales con sistemas de trabajo que aseguren la calidad de la obra.

5.1.4 Clasificación de los deterioros del pavimento flexible.

La siguiente información referente al deterioro de pavimentos es tomada y adaptada del documento del INSTITUTO NACIONAL DE VIAS⁵, “Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras”.

El inventario de los daños visibles es, generalmente, el primero de un conjunto de pasos necesarios para evaluar la condición global de un pavimento. Esta información es la que determina la localización y la extensión de las investigaciones posteriores, con el fin de establecer un juicio apropiado sobre la condición del pavimento que es objeto de la evaluación.

Existen muchos tipos de deterioros en los pavimentos asfálticos y diferentes niveles de gravedad para cada tipo. Estos deterioros se deben identificar considerando tres factores:

1. **Tipo.** Los deterioros se agrupan esencialmente en categorías, de acuerdo con los mecanismos que los originan. Como un primer paso, se pueden clasificar de acuerdo con su causa primaria posible, sea ésta la acción del tránsito, sea la acción climática, sean los materiales o el proceso de construcción, como se resume en la Tabla 1.

⁵INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras. Segunda Edición. Bogotá, 2007. Págs.86-89.

Tabla No.1 Clasificación general de los deterioros de los pavimentos asfálticos.

CLASE	TIPO DE DETERIORO	CAUSADO ORIGINALMENTE POR EL TRÁNSITO	CAUSADO ORIGINALMENTE POR LOS MATERIALES, EL CLIMA O LA CONSTRUCCIÓN
Fisuramientos ¹	Fisuramiento por fatiga (grietas longitudinales en la huella y piel de cocodrilo)	X	
	Fisuramiento en bloque		X
	Fisuramiento de borde		X
	Fisuramiento longitudinal (no de fatiga)		X
	Fisuramiento transversal		X
	Fisuras parabólicas		X
	Fisuras de reflexión	X	X
Deformaciones	Ahuellamiento	X	
	Abultamientos		X
	Depresiones (baches)		X
	Desplazamientos de borde		X
	Deterioro de parches	X	X
Expansiones		X	
Desprendimientos	Separación entre calzada y berma		X
	Pulimento de agregados	X	
	Ojos de pescado	X	
	Descascaramiento		X
	Pérdida de película de ligante		X
	Pérdida de agregado		X
Afloramientos	Exudación		X
	Afloramiento de agua		X
	Afloramiento de finos	X	X
Otros deterioros	Desintegración de los bordes del pavimento	X	
	Escalonamiento entre calzada y berma		X
	Erosión de las bermas		X
	Segregación		X

¹ Aunque algunos documentos de ingeniería de pavimentos establecen una distinción entre los términos “fisura” y “grieta” en función de su abertura, en esta guía se consideran sinónimos, de acuerdo con la definición de fisura que aparece en el diccionario de la RAE: “grieta que se produce en un objeto”.

Fuente: Tomada del Instituto Nacional de Vías: “Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras”.

Es preciso tener en cuenta, sin embargo, que a la luz de las exigencias y necesidades del usuario actual, se pueden presentar otras características indeseables, distintas de las relacionadas en la tabla. Deficiencias tales como el excesivo nivel de ruido que afecta a

los residentes vecinos a la vía o las propiedades ópticas inadecuadas que afectan a los usuarios, pueden ser el resultado de una inapropiada selección de materiales de construcción, pero también se pueden originar en el desgaste o en la polución de la superficie de rodamiento y de la señalización horizontal.

Otra manera de clasificar los deterioros, es de acuerdo con la relación que ellos tengan con el comportamiento estructural del pavimento. Bajo esta perspectiva, se distinguen dos casos límites: deterioros estructurales y deterioros funcionales.

- Los **deterioros estructurales** comprenden aquellos defectos de la superficie cuyo origen es la degradación de una o más capas constitutivas de la calzada, en una magnitud tal, que se puede considerar que se ha vencido o está por vencer el período de diseño de la estructura en las zonas afectadas.
- Los **deterioros funcionales**, que pueden estar acompañados o no de los anteriores, comprenden defectos asociados fundamentalmente con la capa asfáltica superficial que, aunque no guardan relación con el comportamiento estructural de la calzada, sí le impiden cumplir la función prevista, causando peligros o incomodidades a los usuarios.

2. Gravedad. Representa el nivel de severidad del deterioro en términos de su progresión; entre más severo sea el deterioro, más importantes deberán ser las medidas para su corrección.

3. Extensión. Se refiere a la proporción del tramo evaluado que es afectada por un determinado tipo de deterioro. Esta proporción puede estar referida a longitud o área, dependiendo de la metodología de evaluación que se utilice y del tipo de deterioro identificado. Así mismo, la extensión de algunos deterioros se define por el número de veces en que ellos se presentan en el tramo sometido a evaluación.

Cualquier procedimiento de inspección de deterioros que ignore siquiera uno de estos tres factores, no brindará la información adecuada para establecer un juicio apropiado sobre la condición del pavimento. No obstante, no existe un criterio universal para la valoración de cada uno de estos factores, razón por la cual se presentan diferencias, a veces importantes, entre los criterios adoptados por una u otra agencia.

El inventario de los deterioros del pavimento se puede adelantar visualmente o de manera automatizada. Sin desconocer las ventajas de este último método en cuanto a rapidez, precisión y calidad de la información, es de prever que en los próximos años el sistema de identificación visual siga siendo el predominante en la inspección de los deterioros de los pavimentos de las carreteras colombianas.

El concepto de la evaluación de la condición superficial del pavimento se ha venido ampliando a través de la combinación de los deterioros en unos “*índices*” que representan la condición global de la superficie y suministran algunas pautas generales para la elección de la estrategia de mantenimiento o rehabilitación por aplicar. Es el caso del índice de degradación superficial adoptado por el LCPC (French institute of science and technology for transport) en el método VIZIR (El método VIZIR define la condición del pavimento mediante el índice de deterioro superficial (Is)), o de los índices de condición del pavimento, descritos en la norma ASTM D6433-03 (American Section of the International Association for Testing Materials) y en el reporte FHWA/OH-99/004 (The Federal Highway Administration). Para los propósitos de la presente guía metodológica, se ha adoptado como base el sistema VIZIR, el cual es de simple aplicación, establece una distinción clara entre los deterioros estructurales y los funcionales y, además, ha sido probado con éxito durante muchos años en la evaluación de pavimentos asfálticos en países en vías de desarrollo en zonas tropicales.

5.1.5 Clasificación y cuantificación de los deterioros de un pavimento asfáltico en el método VIZIR

El método VIZIR clasifica los deterioros de los pavimentos asfálticos en dos grandes categorías, A y B, cuya identificación y niveles de gravedad se presentan en las Tablas 2 y Tabla 3.

Los deterioros del tipo A caracterizan una condición estructural del pavimento, sea que ella esté ligada a las condiciones de las diversas capas del pavimento y el suelo de subrasante o, simplemente, a las capas asfálticas. Se trata de degradaciones debidas a insuficiencia en la capacidad estructural de la calzada, cuyo remedio suele requerir el conocimiento de otros criterios de valoración (ensayos de resistencia o de respuesta,

deflexiones, etc.). Estos deterioros comprenden las deformaciones y los fisuramientos ligados a la fatiga del pavimento.

Los deterioros del tipo B, en su mayoría de tipo funcional, dan lugar a reparaciones que generalmente no están ligadas a la capacidad estructural de la calzada. Su origen se encuentra, más bien, en deficiencias constructivas y en condiciones locales particulares que el tránsito ayuda a poner en evidencia. Entre los deterioros del tipo B se pueden citar los fisuramientos motivados por asuntos distintos a la fatiga, los desprendimientos y los afloramientos.

Los deterioros se representan en el esquema de itinerario por medio de rectángulos cuyo fondo (blanco, gris o negro) indica el nivel de gravedad (1, 2 o 3), en tanto que los lados de ellos determinan el comienzo y el fin de cada una de las secciones en las cuales se divide el proyecto para este tipo de evaluación. Para los estudios destinados al diseño de obras de mantenimiento y rehabilitación del pavimento, cada sección deberá tener una longitud de 100 metros, salvo instrucción diferente del INVÍAS.

Tabla 2. Niveles de gravedad de los deterioros del Tipo A.

DETERIORO	NIVEL DE GRAVEDAD		
	①	②	③
Ahuellamiento y otras deformaciones estructurales	Sensible al usuario, pero poco importante Prof < 20 mm	Deformaciones importantes. Hundimientos localizados o ahuellamientos. 20 mm ≤ Prof ≤ 40 mm	Deformaciones que afectan de manera importante la comodidad y la seguridad de los usuarios. Prof > 40 mm
Fisuras longitudinales por fatiga	Fisuras finas en la huella de rodamiento. <6 mm	Fisuras abiertas y a menudo ramificadas.	Fisuras muy ramificadas, y/o muy abiertas. Bordes de fisuras ocasionalmente degradados.
Piel de cocodrilo	Piel de cocodrilo formada por mallas (> 500 mm) con fisuración fina, sin pérdida de materiales.	Mallas más densas (<500mm), con pérdidas ocasionales de materiales, desprendimientos y ojos de pescado en formación.	Mallas con grietas muy abiertas y con fragmentos separados. Las mallas son muy densas (<200 mm), con pérdida ocasional o generalizada de materiales.
Bacheos y parcheos	Intervención de superficie ligada a deterioros del tipo B.	Intervenciones ligadas a deterioros tipo A	
		Comportamiento satisfactorio de la reparación.	Ocurrencia de fallas en las zonas reparadas.

Fuente: Tomada del Instituto Nacional de Vías: “Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras”.

Tabla 3. Niveles de gravedad de los deterioros del Tipo B.

DETERIORO	NIVEL DE GRAVEDAD					
	①		②		③	
Fisura longitudinal de junta de construcción	Fina y única < 6 mm		• Ancha (≤ 6 mm) sin desprendimiento o • Fina ramificada		Ancha (≤ 6 mm) con desprendimientos o ramificada	
Fisuras de contracción térmica.	Fisuras finas < 6 mm		Anchas (≤ 6 mm) sin desprendimiento, o finas con desprendimientos o fisuras ramificadas		Anchas (≤ 6 mm) con desprendimientos	
Fisuras parabólicas.	Fisuras finas < 6 mm		Anchas (≤ 6 mm) sin desprendimientos		Anchas (≤ 6 mm) con desprendimientos	
Fisuras de borde	Fisuras finas < 6 mm		Anchas (≤ 6 mm) sin desprendimientos		Anchas (≤ 6 mm) con desprendimientos	
Abultamientos	h < 20 mm		20 mm ≤ h ≤ 40 mm		h > 40 mm.	
Ojos de pescado*(por cada 100m)	Cantidad.	< 5	5 a 10	< 5	> 10	5 a 10
	Diámetro (mm)	≤ 300	≤ 300	≤ 1000	≤ 300	≤ 1000
Desprendimientos: • Pérdida de película de ligante. • Pérdida de agregado	Pérdidas aisladas		Pérdidas continuas		Pérdidas generalizadas y muy marcadas	
Descascaramiento	Prof.(mm)	≤ 25	≤ 25	> 25	> 25	
	Área(m ²)	≤ 0.8	> 0.8	≤ 0.8	> 0.8	
Pulimento agregados	Long. Comprometida < 10% de la sección (100m).		Long. Comprometida ≥ 10% a < 50% de la sección (100m)		Long. Comprometida > 50% de la sección (100m)	
Exudación	Puntual, área específica		Continúa sobre las trayectorias por donde circulan las ruedas del vehículo		Continua y muy marcada, en diversas aéreas	
Afloramientos: • De mortero • De agua	Localizados y apenas perceptibles.		Intensos		Muy intensos	
Desintegración de los bordes del pavimento	Inicio de la desintegración, sectores localizados.		La calzada ha sido afectada en un ancho de 500 mm o más		Erosión extrema que conduce a la desintegración del revestimiento	
Escalonamiento entre calzada y berma.	Desnivel entre 10 mm y 50 mm.		Desnivel entre 50 y 100mm		Desnivel superior a 100mm.	
Erosión de las bermas	Erosión incipiente		Erosión pronunciada		La erosión pone en peligro la estabilidad de la calzada y la seguridad de los usuarios	
Segregación	Long. comprometida < 10% de la sección (100m)		Long. comprometida ≥ 10% a < 50% de la sección (100m)		Long. comprometida > 50% de la sección (100m)	

Fuente: Tomada del Instituto Nacional de Vías: “Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras”.

En el caso de carreteras de doble calzada, aunque no es el objeto de esta investigación, se deberán efectuar inventarios independientes para cada calzada. En el interior del rectángulo, se coloca un número, el cual expresa la extensión que ocupa el deterioro dentro de la sección evaluada. A menos que se indique expresamente lo contrario en las Tablas 2 y 3, la extensión corresponde al porcentaje de la longitud de la zona inventariada que se encuentra afectada por el deterioro respectivo.

Como es posible que uno o más deterioros se presenten con distintos niveles de gravedad en una sección sometida a inspección, el nivel representativo de la sección se establece como un promedio ponderado, mediante la expresión:

Ecuación 1. Nivel de gravedad promedio

$$G = \frac{l_1 + 2l_2 + 3l_3}{l_1 + l_2 + l_3}$$

Dónde: l_1 : Longitud ocupada por el deterioro con gravedad “1” dentro del tramo bajo evaluación.

Como la gravedad es un número entero (1, 2 o 3), el valor obtenido al realizar la ponderación se deberá redondear de acuerdo con el siguiente criterio:

Si $G < 1.5$ se toma 1

Si $1.5 \leq G < 2.5$ se toma 2

Si $G \geq 2.5$ se toma 3

5.1.6 Algunos deterioros no contemplados por el método.

El sistema no considera, para efectos de diagnóstico, algunos deterioros del pavimento, a veces espectaculares, que no están ligados directamente al comportamiento del mismo y de la subrasante. Es el caso, por ejemplo, de los fisuramientos longitudinales o en forma de media luna que se presentan en los taludes exteriores de secciones de pavimento a media ladera, causados por la inestabilidad de éstos; los fisuramientos, acompañados o no de levantamientos de la calzada, cuando ésta alcanza a ser afectada por un movimiento rotacional de un talud de corte; las deformaciones y fisuramientos excesivos

de terraplenes construidos sobre suelos de muy limitada capacidad portante o de exageradas características expansivas y contráctiles; las deformaciones y fisuramientos generados por inestabilidades locales y regionales, etc. (Ver Figura 2).

Estos defectos, frecuentes en algunas carreteras nacionales y de efecto relevante en su comportamiento, deben ser analizados y resueltos con un enfoque geotécnico mucho más amplio, el cual supera el alcance de esta guía.

Figura 2. Falla de un terraplén bajo un pavimento.



Fuente: Tomada del Instituto Nacional de Vías: “Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras”.

5.2. MARCO LEGAL

5.2.1 Resolución 2658 de 27 de Junio de 2002

Mediante Resolución 2658 del 27 de junio de 2002⁶, el Instituto Nacional de Vías adoptó la “Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras” documento que se ha ido actualizando, para adaptarla a las experiencias que se han obtenido con su empleo, al estado actual de la red vial nacional, a las condiciones prevaletientes del tránsito que circula por ella, al avance en los sistemas constructivos, a la evolución tecnológica en el campo de los materiales de construcción, a la necesidad de enfatizar el empleo de aquellos modernos sistemas no destructivos de evaluación de pavimentos que han demostrado su utilidad, y al hecho de que el INVÍAS ha asumido recientemente la administración de la red vial terciaria del país, la cual incluye algunos tramos pavimentados.

Así mismo, la necesidad insoslayable de proteger el medio ambiente obliga a privilegiar el estudio y la aplicación de las técnicas de rehabilitación de pavimentos que resulten menos agresivas para el entorno y que, a la vez, produzcan las menores repercusiones desfavorables sobre la circulación vehicular durante la ejecución de los trabajos de rehabilitación, en particular en lo referente a la seguridad de los usuarios. Por otra parte, considerando que el Ministerio de Transporte, mediante Resoluciones 3288 y 3290 del 15 de agosto de 2007, ordenó la adopción de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras y las Normas de Ensayo de Materiales para Carreteras, elaboradas en 2006 por el Instituto Nacional de Vías, se hace necesario incluir en la Guía las referencias pertinentes a los materiales y a los procedimientos establecidos en dichos documentos, con el fin de mantener la coherencia necesaria entre las diferentes publicaciones técnicas de la entidad.

En el desarrollo de este proyecto de investigación la “Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras” se convierte en el

⁶COLOMBIA. MINISTERIO DE TRANSPORTE. Instituto Nacional de Vías. Resolución 02658 (27 de Junio de 2002). Por la cual se adopta la Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras. Bogotá: El Ministerio, 2002. 1p.

instrumento principal para determinar con precisión los deterioros que presenta la vía objeto de esta investigación puesto que técnicamente posee los criterios necesarios para establecer tanto los deterioros como los niveles de gravedad para la realización del diagnóstico de falla de la estructura de pavimento flexible de la vía de acceso al barrio Planadas (Mosquera - Cundinamarca).

5.3. MARCO GEOGRÁFICO

5.3.1 Generalidades del Municipio de Mosquera.

Mosquera es un municipio que se localiza en la provincia de la Sabana de Occidente y hace parte de los 116 municipios del departamento de Cundinamarca, Colombia. Se encuentra localizado en la margen occidental del río Bogotá, su localización es 4° 42' 28" de latitud norte y 74°13' 58" de longitud oeste del meridiano de Greenwich, región natural del altiplano cundinamarqués formado por la Sabana de Bogotá, tiene una altitud de 2.546 metros sobre el nivel del mar, su temperatura promedio es de 14° C., la mayor parte de su territorio se caracteriza físicamente por ser plano, su cercanía a la ciudad capital ha permitido que alrededor del eje de la carretera de occidente se concentre una importante desarrollo industrial a nivel de la región.

El Municipio de Mosquera limita al norte con Funza y Madrid, al Sur con Bosa y Soacha, al Oriente con Localidad de Fontibón y parte de Funza y al Occidente con Bojacá y Madrid. Se encuentra distante de la capital de la República a 10 kilómetros, en promedio a 25 minutos de la capital de la República, comunicándose con la vía que de Bogotá D.C conduce a Facatativá, y de allí a la Troncal del Magdalena Medio. (Ver figura 3).

Figura 3. Ubicación Geográfica de Mosquera - Cundinamarca.



Fuente: Tomada de Google Earth Marzo de 2014.

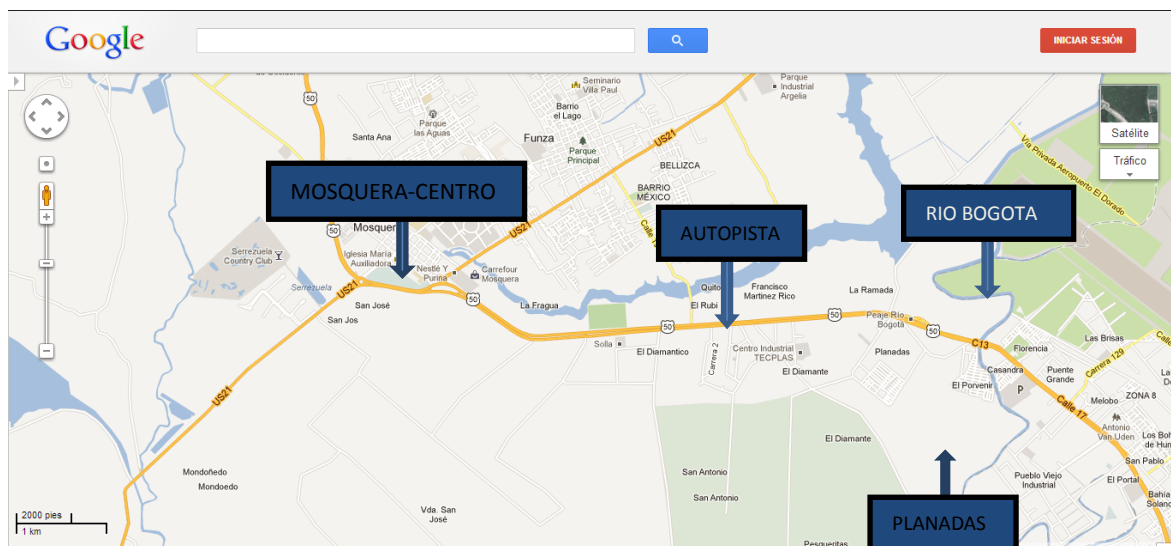
El área total del Municipio es de 107 kilómetros cuadrados (Km²), compuesto en un alto porcentaje por área plana en la cual se concentran los principales asentamientos urbanos del municipio y áreas de explotación agrícola, esta última en su gran mayoría está afectada por el Distrito de Riego y Drenaje denominado “La Ramada”. Dentro de la zona montañosa la cual en un alto porcentaje presenta un alto proceso de erosión, sobresalen los cerros de la Herrera, las canteras, los andes, Mondoñedo y la piedra del hierro.

El municipio de Mosquera se encuentra en la Cuenca Mayor del Río Bogotá, en la cuenca del Río Bojacá, Subachoque y Balsillas zona baja, presenta algunos ríos y afluentes hídricos importantes como Balsillas, la laguna de La Herrera, la Ciénaga El Gualí – Tres Esquinas, así mismo, pozos y aljibes, el municipio hace parte del distrito de riego La Ramada⁷.

5.3.2 Ubicación Geográfica Barrio Planadas (Mosquera/Cmarca).

El barrio Planadas se encuentra ubicado fuera del casco urbano del municipio de Mosquera, cerca de la ribera del río Bogotá, al costado izquierdo de la Autopista Bogotá-Mosquera en sentido oriente-occidente. (Ver figura 4 y 5).

Figura 4. Ubicación Geográfica del barrio Planadas Mosquera-C/Marca.



Fuente: Tomada de Google Earth Septiembre de 2013.

⁷ MUNICIPIO DE MOSQUERA. Sitio oficial. [On line]. Mosquera, Colombia, 2014. Available from world wide web <<http://mosquera-cundinamarca.gov.co/index.shtml>>

Figura 5. Ubicación geográfica Barrio Planadas – Mosquera/Cundinamarca.



Fuente: Tomada de Google Earth Septiembre de 2013.

5.3.3 Registro fotográfico vía de acceso principal Barrio Planadas (Mosquera-C/marca).

En las siguientes figuras se observan algunas condiciones actuales de la vía objeto de investigación, en las cuales se pueden detallar tanto los daños que presenta como sus deterioros más visibles.

Figura 6. Vía de acceso principal al barrio Planadas, Carrera 11. En esta foto se detalla el tramo de vía que permite el acceso al barrio planadas desde la ciudad de Bogotá, en sentido Norte-Sur.



Fuente: Tomada de Google Earth Febrero de 2014.

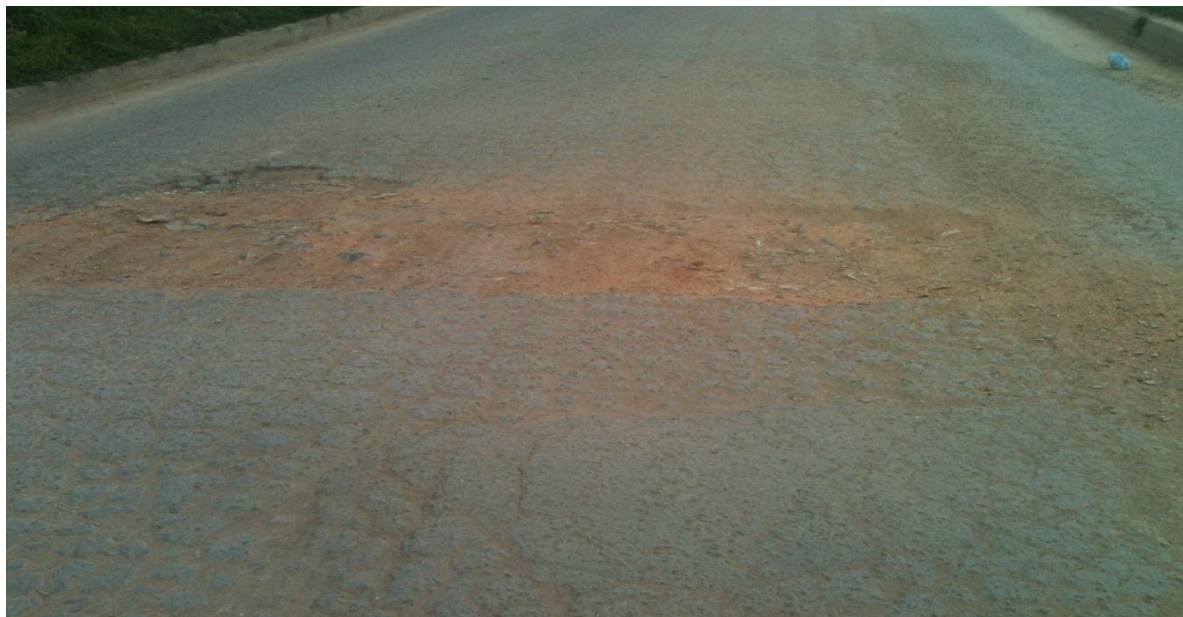
Figura 7. Deterioro de parches en la vía. Tramo de vía en la que se aprecian daños visibles particularmente el deterioro de parches, posiblemente debido a las malas reparaciones efectuadas sobre la superficie de la vía.



Fuente: Tomada de visita al Barrio Planadas. Marzo de 2014. Autor: Heynner Zambrano R.

Figura 8. Hundimiento transversal sobre la vía.

En esta foto se muestra un daño representativo que presenta la vía, está identificado dentro de las deformaciones que esta presenta y está clasificado dentro de los daños como Depresiones ó baches.



Fuente: Tomada de visita al Barrio Planadas. Marzo de 2014. Autor: Heynner Zambrano R.

6. METODOLOGÍA

6.1 ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN

El enfoque de esta investigación es de tipo Cualitativo, ya que se fundamenta en descripciones, observaciones y documentos de tipo técnico para cumplir con los objetivos propuestos.

6.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El estudio presentado corresponde a una investigación descriptiva teniendo en cuenta que el objetivo general consiste en establecer un diagnóstico de falla de una vía, a través de la descripción detallada de una serie de actividades que están establecidas en documentos técnicos y que junto con el conocimiento ingenieril apropiado, permiten cumplir el objetivo propuesto.

6.3 FASES DE LA INVESTIGACIÓN

Fase 1. Descripción de la zona de estudio.

Para el desarrollo de esta fase, se realiza una revisión documental teniendo como base los archivos existentes en la oficina de planeación del municipio de Mosquera-Cundinamarca al igual que la información existente en el banco de datos de la Gobernación de Cundinamarca, particularmente en el PBOT (Plan Básico de Ordenamiento Territorial) y la página web del municipio entre otros.

Una vez realizada la revisión documental se procede a realizar una consolidación de la información más relevante para este proyecto, la cual hará parte del documento final de la investigación.

Dentro de la información consolidada para esta fase se tendrá en cuenta aspectos fundamentales como la topografía, la climatología, le geología, entre otros.

Fase 2. Diagnóstico de la vía utilizando la guía INVÍAS.

En esta etapa del proyecto se realiza una serie de actividades que conllevan a caracterizar de manera específica los diferentes daños que presenta la vía. Para esta fase se prevee realizar las siguientes actividades:

- Visita de campo 1 para delimitar el área a intervenir, la longitud del tramo a diagnosticar, ancho de calzada y de carril, localización de señales, andenes, sumideros y demás elementos existentes en la vía, mediante el registro fotográfico y la medición correspondiente en el tramo de vía.
- Visita de campo 2 para determinar mediante el conteo de vehículos automotores, el tránsito que posee la vía.
- Visita de Campo 3 para realizar la identificación de los daños visibles existentes en el tramo de vía, mediante un registro fotográfico detallado.
- Análisis de la información recolectada en campo y clasificación de los daños de acuerdo a la Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras.
- Determinación de los niveles de gravedad de los daños identificados en el tramo de la vía, utilizando el método VIZIR.

Fase 3. Caracterización Geotécnica.

Para esta etapa del proyecto se hace necesario realizar una serie de ensayos de laboratorio, ya que como la mayoría de los daños que presenta la vía están clasificados como deterioros de Tipo A según el método VIZIR, se debe hacer un análisis detallado de la estructura del pavimento. Así, estos ensayos se realizan a partir de la exploración del subsuelo a fin de determinar las características propias del suelo y algunos valores significativos dentro de la estructura de la vía que explican de alguna manera el porqué del deterioro de la vía objeto de esta investigación.

Por lo anterior se hace necesario desarrollar los siguientes ensayos de laboratorio, a partir de la realización de tres (3) perforaciones en campo:

- **Perforaciones:** Se realiza una visita de campo, se identifican 3 puntos sobre la vía y se procede a realizar las respectivas perforaciones utilizando un equipo de

perforación a 1,5m de profundidad cada una. En cada una de ellas se toman las muestras del material necesario para la realización de los ensayos de laboratorio y se consignaran en las hojas de campo los datos encontrados en las perforaciones, como por ejemplo la altura del nivel freático.

- **Ensayos de Laboratorio:** Con las muestras de suelo obtenidas en las perforaciones realizadas en la vía, se procede a realizar los siguientes ensayos:
 - ✓ Ensayo de Laboratorio 1. Granulometría y límites de Atterberg (Limite líquido y límite plástico). Norma I.N.V.E 123-07, 125-07, 126-07. Con estos ensayos se realiza la clasificación del suelo y se conoce su contenido de agua.
 - ✓ Ensayo de Laboratorio 2. Proctor Modificado. Norma I.N.V.E 142-07. Los resultados de este ensayo permiten conocer el grado de compactación de la sub rasante.
 - ✓ Ensayo de Laboratorio 3. Densidad o masa unitaria del suelo en el terreno método del cono de arena. Norma I.N.V.E 161-07. Aplicado para hallar la densidad del suelo.
 - ✓ Ensayo de Laboratorio 4. CBR (Relación de soporte de California) Norma I.N.V.E 148-07. Se realizará con el propósito de conocer la resistencia del suelo.

7. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

7.1. Fase 1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Es importante señalar que en toda la revisión documental realizada incluida la visita al Instituto Geográfico Agustín Codazzi y a la notaría única municipal no se encontró información específica de los predios que conforman el barrio Planadas del municipio de Mosquera dado que de acuerdo a los reportes entregados por las diferentes autoridades municipales, este fue iniciado como producto de un asentamiento subnormal y a la fecha no se encuentran legalizados, por lo tanto, no existen levantamientos topográficos o mapas geológicos del zona que muestren características del suelo en donde se encuentre la vía objeto de este estudio.

Por lo anterior, la siguiente información que describe la zona de estudio es tomada y adaptada del documento “PBOT (Plan Básico de Ordenamiento Territorial)” del municipio de Mosquera – Cundinamarca. 2009⁸.

7.1.1 Topografía.

Las unidades fisiográficas que se encuentran dentro del municipio de Mosquera son las siguientes:

- Zona montañosa con relieve ondulado que alcanzan alturas hasta de 2.800 m.s.n.m. Compuestas por valles inter montañosos y depresiones semicerradas con drenaje interno, que actualmente se encuentran extremadamente erosionados. Tierras muy malas en clima frío seco; zonas de relieve escarpado con pendientes superiores al 50%; erosión moderada con algunos afloramientos rocosos; suelos muy superficiales hasta moderadamente profundos, limitados por cales y arcillas compactas (Argilico); excesivamente drenados; texturas medias a finas; fertilidad baja.

⁸ALCALDIA MUNICIPAL DE MOSQUERA.PBOT. Plan Básico de Ordenamiento Territorial. Mosquera-Cundinamarca. 2009.

- Zona lacustre marginal (La Sabana de Bogotá) con alturas entre 2542 y 2548 m.s.n.m. Es un fondo lacustre con una franja de terrazas lacustres. Tiene inclinación muy baja y se encuentran atravesados por arroyos de poca profundidad. Tierras medianas localizadas en clima frío con relieve plano y pendiente 1 - 3%; sin erosión; suelos moderadamente profundos, limitados por arcillas lacustres y en algunos casos mal drenaje; fertilidad moderada.

Para el caso del barrio Planadas es importante señalar que su topografía corresponde a la zona lacustre marginal (Sabana de Bogotá), dado que su altura no supera los 2548 m.s.n.m.

7.1.2 Hidrología.

En el departamento de Cundinamarca las aguas superficiales escurren por once cuencas hacia dos grandes regiones hidrográficas: la del río Magdalena y la del río Meta. La región hidrográfica del Magdalena recibe las aguas del 68% del total del territorio departamental, constituida por el flanco occidental de la cordillera y el altiplano de Bogotá, y se encuentran las cuencas del río Bogotá, río Negro, río Suárez, río Minero, río Ubaté, río Sumapaz y río Magdalena. La región hidrográfica del Meta drena el 32% del total del área departamental, esto es, la correspondiente al flanco oriental de la cordillera, están las cuencas del río Guavio, río Negro, río Humea, río Guatiquía y río Mchetá.

a. Cuencas hidrográficas

El municipio de Mosquera se encuentra en la Cuenca Mayor del Río Bogotá, en la cuenca del Río Bojacá, Subachoque y Balsillas zona baja, presenta algunos ríos importantes como Balsillas, cuenta con la laguna de La Herrera y la Laguna Larga. Adicionalmente el municipio cuenta con 52 pozos, 45 aljibes y 2 manantiales.

El barrio Planadas se encuentra ubicado cerca de la ribera del río Bogotá, es de anotar que su vía principal se encuentra rodeada por canales de agua, llamados comúnmente como vallados que en la actualidad concentran gran cantidad de aguas lluvias, junto con residuos y desechos contaminantes y que siguen el curso hacia pequeñas desembocaduras en el río Bogotá, vale anotar que estos canales en época invernal alcanzan niveles muy altos cercanos al nivel de la vía.

7.1.3 Climatología.

Durante el desarrollo de cualquier actividad en un área determinada, es necesario el conocimiento de su comportamiento climático, para ajustar las acciones y prever las posibles alteraciones e inconvenientes que se puedan presentar. Por tal razón se hace a continuación una reseña general de las condiciones climáticas reinantes en el municipio de Mosquera, haciendo mayor énfasis en la precipitación, la temperatura, la humedad relativa y los vientos; factores fundamentales en la determinación de los micro climas.

Teniendo como base el sistema de clasificación climática de Koppen, el clima del área en el que se encuentra el municipio de Mosquera, concuerda con el de Montañas Tropicales (CW), que se caracteriza por presentar una temperatura promedio de 14°C y con variaciones diarias entre 0°C en la noche y 18°C en el día, correspondiente a un clima frío.

La zona se encuentra en posición al sotaviento del margen occidental, donde los vientos que suben del Valle del Río Magdalena con alta saturación de agua, generan una zona de nubosidad alta al margen occidental.

En la parte alta del municipio, se presentan aguaceros erosivos con intensidades de más de 10 mm por hora, lo que ocasiona que se presenten grandes y drásticos fenómenos de erosión.

Para la caracterización del clima del municipio, se tomó como referencia dos estaciones climáticas del IDEAM, que en la actualidad se encuentran funcionando diariamente.

El municipio de Mosquera se encuentra dentro del piso térmico frío o Isomegatérmico, donde las temperaturas medias anuales oscilan entre los 12 - 18°C y las elevaciones entre 1800 – 2000 y 3000 m.s.n.m. Equivale a las tierras frías o al piso montano bajo de Holdridge (1967) y a la zona húmeda de varios autores. En general el valor medio de la temperatura en el municipio es de 12.8°C, con valores de mes a mes que no varían más de 2°C. Mientras que la variación en el día si es drástica y puede llegar hasta los 18°C.

7.1.4 Vientos.

En la estación Tibaitatá, se poseen datos de vientos desde el año 1976 pero de forma discontinua, sólo desde el año 1982 se presentan valores constantes.

El promedio diario de velocidad del viento es de 1,88 m/s y las direcciones predominantes son NE 22,58%, E 16,5% y N 14,6%. Por su posición al sotavento del margen occidental, la pluviosidad aumenta a lo largo de un trayecto WE con una precipitación anual de 600 - 700 mm, hasta más de 1000 mm por mes en la cuenca alta del río Subachoque.

7.1.5 Precipitación.

Para el análisis del comportamiento de las precipitaciones en la zona donde se encuentra localizado el municipio de Mosquera, el comportamiento general de las precipitaciones es de carácter bimodal, y según los resultados reportados por la estación Tibaitatá, se aprecia que es en los meses de abril, octubre y noviembre, donde se presentan los mayores picos de precipitación con 175.3, 164.1 y 153.9 mm respectivamente.

Mientras que las menores precipitaciones se presentan entre los meses de diciembre y febrero (con 2.6 y 1.2 mm respectivamente) y en el mes de agosto con 6.1 mm de precipitación. En general el valor medio mensual multianual de precipitación para la zona es de 55.03 mm.

7.1.6 Humedad Relativa.

La zona donde se ubica el municipio de Mosquera, presenta valores medios mensuales multi anuales de humedad relativa altos, los cuales oscilan entre 74 % a 90%, siendo los meses de enero, febrero y de junio a septiembre, donde se registran los valores más bajos (entre 74 y 75%), mientras que entre octubre y noviembre se registran los mayores valores (entre 87 y 90%). En general el valor promedio de la humedad relativa es de 82%, valor que se mantiene durante la mayor parte del año.

7.1.7 Evaporación.

La evaporación que se puede considerar como el agua transferida a la atmósfera a partir de las superficies libres de agua, depende de factores climáticos, y los valores totales mensuales reportados para la estación Tibaitatá en los últimos 28 años, muestran como durante este período el máximo valor reportado fue de 137,2 mm en el mes de marzo para el año 1992, mientras que el valor mínimo se reportó en el año 1997 para el mes de junio. El valor medio mensual multi anual reportado es de 1138,8 mm y el medio mensual oscila entre 82,9 y 108,8 mm.

7.1.8 Nubosidad.

La nubosidad es alta durante el año siendo el promedio de 6/8 con una época mínima de 4/8 que coincide con la época seca de diciembre, enero y febrero.

De acuerdo a la información anterior podemos analizar que el barrio Planadas por encontrarse inmerso en el municipio de Mosquera-Cundinamarca, posee la mayoría de las características anteriormente mencionadas en cuanto a la climatología, los vientos, precipitación, humedad relativa, evaporación y nubosidad, y que estas características se adoptan como parte de la descripción de la zona de estudio.

7.1.9 Geología.

El municipio de Mosquera está compuesto por una zona montañosa con un relieve formado por cerros en el Grupo Guadalupe y una zona marginal - lacustre. Los únicos cortes naturales que se divisan en la zona, se encuentran en las áreas marginales, en especial en la región sur y sur occidental; además las explotaciones para materiales de construcción han excavado varios cortes que permiten obtener información, pero no son lo suficientemente profundos como para alcanzar la base del Cuaternario.

a. Formaciones Geológicas.

Teniendo como base el estudio realizado de la Geomorfología de la zona de Mosquera⁹, las siguientes son las Formaciones identificadas dentro del municipio:

a.1 Formaciones Pre –liocenos.

Sólo se encuentra el Grupo Guadalupe que está compuesto por deposiciones marinas de 370 m aproximadamente, contiene distintas fases las cuales tienen extensión en el paisaje. “El autor es Herrner (1982) y fue redefinida por Hubach, E. (1931), Colombia Soc. petr. Geol. Geoph. (1961), Julivert (1962) como Formación Guadalupe, Pérez, G. y Salazar A. (1978) como Grupo Guadalupe”.

a.2 Formación Arenisca Dura.

El autor de esta formación es Hubach, E. (1931), redefinida por Pérez, G y Salazar, A (1978). Aflora por el carretable del cerro del cable, al oriente de Bogotá.

Está constituida por estratos muy gruesos de areniscas predominantes cuarzosas, duras, con intercalaciones de limolitas, lodolitas, limolitas silíceas y arcilloritas de colores claros y en capas delgadas. La sección tipo de la formación tiene 71 m de espesor. Presenta material orgánico y bioturbación intensa.

a.3 Formación Plaeners.

El autor es Hubach, E. (1931), redefinida en 1978 por Pérez, G. y Salazar, A. Aflora en el cerro del Alto del Cable, por el camino de la estación de la Cuchilla, al norte de Usaquén y por el carretable al cerro situado entre las quebradas Rosales y La Vieja.

En cuanto a la litología, presenta inter-estratificaciones delgadas de limolitas silíceas, porcelanitas y arcillolitas silíceas, en general de colores claros: blanco, gris o pardo rojizo claro, contienen algunas capas delgadas de arenitas de grano fino. El espesor de la sección tipo es de 73 m. Presenta sedimentos finos con abundancia de material orgánico y laminaciones de marea y estratificación graduada normal e inversa.

⁹ SCHURINK, Erik. "Geomorfología de la Zona de Mosquera". Tesis de Grado. Instituto Nacional de Investigaciones Geológicas – Mineras. 1984.

a.4 Formación Areniscas de labor.

El autor Hubach, E. (1951), redefinida por Pérez, G. Salazar, A. (1978). Aflora en las canteras situadas entre las quebradas La Vieja y El Higuierón, al W de Bogotá.

Litológicamente presenta estratos predominantemente gruesos de arenitas de cuarzo, con tamaño de grano muy constante en el límite medio-fino y con pocas interestratificaciones de porcelanitas, lodolitas y arcillolitas. Localmente hay concentraciones de minerales pesados, glauconita, restos fosfáticos, espículas, escamas y vértebras de peces. La sección típica presente un espesor de 177 m.

a.5 Formación Areniscas Tierna.

El autor Hubach, E. (1931), fue redefinida por Pérez, G. y Salazar, A. (1978). Se extiende en cerros bajos que dan lugar a afloramientos aislados, aflora por la carretera de Bogotá a Choachí en la bajada del páramo de Rajadero, Cundinamarca.

Presenta areniscas cuarzosas, de grano variable entre grueso y muy grueso, en estratos gruesos separados por capas delgadas de lodolitas, limolitas y arcilloritas de tonos oscuros. La estratificación cruzada es frecuente en las capas de arenitas. En la sección tipo de la forma el espesor de la Formación es de 49 m.

a.6 Formación Tilatá.

Autor R. Schiebe, 1922 y redefinida por Julivert, 1961. Resalta morfológicamente formando una terraza a más 15–20 m sobre el fondo de la Sabana de Bogotá. La localidad tipo de esta Formación se encuentra en la Hacienda de Tilatá, en la región de Chocontá. Está formada por materiales finos, arcillas y arenas y pequeños cantos de color blanco.

Consiste en una secuencia de arenas, gravillas y hasta fragmentos de grandes rocas con intercalaciones de arcillas y localmente de lignitas con presencia en las capas inferiores de semillas de plantas tropicales.

Específicamente en Mosquera se pueden distinguir las siguientes unidades de esta Formación:

- Depositiones de limos y arcillas rojas que se encuentran muy extendidas en toda la Sabana. Cubre principalmente el Cretáceo y en su parte baja se encuentran cubiertas por coluviones. Tienen un aspecto de saprolita y consisten de alternaciones de coluviones y piroclásticas. Se supone que tienen edad Terciaria, fueron clasificadas como Grupo Balsillas.
- Depositiones de arcillas caoliníticas (Lacustres) bien consolidadas con intercalaciones de cenizas volcánicas.
- Depositiones heterogéneas subdivididas en cinco unidades con base en el grado de meteorización y la organización del contenido.

Continuando con la descripción de la zona de estudio es importante señalar que de acuerdo las formaciones geológicas estipuladas en el PBOT del municipio de Mosquera, el barrio planadas por encontrarse en la sabana de Bogotá, se encuentra clasificado dentro de la Formación Tilatá, particularmente en la unidad de formación correspondiente a deposiciones de limos y arcillas rojas que se encuentran muy extendidas en toda la sabana.

7.1.10 Edafología.

Los tipos de suelos que se encuentran dentro del municipio, de acuerdo con el estudio General de Suelos¹⁰ son:

a. Serie La Balsa (LB).

Ocupa una extensión considerable dentro de la planicie de desborde del río Bogotá, en la zona de bajos en áreas planas del 1%.

Son suelos cuya profundidad efectiva se encuentra limitada por la presencia de arcilla masiva y oscilaciones del nivel freático, en general se consideran como superficiales a moderadamente profundos y pobre a muy pobremente drenados. En aquellos

¹⁰ IGAC. "Estudio General y Detallado de Suelos de los Municipios de Cota, Funza, Mosquera y parte de Madrid (Dpto. Cundinamarca)". Volumen XIII No. 10, Bogotá, 1977.

sectores donde existen diques artificiales las inundaciones son periódicas, además de presentar encharcamientos por lluvias.

Presenta un horizonte superficial con espesor de 20 cm o menos, las texturas son arcillosas y franco arcillo arenosas. La estructura cuando no está disturbada, se encuentra en bloques angulares, gruesa y media, débil a moderada. Inmediatamente de bajo se observa un horizonte B estructural de espesor variable, con un mínimo de 20 cm, de textura arcillosa fina y la estructura prismática mediana moderada.

En la actualidad estos suelos permanecen en pastos para ganadería de tipo lechero, algunas áreas en explotación con cebada y papa.

b. Serie Mondoñedo (MD).

Se localiza en la parte inferior del piedemonte, en relieve inclinado a ligeramente inclinado con pendiente 1 al 12%. Son suelos originados a partir de coluviones heterométricos de areniscas y lutitas, la profundidad efectiva superficial debido a la presencia de horizontes endurecidos y sódicos, son suelos bien a excesivamente drenados. Son suelos muy susceptibles a la erosión, por lo que presentan erosión severa con formación de cárcavas profundas.

La textura puede ser franco arcillosa, franco arcillo arenosa o franca, los subhorizontes presentan textura franco arenosa al tacto y franca en laboratorio. La estructura se presenta en bloques subangulares medios y gruesos, moderados a débilmente desarrollados.

Los suelos de esta unidad es muy limitado por la susceptibilidad a la erosión y por la presencia de cárcavas, presentan escasa vegetación de cactus, en general se utilizan para ganadería de lidia.

c. Serie Media Luna (ML).

Esta serie se encuentra en los meandros abandonados de la planicie de desborde del río Bogotá. Ocupa áreas muy reducidas, planas y plano cóncavas.

Son suelos superficiales a muy superficiales limitados en su profundidad por un nivel freático que en algunos sectores se presenta sobre la superficie, el drenaje natural es pobre a muy pobre.

d. Serie Normandía (NM).

Se localiza en la zona de transición entre la terraza baja lacustre y la planicie aluvial de los ríos Balsillas y Subachoque, ocurre en pendientes no mayores del 1%. Son suelos pobremente drenados y superficiales, limitados en su profundidad por la presencia de un nivel freático fluctuante. El material de origen está constituido por aluviones sobre cenizas volcánicas, mezcladas con aluviones finos más antiguos.

El horizonte A presenta un espesor variable de 18 a 45 cm, la textura de la capa arable es arcillosa y la estructura en bloques subangulares finos a gruesos, débiles a moderados. El horizonte B presenta un espesor promedio de 55 cm, con textura arcillosa aunque algunas veces puede ser arcillo limosa y estructura en bloques subangulares a angulares. La unidad ocupa una extensión de 370 Ha.

e. Serie Pesqueritas (PS).

Se distribuye en la zona de transición entre la terraza lacustre y la planicie aluvial de los ríos Balsillas y Subachoque, parcialmente inundable. Ocurre en pendientes no mayores del 3%, relieve ligeramente plano.

Son suelos pobremente drenados y superficiales o moderadamente profundos limitados en su profundidad por la presencia de un nivel freático fluctuante. La unidad ocupa una extensión de 273 Ha.

f. Serie Tibaitatá (TB).

Se encuentra en la terraza baja lacustre, en relieve plano, con pendientes menores del 1%. El material parental está constituido por cenizas volcánicas sobre arcillas grises caoliníticas de origen lacustre. Son suelos profundos y bien drenados. Presenta un horizonte A de 50 cm, donde la textura de la capa arable es franco arcillosa y la de los otros sub horizontes franco arcillosa a franca. El horizonte B tiene un espesor que varía entre 20 y 40 cm, la textura es franco arcillo limosa o franco arcillosa al tacto y estructura prismática o en bloques angulares a sub angulares, moderado a débil. En la actualidad estos suelos se usan para cultivos de cebada, para, hortalizas, flores y también hay potreros en su mayoría con carretón, kikuyo, rey grass, alfalfa y falsa poa. La unidad ocupa una extensión de 797 Ha.

g. Serie Techo (TE).

Su ocurrencia es en la terraza alta lacustre y sus respectivos taludes, en relieve plano, ligeramente plano, ligeramente inclinado e inclinado, en pendientes menores del 12%. Son suelos originados de arcillas lacustres del Cuaternario, superficiales debido a la presencia de un duripan entre 20 y 35 cm y problemas de salinidad a 25 cm, el drenaje natural es moderado. La serie ocupa una extensión de 557 Ha.

Analizando la información anterior, se puede establecer que el tipo de suelo que predomina en el barrio Planadas se encuentra entre la Serie La Balsa ubicada dentro de la planicie del río Bogotá, la Serie Media Luna y la Serie Tibaitatá siendo esta última la más representativa dentro del municipio de Mosquera con una extensión aprox. De 797 Hectáreas.

Dentro de las características de este tipo de suelos se encuentra la presencia de arcilla y oscilaciones del nivel freático, sus texturas son arcillosas, franco arcillo arenosas y franco arcillo limosa al tacto.

7.1.11 Organización territorial.

El Municipio de Mosquera está conformado por centros urbanos satelitales, localizados a nivel general a lo largo de la vía Fontibón - Facatativá. Se distinguen así 4 Zonas de la siguiente manera:

- La ZONA URBANA CENTRAL, se encuentra conformada por el sector histórico y de conservación del Municipio, y los barrios localizados a las márgenes de las vías que conducen al municipio de Funza.
- La ZONA URBANA DEL DIAMANTE, se encuentra conformada por 4 barrios, donde predomina a nivel urbano subdivisión de predios.
- La ZONA URBANA LOCALIZADA EN LA MARGEN OCCIDENTAL DEL RÍO BOGOTÁ está conformada por 6 barrios, conformadas en un inicio como asentamientos subnormales. Esta zona está conformada por: Barrio El Porvenir I Sector - Barrio El porvenir II Sector - Barrio Sabana - Barrio Planadas – Sector Managua y Sector el Cerrito.
- ZONA correspondiente a un centro poblado denominado Sector de Los Puentes.

Vivienda.

El municipio de Mosquera se ha desarrollado desordenadamente, motivado en la construcción de programas de urbanismo desde hace más de 10 años sin los requisitos mínimos de construcción y que se han venido legalizando ante las situaciones de hecho de dichos loteos. Ha sido producto de la falta de legislación urbanística y de control de urbanizaciones. Por lo tanto en las visitas realizadas en terreno se observó el desarrollo de varios puntos urbanos distanciados unos de otros.

Los asentamientos que presentan algunos problemas de riesgo son los localizados en la ribera del río Bogotá de los cuales deberán hacerse reubicaciones de viviendas que están dentro de la ronda de río.

Los desarrollos cuya construcción se han estado legalizando, no cuenta con zonas verdes, recreacionales, de salud, de educación ni de zonas comunales por lo tanto no hay espacio para los servicios básicos.

Únicamente la zona central del municipio tiene un diseño vial en buenas condiciones técnicas, aunque falta mantenimiento en las vías.

El barrio Planadas se encuentra entonces localizado en la zona urbana localizada en la margen occidental del río Bogotá y es precisamente allí donde se ubican las mayores problemáticas en cuanto a su organización territorial debido a la falta de planeación urbanística de que carece este sector del municipio.

Por supuesto al no tener una previa planeación urbanística, no existe un diseño vial que responda técnicamente a las exigencias de la normatividad vigente contribuyendo de manera negativa a las problemáticas sociales de este barrio como por ejemplo su movilidad.

7.1.12 Uso del suelo. Clasificación de usos en el concepto catastral.

La estructura física del suelo urbano se clasifica por zonas según su geomorfología, naturaleza, potencial y destino del suelo, así:

1. ZONA URBANA: Corresponde a las áreas ubicadas dentro del perímetro urbano y de servicios, conformada por los cascos central y periférico, los cuales incluyen, el centro histórico, cultural y turístico, los planes parciales Puente Grande y Manaos.

2. ZONA DE EXPANSIÓN URBANA: Corresponde a las áreas futuras a incluir dentro del perímetro urbano y de servicios, constituido por el predio Siete Trojes como plan parcial y/o unidades de actuación o por urbanización.

3. ZONA DE PROTECCIÓN: Corresponde a las áreas protegidas para el espacio público, infraestructura de servicios y medio ambiente que requieren acciones y actuaciones urbanísticas.

La estructura física del suelo urbano según su función y destino genérico, se clasifican por actividades de uso, entendiéndose como básico la vivienda, de soporte productivo las generadoras de empleo y de apoyo social, aquellas constituidas como equipamiento de servicio asistencial y protección ambiental, las cuales se clasifican, así:

1. ZONA URBANA: Corresponde a los sectores con actividades de uso: residencial, industrial, comercial, turístico y equipamiento urbano.

2. ZONA DE EXPANSIÓN URBANA: Corresponde a los sectores con actividades de uso: Industrial, comercial y equipamiento urbano.

3. ZONA DE PROTECCION: Corresponde a los sectores y/o sistemas estructurantes y de protección de áreas, que a su vez, generan afectaciones con destino a los siguientes servicios urbanos:

- a. Espacio público conformado por los sistemas vial, verde ambiental, orográfico e hídrico.
- b. Infraestructura de servicios públicos como prestación domiciliaria de telecomunicación, energía, gas, aseo, acueducto y alcantarillado.
- c. Equipamiento urbano de servicio asistencial y social con destinación recreacional, educacional, cultural y turístico.

Áreas de Riesgo.

En las áreas de riesgo por amenazas de inundaciones sobre cauces de ríos, áreas de explotación de canteras y relleno sanitario, se prohíben los asentamientos humanos de conformidad con las normas vigentes sobre la materia.

Declárense como AREAS DE RIESGO, las rondas de los cursos hídricos de superficie y el botadero de basuras para las cuales deberán adelantarse programas de prevención de inundaciones y control de contaminación.

Como conclusión del estudio del acuerdo 038 de 2009 sobre los usos del suelo se observa que no hay una delimitación por curvas de nivel o por coordenadas que justifique las áreas señaladas para los usos determinados en cada uno de los sectores.

Es así como el barrio Planadas a pesar de ser considerado como parte de la zona urbana del municipio de Mosquera, debido a su ubicación cercana a la ribera del río Bogotá, y aunque no está considerado como zona de riesgo, puede ser una zona vulnerable debido a la ausencia de redes de alcantarillado y canalizaciones de manera planificada, falta de control de uso de aguas y vertimientos de todo tipo y particularmente a la falta de infraestructura vial.

7.2 Fase 2. DESCRIPCIÓN DE LOS DAÑOS EXISTENTES EN LA VÍA.

A continuación se determinan los diferentes daños que presenta la vía denominada carrera 11 entre calles 8 y antigua vía Bogotá- Mosquera, a partir de la observación directa y la aplicación la guía metodológica del Invias.

7.2.1 Inventario vial.

Delimitación del área a intervenir: longitud, ancho de carril y tramo a diagnosticar, localización de señales, andenes, sumideros y demás elementos en la vía.

En la visita de campo 1 se obtuvieron los siguientes datos:

Área a intervenir: Longitud: K0 +00 hasta K0 +200.

Ancho de carril: 3,5m.

Ancho de Calzada: 7,0m.

Andenes: (1). Zona verde de 1,5m, delimitado por un borde de concreto.

En cuanto a la localización de señales, sumideros y demás elementos, la vía tiene algunas señales de tránsito tales como: Una señal de restricción de 5Ton y otra señal de prohibido el tránsito de camiones, las cuales no son respetadas por los usuarios de la vía tal como lo demuestra el registro fotográfico. (Ver Figura 9 y 10).

Figura 9. Señal. Prohibido el tránsito de camiones.



Figura 10. Señal de restricción a 5 Ton.



Fuente: Tomadas de visita al Barrio Planadas. Abril de 2014. Autor: Heynner Zambrano R.

Adicionalmente la vía presenta en toda su longitud, 5 sumideros que se encuentran localizados al borde del andén, separados aproximadamente 25m uno del otro. (Ver Figura 11).

Figura 11. Identificación de Andenes y sumideros.



Fuente: Tomada de visita al Barrio Planadas. Abril de 2014. Autor: Heynner Zambrano R.

La vía no posee andenes pavimentados, solamente un espacio de zona verde de aproximadamente 1,50m que está localizado a un solo lado de la vía delimitado por un borde de concreto.

7.2.2 Determinación del tránsito de la vía.

Teniendo en cuenta que el objeto de esta investigación no es el diseño de una vía, si no el diagnóstico de falla de una vía, la guía metodológica del Invias propone la realización de la determinación del tránsito. Para este caso se realizó en la Visita de campo No.2 mediante un conteo parcial realizado durante una hora de tiempo, espacio durante el cual, se pudieron obtener los siguientes datos: (ver Tabla 4).

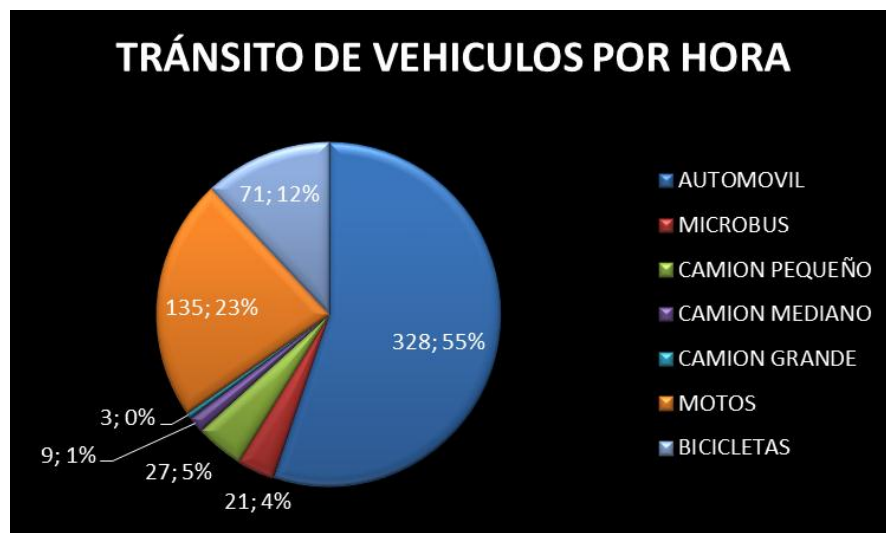
Tabla 4. Determinación del Tránsito actual de la vía. (X 1Hora).

TIPO DE VEHICULO	TOTAL/UNA DIRECCIÓN	CIRCULACIÓN (%)
Automóvil	328	55,21%
Microbús (Colectivo)	21	3,54%
Camión Pequeño 2 Ejes	27	4,55%
Camión Mediano 2 Ejes	9	1,52%
Camión Grande 3 Ejes	3	0,50%
Motos	135	22,73%
Bicicletas	71	11,95%
Total	594	100%

Esta actividad se realizó con el propósito de verificar el cumplimiento o no de la señalización que se encuentra ubicada en la vía objeto de esta investigación.

Con los datos obtenidos podemos observar que la tendencia de tránsito en esta vía está representada en su mayoría en el tránsito de Automóviles y motos, Sin embargo es significativo el porcentaje de tránsito de vehículos pesados (camiones), como se muestra en el siguiente gráfico (Ver Gráfico 1), a pesar de la restricción que tiene la vía.

Gráfico 1. Tránsito de Vehículos (X 1Hora).



7.2.3 Registro fotográfico y caracterización del estado actual de la vía.

En la visita de campo No.3 se procedió a realizar el registro fotográfico de todos y cada uno de los daños visibles en la vía caracterizados a continuación:

7.2.3.1 Fisuramientos. Son fracturas visibles en la superficie de la vía. La gravedad de estos fisuramientos depende de su tamaño y del número de veces que se presente sobre la vía. Son ocasionados principalmente por los materiales, el clima y la construcción de la misma, aunque también se presentan por el tránsito indebido sobre la vía.

En la vía en mención se encuentran los siguientes:

-Piel de Cocodrilo. Son fisuras interconectadas formando pequeños polígonos en forma de mallas. (Ver Figura 12 y Figura 13).

Figura 12. Piel de Cocodrilo en la vía. En esta fotografía se observan fisuras interconectadas formando pequeños polígonos en forma de mallas lo que corresponde a este tipo de deterioro.



Fuente: Tomada de visita al Barrio Planadas. Abril de 2014. Autor: Heynner Zambrano R. Escala 1:20

Figura 13. Tramo de vía con piel de Cocodrilo. En esta fotografía se presenta el deterioro de piel de cocodrilo pero con el agravante de pérdida de material.



Fuente: Tomada de visita al Barrio Planadas. Abril de 2014. Autor: Heynner Zambrano R. Escala 1:50

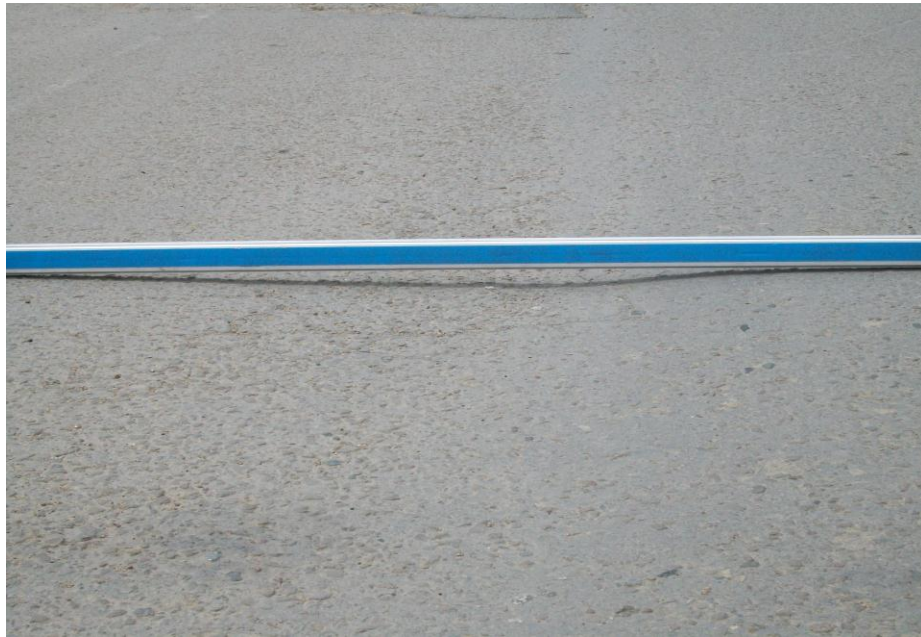
7.2.3.2 Deformaciones. Son variaciones de los perfiles de los pavimentos con flecha apreciable a simple vista del orden de 4cm o más¹¹. Son ocasionados principalmente por los materiales, el clima y la construcción de la misma, aunque también se presentan por el tránsito indebido sobre la vía.

En la vía en mención se encuentran las siguientes:

-Asentamientos Longitudinales. Son hundimientos que se presentan principalmente a lo largo de las huellas debidas a la canalización del tránsito. (Ver Figura 14).

¹¹ MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTE. Grupo de Apoyo de mantenimiento vial. Pavimentos Flexibles y semirrígidos. Descripción de los daños. Ingeroute. Diciembre de 1991. Página 3

Figura 14. Asentamiento longitudinal en la vía. En esta fotografía se puede observar que al poner la regleta de medición se aprecia un espacio considerable de hundimiento de la vía.



Fuente: Tomadas de visita al Barrio Planadas. Abril de 2014. Autor: Heynner Zambrano R. Escala 1:20

-Asentamientos Transversales. Son hundimientos en sentido perpendicular al eje de la vía. (Ver Figura 15).

Figura 15. Asentamiento transversal en la vía. En esta fotografía se puede observar que en el sentido perpendicular al eje de la vía y al colocar la regleta de medición se evidencia un hundimiento considerable dentro del deterioro de la vía.



Fuente: Tomada de visita al Barrio Planadas. Abril de 2014. Autor: Heynner Zambrano R. Escala 1:20

-Depresiones (Baches). Son hundimientos localizados del pavimento, generalmente en forma circular o semejante a ella, algunos con pérdida de material. (Ver Figura 16).

Figura 16. Hundimiento localizado en la vía de forma circular. En la fotografía se puede evidenciar un bache de un diámetro aproximado de 1,20m, que se encuentra a un costado de la vía con pérdida considerable de material.



Fuente: Tomada de visita al Barrio Planadas. Abril de 2014. Autor: Heynner Zambrano R. Escala 1:25

-Baches Profundos. Hundimiento local de la calzada, con agrietamiento en malla cerrada y generalmente pérdida parcial de bloques de la capa de rodadura de la vía. Pueden ser ocasionados por utilizar una estructura inadecuada o por algún defecto constructivo. El nivel de gravedad se mide de acuerdo con la profundidad del bache y el porcentaje de área que abarca con respecto al tramo evaluado. Su clasificación se realiza como se indica a continuación:

Bajo: área comprometida inferior al 1% con respecto al área total de los tramos y profundidad del bache menor a 2,5 cm.

Medio: área comprometida entre 1% y 3% con respecto al área total de los tramos y profundidad del bache entre 2,5 cm y 3,5 cm.

Alto: área comprometida mayor al 3% con respecto al área total de los tramos y profundidad del bache mayor a 3,5 cm.

Ver las siguientes figuras: (Figura 17 y Figura 18).

Figura 17. Bache profundo 1. Localizado en sentido perpendicular al eje de la vía. Bache ocupando todo el ancho de carril de la vía, con profundidad considerable.



Fuente: Tomada de visita al Barrio Planadas. Abril de 2014. Autor: Heynner Zambrano R. Escala 1:20

Figura 18. Bache profundo 2 localizado en sentido perpendicular al eje de la vía. Bache que ocupa todo el ancho de calzada de la vía con una profundidad bastante considerable.



Fuente: Tomada de visita al Barrio Planadas. Abril de 2014. Autor: Heynner Zambrano R. Escala 1:20

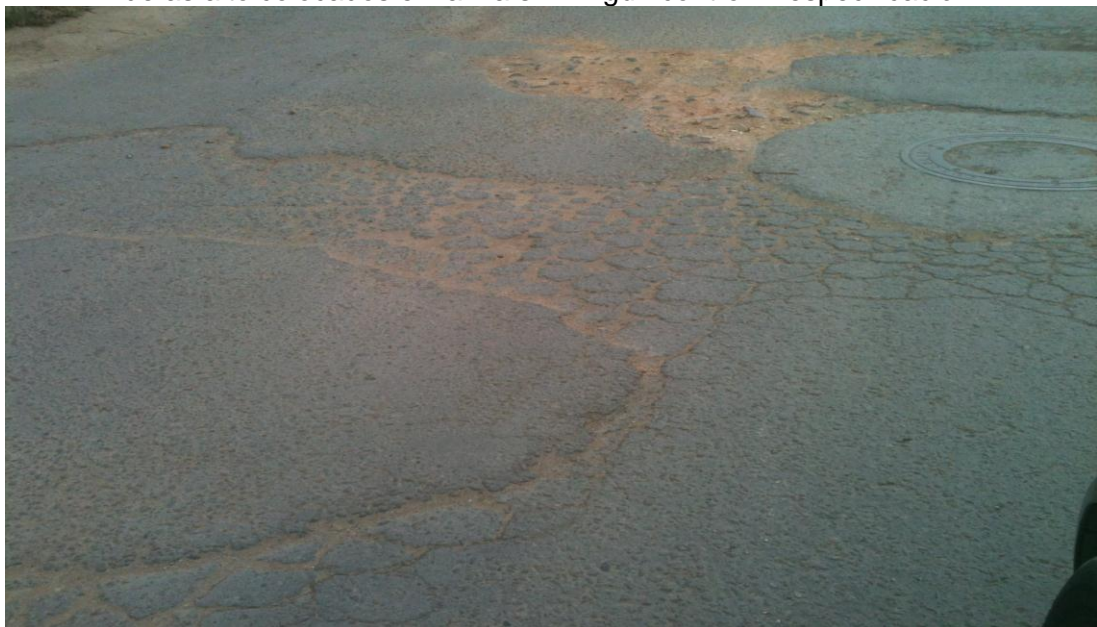
-Deterioro de Parches. Son las zonas de la vía que se encuentran afectadas debido a las malas reparaciones afectando la superficie de la misma. (Ver figura 19 y Figura 20).

Figura 19. Parches deteriorados en la vía. En esta fotografía se aprecian las malas reparaciones efectuadas a esta vía generando incomodidad en el tránsito.



Fuente: Tomada de visita al Barrio Planadas. Abril de 2014. Autor: Heynner Zambrano R. Escala 1:20

Figura 20. Parches de concreto asfáltico en la vía. En esta fotografía se detallan parches de asfalto colocados en la vía sin ningún control ni especificación.



Fuente: Tomada de visita al Barrio Planadas. Abril de 2014. Autor: Heynner Zambrano R. Escala 1:20

7.2.3.3 **Desprendimientos.** Son pérdidas de material que afectan algunas áreas del pavimento. Son ocasionados por los materiales, el clima y la construcción de la misma, aunque también se presentan por el tránsito indebido sobre la vía.

En la vía en mención se encuentran los siguientes:

-Descascaramiento. Pérdida de fragmentos de la capa asfáltica sin afectar las siguientes capas del pavimento. (Ver Figura 21).

Figura 21. La presente fotografía nos muestra la pérdida de un fragmento de la capa asfáltica de la vía en uno de los carriles de la vía.



Fuente: Tomada de visita al Barrio Planadas. Abril de 2014. Autor: Heynner Zambrano R.

7.2.4 Tabla de datos. Descripción, clasificación y nivel de gravedad de los daños del pavimento según la guía INVIAS.

Se realizó para este ítem de la investigación, la visita de Campo 3 en donde se conocieron e identificaron los daños visibles existentes en el tramo de vía, mediante un registro fotográfico detallado.

Es de aclarar que en la aplicación técnica de la guía metodológica del INVIAS, se tuvieron en cuenta todos los tipos de deterioros de pavimentos flexibles, aunque la vía objeto de estudio solo presentaba algunos de estos deterioros.

Así mismo se realizó el análisis de la información recolectada en campo y se clasificaron los daños y su correspondiente nivel de gravedad según la Guía metodológica del Invias. (Ver Tablas 5, 6 y 7).

Tabla 5. Deformaciones presentadas en la vía.

VIA AV. PLANADAS SENTIDO NORTE SUR													
SECTOR DEL		K = 0,000		Ancho Promedio calzada (m)		7		Area (m2)		1400			
HASTA EL		K = 0,200											
DEFORMACIONES													
SECTOR		Ahuellamiento Longitudinal / Transversal AL / AT		Media Luna ML		Abultamiento BU		Deterioro de Parches DP		Depresiones Baches H			
DE	HASTA	m2	GRAV.	n	GRAV.	m2	GRAV.	m	GRAV.	m2	GRAV.		
K = 0,000	K = 0,020	12,00	2	NP		NP		2,00	3	17,50	3		
K = 0,020	K = 0,040	5,00	3	NP		NP		6,00	2	2,00	3		
K = 0,040	K = 0,060	0,00	2	NP		NP		140,00	3	2,50	2		
K = 0,060	K = 0,080	0,00	3	NP		NP		140,00	3	3,00	2		
K = 0,080	K = 0,100	2,00	3	NP		NP		28,00	3	21,00	3		
K = 0,100	K = 0,120	11,50	2	NP		NP		45,00	3	10,50	3		
K = 0,120	K = 0,140	10,50	3	NP		NP		90,00	3	3,00	2		
K = 0,140	K = 0,160	8,00	3	NP		NP		50,00	3	2,00	2		
K = 0,160	K = 0,180	12,00	3	NP		NP		15,00	3	4,00	3		
K = 0,180	K = 0,200	2,00	3	NP		NP		55,00	3	17,50	3		
% DE AREA CON FALLAS		0,00%	1	0,00%	1	0,00%	1	0,00%	1	0,00%	1		
		1,68%	2	0,00%	2	0,00%	2	0,43%	2	0,75%	2		
		2,82%	3	0,00%	3	0,00%	3	40,36%	3	5,18%	3		
% DEL AREA CON DEFORMACIONES		0,00%		GRAV. 1		2,86%		GRAV. 2		48,36%		GRAV. 3	
		GRAVEDAD PREDOMINANTE		48,36%		GRAV. 3							
		AREA TOTAL AFECTADA		51,21%									

*NP: No Presenta este tipo de daño.

Tabla 6. Fisuramientos presentados en la vía.

VIA AV. PLANADAS SENTIDO NORTE SUR													
SECTOR DEL		K = 0,000		Ancho Promedio calzada (m)				7		Area (m2)		1400	
HASTA EL		K = 0,200											
FISURAS													
Fisura Longitudinal FL		Fisura Transversal FT		Fisura en Media Luna FML		Fisura de Junta de Construcción FJ		Fisura Parabólica FP		Fisuras en Bloque FBL		Piel Cocodrilo PC	
m ²	GRAV.	m ²	GRAV.	n	GRAV.	m	GRAV.	m	GRAV.	m ²	GRAV.	m ²	GRAV.
NP		NP		NP		NP		NP		NP		110,00	3
NP		NP		NP		NP		NP		NP		96,30	3
NP		NP		NP		NP		NP		NP		105,70	3
NP		NP		NP		NP		NP		NP		97,60	2
NP		NP		NP		NP		NP		NP		101,00	3
NP		NP		NP		NP		NP		NP		85,00	2
NP		NP		NP		NP		NP		NP		108,50	3
NP		NP		NP		NP		NP		NP		87,00	3
NP		NP		NP		NP		NP		NP		97,00	3
NP		NP		NP		NP		NP		NP		106,50	3
0,00%	1	0,00%	1	0,00%	1	0,00%	1	0,00%	1	0,00%	1	0,00%	1
0,00%	2	0,00%	2	0,00%	2	0,00%	2	0,00%	2	0,00%	2	13,04%	2
0,00%	3	0,00%	3	0,00%	3	0,00%	3	0,00%	3	0,00%	3	58,00%	3
% DEL AREA CON FISURAS		0,00%	GRAV. 1										
		13,04%	GRAV. 2										
		58,00%	GRAV. 3										
GRAVEDAD PREDOMINANTE		58,00%	GRAV. 3										
AREA TOTAL AFECTADA		71,04%											

*NP: No Presenta este tipo de daño.

Tabla 7. Desprendimientos presentados en la vía.

VIA AV. PLANADAS SENTIDO NORTE SUR												
SECTOR DEL		K = 0,000		Ancho Promedio calzada (m)				7		Area (m2)		1400
HASTA EL		K = 0,200										
DESPRENDIMIENTOS-AFLORAMIENTOS												
Descascaramiento (O)		Ojo de Pescado O		Parche B		Desprendimientos Pérdida Ligante / Agregados PL / PA		Cabezas Duras CD		Pulimento FR	Exudación EX	
m ²	GRAV.	n	GRAV.	m ²	GRAV.	m ²	GRAV.	m ²	GRAV.	m ²	m ²	GRAV.
0,16	2	NP		NP		NP		NP		NP	NP	
1,50	3	NP		NP		NP		NP		NP	NP	
1,00	3	NP		NP		NP		NP		NP	NP	
0,16	2	NP		NP		NP		NP		NP	NP	
0,50	3	NP		NP		NP		NP		NP	NP	
0,16	1	NP		NP		NP		NP		NP	NP	
0,25	1	NP		NP		NP		NP		NP	NP	
1,00	3	NP		NP		NP		NP		NP	NP	
1,50	3	NP		NP		NP		NP		NP	NP	
0,00	1	NP		NP		NP		NP		NP	NP	
0,03%	1	0,00%	1	0,00%	1	0,00%	1	0,00%	1	0,00%	0,00%	1
0,02%	2	0,00%	2	0,00%	2	0,00%	2	0,00%	2		0,00%	2
0,39%	3	0,00%	3	0,00%	3	0,00%	3	0,00%	3		0,00%	3
% DEL AREA CON DESPRENDIMIENTOS - BACHEOS - AFLORAMIENTOS		0,03%	GRAV. 1									
		0,02%	GRAV. 2									
		0,39%	GRAV. 3									
GRAVEDAD PREDOMINANTE		0,39%	GRAV. 3									
AREA TOTAL AFECTADA		0,45%										

*NP: No Presenta este tipo de daño.

Como resumen de la información obtenida anteriormente, se presenta el siguiente gráfico, que muestra los porcentajes obtenidos en cada uno de los deterioros encontrados en la vía. (Ver gráfico 2).

Gráfico 2. Porcentajes de Daños en la Vía.



7.3 Fase 3. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO.

Después de haber realizado las perforaciones en campo, y de haber tomado las muestras de suelo necesarias para la realización de los ensayos de laboratorio anteriormente mencionados, los resultados obtenidos se muestran a continuación.

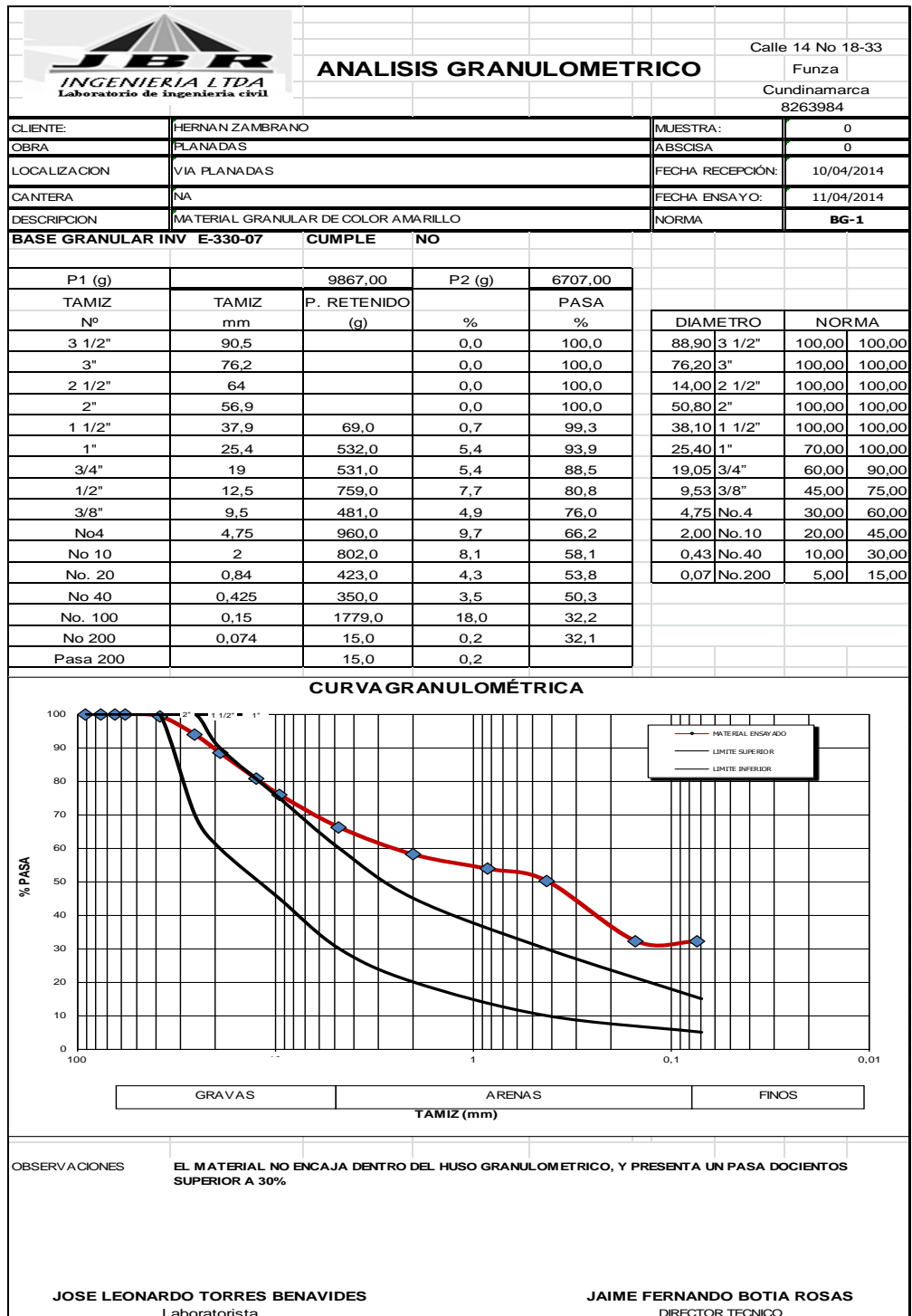
Es de aclarar que para el análisis granulométrico realizado, las bases analizadas a luz de la normatividad son:

SEGÚN INVIAS: BG1 – SBG1 – AF1

SEGÚN IDU-95: B200 – B400 – B600

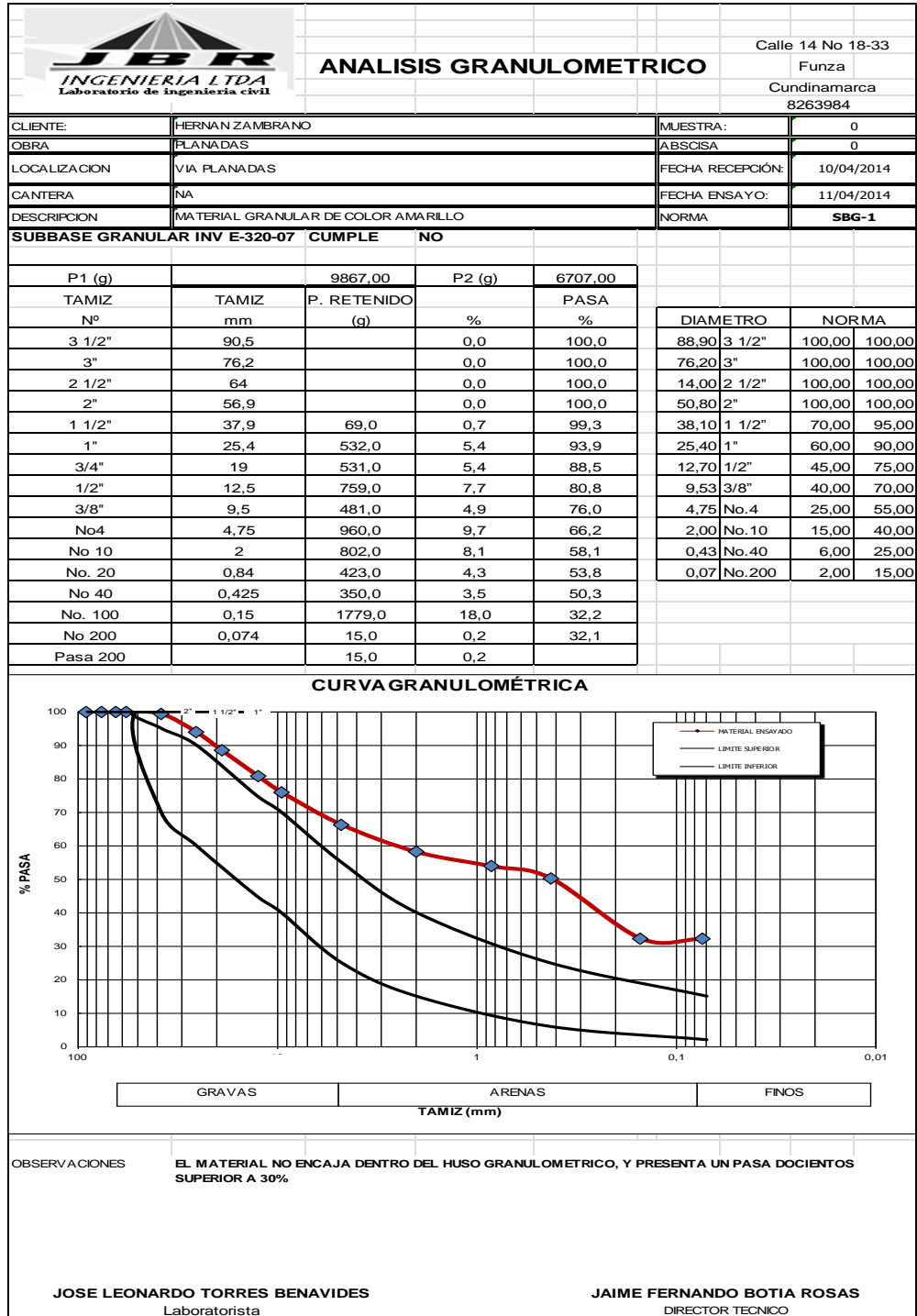
7.3.1 **Análisis Granulométrico.** (Ver Tablas 8, 9, 10, 11, 12 y 13).

Tabla 8. Curva Granulométrica. Material Tipo BG1 (Base Granular 1, Norma Invias)



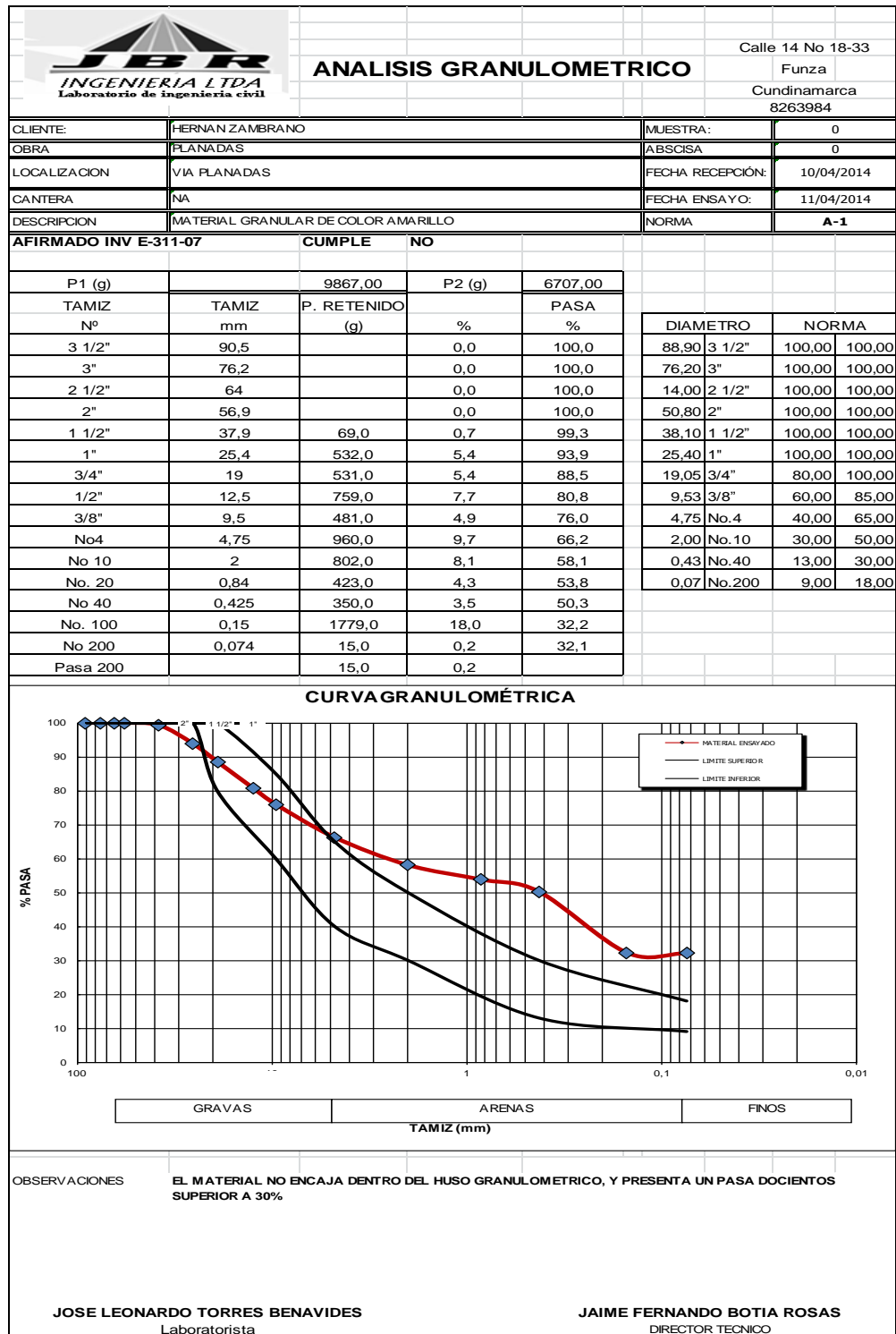
Se puede observar que para esta base el material no encaja dentro del huso granulométrico y presenta un pasa doscientos superior al 30%.

Tabla 9. Curva Granulométrica. Material Tipo SBG1 (Sub-base Granular 1, Norma Invias)



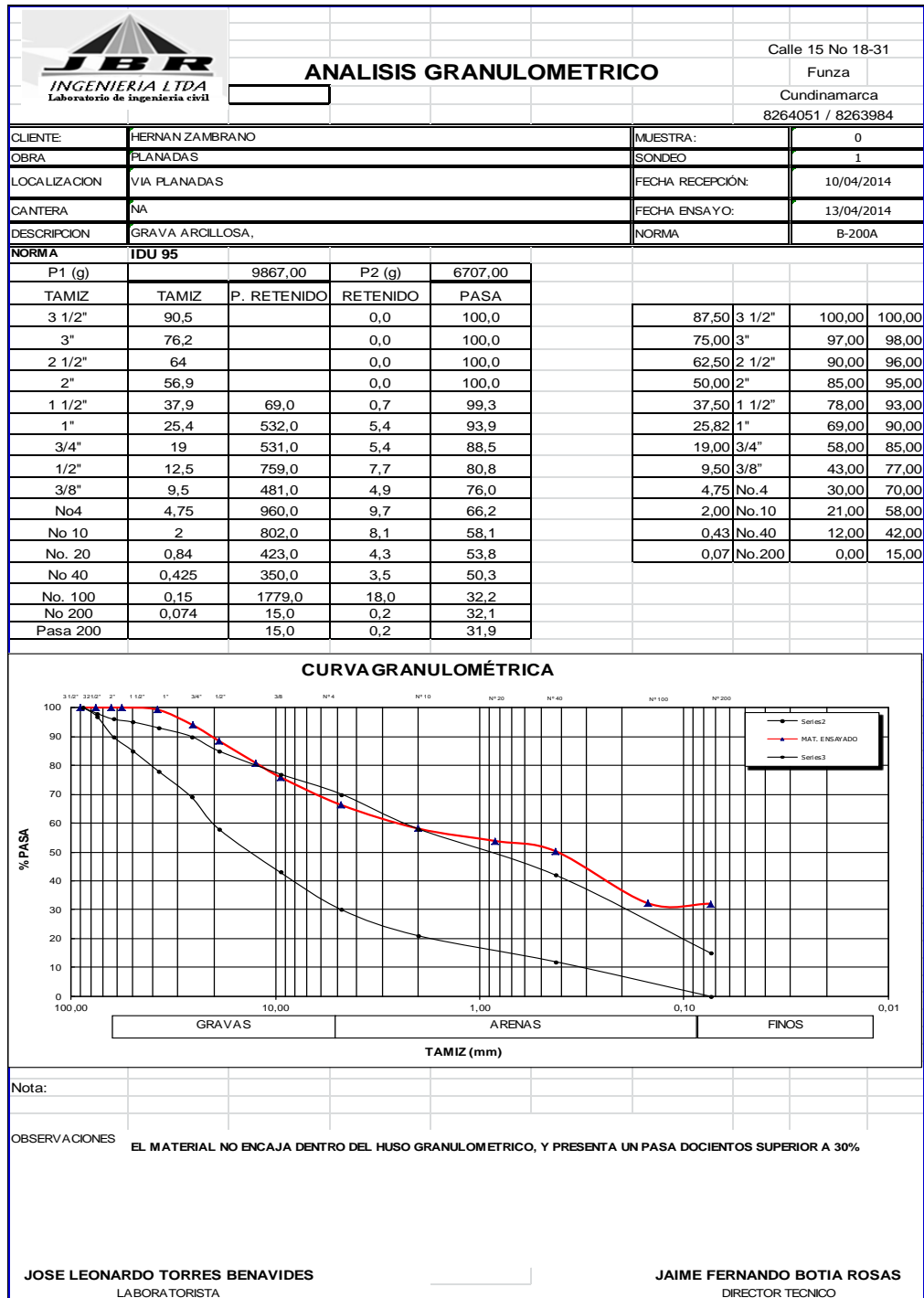
Se puede observar que para esta base el material no encaja dentro del huso granulométrico y presenta un pasa doscientos superior al 30%.

Tabla 10. Curva Granulométrica. Material Tipo AF1 (Afirmado 1, Norma Invias)



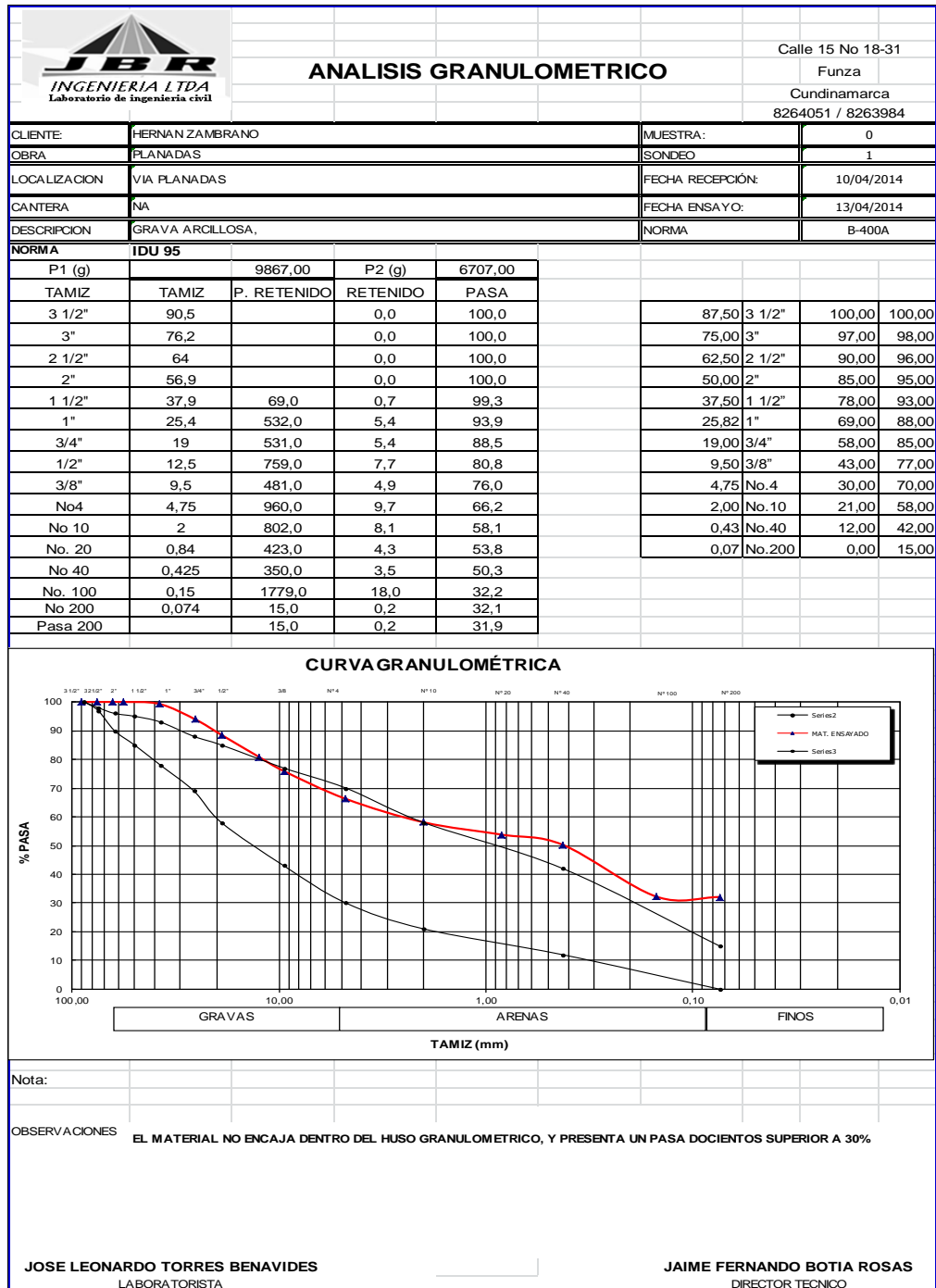
Se puede observar que para esta base el material no encaja dentro del huso granulométrico y presenta un pasa doscientos superior al 30%.

Tabla 11. Curva Granulométrica. Material Tipo B-200 (Base granular 200, Norma IDU-95)



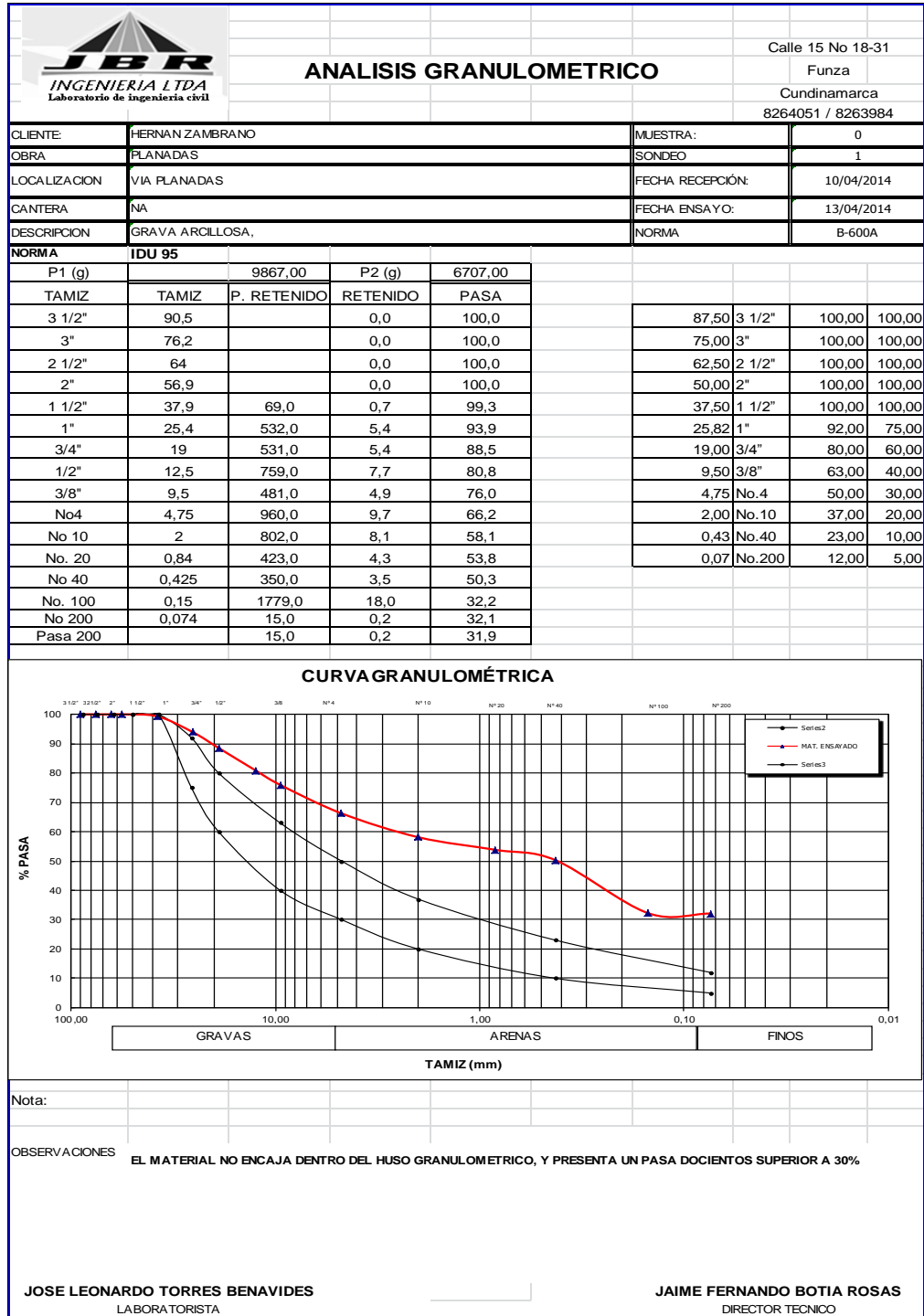
Se puede observar que para esta base el material no encaja dentro del huso granulométrico y presenta un pasa doscientos superior al 30%.

Tabla 12. Curva Granulométrica. Material Tipo B-400 (Base granular 400, Norma IDU-95)



Se puede observar que para esta base el material no encaja dentro del huso granulométrico y presenta un pasa doscientos superior al 30%.


Tabla 13. Curva Granulométrica. Material Tipo B-600 (Base granular 600, Norma IDU-95)



Se puede observar que para esta base el material no encaja dentro del huso granulométrico y presenta un pasa doscientos superior al 30%.

7.3.2 Límites de Atterberg, Granulometría y Clasificación. (Ver tablas 14, 15 y 16)

Tabla 14. Límites de Atterberg, Granulometría y Clasificación. Sondeo 1.



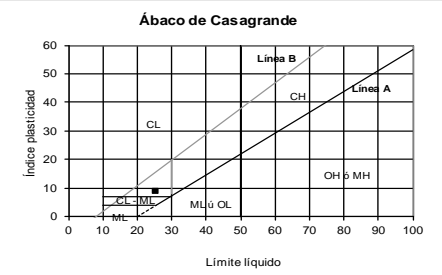
JBR
INGENIERIA LTDA
Laboratorio de ingeniería civil

Calle 5E No 0-91
Barrio Cartagena y Minipilla
Mosquera Cundinamarca
3124322177

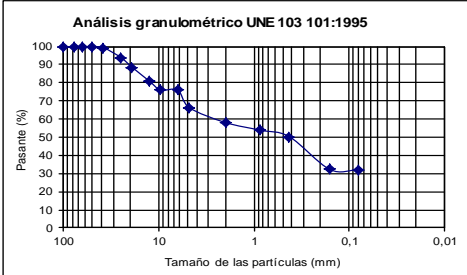
LÍMITES DE ATTERBERG, GRANULOMETRIA Y CLASIFICACION			
CLIENTE	HERNAN ZAMBRANO		Sondeo 1
OBRA	PLANADAS		Muestra 1
LOCALIZACION	MOSQUERA CUNDINAMARCA		
Fecha muestreo	11-4-2014	Extracción	
Fecha registro muestra		Tipo muestra	
Código obra peticionario		Profundidad (m)	0.10-0.88
Descripción de ensayos	Determinación del límite líquido de un suelo por el método del aparato de casagrande - INV E125 Determinación del límite plástico de un suelo - INV E26 Análisis granulométrico de suelos por tamizado. INV E123 Standard Test Method for Classification of Soils for Engineering Purposes - ASTM D 2487-00		

RESULTADO DE ENSAYOS

Límites Atterberg	Fecha terminación ensayo(s)	
Límite Líquido, LL (%)	25,3	INVE-125
Límite Plástico, LP (%)	16,3	INVE-126



Ábaco de Casagrande



Análisis granulométrico UNE 103 101:1995

Análisis granulométrico	Fecha terminación ensayo:	
Tamiz (mm)	100 76 63 50 38 25 19 12,5 9,5 6,3 4,75 2 0,85 0,43 0,16 0,08	
Pasante (%)	100 100 100 100 99,3 93,9 88,5 80,8 76 76 66,2 58 53,8 50,3 32,2 32,09	

Clasificación de suelo **ARENA ARCILLOSA CON GRAVA DE COLOR AMARILLO A CAFÉ CLARO,** ASTM D 2487-00

SUCS **SC**

AASHTO **A-2-4**

Datos complementarios de ensayo

Índice Plasticidad, IP (%)	9,0	Valor del índice de grupo (IG):	0
Índice de consistencia:	1,66		

Observaciones:

JOSE LEONARDO TORRES BENAVIDES
Laboratorista

JAIME FERNANDO BOTIA ROSAS
Director Técnico

ACT01-0

Los resultados de los ensayos sólo afectan a las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la aprobación por escrito del laboratorio.

CLIENTE	HERNAN ZAMBRANO	Sondeo 1
OBRA	PLANADAS	Muestra 1
LOCALIZACION	MOSQUERA CUNDINAMARCA	

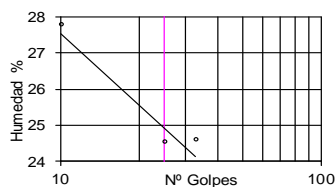
Fecha inicio ens:	Fecha fin ensayos:
-------------------	--------------------

LÍMITES DE ATTERBERG

PRESENCIA:	S	(Poner N en caso de que no existan)
------------	---	-------------------------------------

Determinación del límite líquido de un suelo por el método del aparato de casagrande

INV E-125



Nº de golpes	10	25	33
Referencia tara	23	143	66
Agua	3,41	2,89	2,91
Tara+suelo+agua	26,59	26,18	26,28
Tara+suelo	23,18	23,29	23,37
Tara	10,92	11,52	11,56
Suelo	12,26	11,77	11,81
%Humedad	27,8	24,6	24,6

Determinación del límite plástico de un suelo

INV E-126

-	Referencia tara	332	44
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	2,90	3,00
t+s+a	Tara+suelo+agua	32,29	32,15
t+s	Tara+suelo	29,39	29,15
t	Tara	11,40	11,05
s=(t+s)-t	Suelo	17,99	18,10
h=a/sx100	% Humedad	16,1	16,6
Media aritmética		16,3	

HUMEDAD NATURAL

159
5,25
67
61,75
11,4
50,35
10,43

Límite líquido:	25,32
Límite plástico:	16,35
Índice de plasticidad:	8,98
Índice de consistencia:	1,66
Índice de Liquidez:	-0,66
Índice de Compresion:	0,14

CONSISTENCIA				
SOLIDA				
1	0,75	0,5	0	

Datos complementa	
Obsevaciones:	

PT01-0

JOSE LEONARDO TORRES BENAVIDES
Laboratorista

JAIME FERNANDO BOTIA ROSAS
Director Técnico

En este Sondeo 1, se puede evidenciar que el material presenta un límite líquido del 25%, y el índice de plasticidad presenta un porcentaje alto (8,9%) comparado con la norma Invias 2007.

Tabla 15. Límites de Atterberg, Granulometría y Clasificación. Sondeo 2.

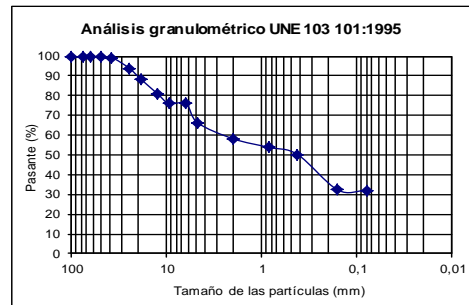
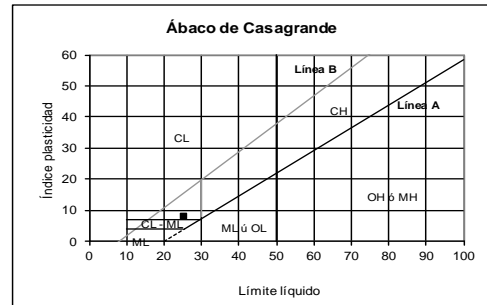


Calle 15 No 18-31
Funza
Cundinamarca
8264051 / 8263984

LÍMITES DE ATTERBERG, GRANULOMETRIA Y CLASIFICACION			
CLIENTE	HERNAN ZAMBRANO		Sondeo 2
OBRA	PLANADAS		Muestra 1
LOCALIZACION	MOSQUERA CUNDINAMARCA		
Fecha muestreo	11-4-2014	Extracción	
Fecha registro muestra		Tipo muestra	
Código obra peticionario		Profundidad (m)	0.08-0.50
Descripción de ensayos		Determinación del límite líquido de un suelo por el método del aparato de casagrande - INV E125 Determinación del límite plástico de un suelo - INV E126 Análisis granulométrico de suelos por tamizado. INV E123 Standart Test Method for Classification of Soils for Engineering Purposes - ASTM D 2487-00	

RESULTADO DE ENSAYOS

Límites Atterberg	Fecha terminación ensayo(s)
Límite Líquido, LL (%)	25,0
Límite Plástico, LP (%)	17,0



Análisis granulométrico	Fecha terminación ensayo:
Tamiz (mm)	100 76 63 50 38 25 19 12,5 9,5 6,3 4,75 2 0,85 0,43 0,16 0,08
Pasante (%)	100 100 100 100 99,3 93,9 88,5 80,8 76 76 66,2 58,1 53,8 50,3 32,2 32,1

Clasificación de suelo **ARENA ARCILLOSA CON GRAVA DE COLOR AMARILLO A CAFÉ CLARO,** ASTM D 2487-00

SUCS **SC**
AASHTO **A-2-4**

Datos complementarios de ensayo

Índice Plasticidad, IP (%)	8,0	Valor del índice de grupo (IG):	0
Índice de consistencia:	1,74		

Observaciones:

JOSE LEONARDO TORRES BENAVIDES
Laboratorista

JAIME FERNANDO BOTIA ROSAS
Director Técnico

ACT01-0

CLIENTE	HERNAN ZAMBRANO	Sondeo 2
OBRA	PLANADAS	Muestra 1
LOCALIZACION	MOSQUERA CUNDINAMARCA	

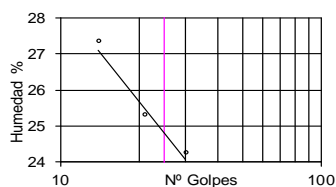
Fecha inicio ens:		Fecha fin ensayos:	
-------------------	--	--------------------	--

LÍMITES DE ATTERBERG

PRESENCIA:	S	(Poner N en caso de que no existan)
------------	---	-------------------------------------

Determinación del límite líquido de un suelo por el método del aparato de casagrande

INV E-125



Nº de golpes	14	21	30
Referencia tara	85	201	30
Agua	3,29	3	2,92
Tara+suelo+agua	26,37	26,12	26,02
Tara+suelo	23,08	23,12	23,1
Tara	11,06	11,28	11,07
Suelo	12,02	11,84	12,03
%Humedad	27,4	25,3	24,3

Determinación del límite plástico de un suelo

INV E-126

-	Referencia tara	22	53
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	2,86	2,79
t+s+a	Tara+suelo+agua	30,21	30,22
t+s	Tara+suelo	27,35	27,43
t	Tara	10,53	11,06
s=(t+s)-t	Suelo	16,82	16,37
h=a/sx100	% Humedad	17,0	17,0
Media aritmética		17,0	

HUMEDAD NATURAL

23
5,31
64,4
59,09
11,1
47,99
11,06

Límite líquido:	25,03
Límite plástico:	17,02
Índice de plasticidad:	8,00
Índice de consistencia:	1,74
Índice de Liquidez:	-0,74
Índice de Compresion:	0,14

CONSISTENCIA			
SOLIDA			
1	0,75	0,5	0

Datos complementa	
Obsevaciones:	

PT01-0

JOSE LEONARDO TORRES BENAVIDES
Laboratorista

JAIME FERNANDO BOTIA ROSAS
Director Técnico

En este Sondeo 2, se puede evidenciar que el material presenta un Límite líquido del 25%, y el índice de plasticidad presenta un porcentaje alto (8%) comparado con la norma Invias 2007.

Tabla 16. Límites de Atterberg, Granulometría y Clasificación. Sondeo 3.

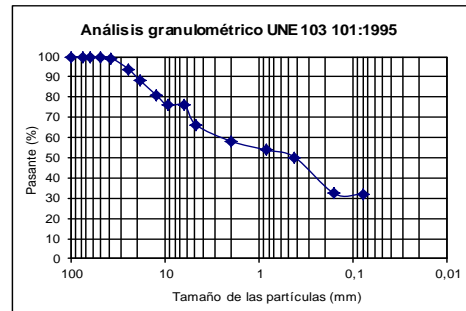
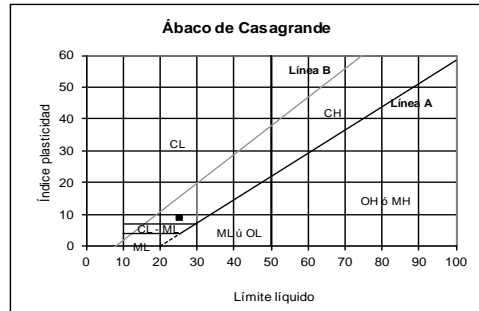


Calle 5E No 0-91
Barrio Cartagena y Minipilla
Mosquera Cundinamarca
3124322177

LÍMITES DE ATTERBERG, GRANULOMETRIA Y CLASIFICACION			
CLIENTE	HERNAN ZAMBRANO		Sondeo 3
OBRA	PLANADAS		Muestra 1
LOCALIZACION	MOSQUERA CUNDINAMARCA		
Fecha muestreo	11-4-2014	Extracción	
Fecha registro muestra		Tipo muestra	
Código obra peticionario		Profundidad (m)	0.35-1.25
Descripción de ensayos	Determinación del límite líquido de un suelo por el método del aparato de casagrande - INV E125 Determinación del límite plástico de un suelo - INV E126 Análisis granulométrico de suelos por tamizado - INV E123 Standard Test Method for Classification of Soils for Engineering Purposes - ASTM D 2487-00		

RESULTADO DE ENSAYOS

Límites Atterberg	Fecha terminación ensayo(s)	
Límite Líquido, LL (%)	25,3	INV E-125
Límite Plástico, LP (%)	16,3	INV E-126



Análisis granulométrico	Fecha terminación ensayo:
Tamiz (mm)	100 76 63 50 38 25 19 12,5 9,5 6,3 4,75 2 0,85 0,43 0,16 0,08
Pasante (%)	100 100 100 100 99,3 93,9 88,5 80,8 76 76 66,2 58,1 53,8 50,3 32,2 32,1

Clasificación de suelo **ARENA ARCILLOSA CON GRAVA DE COLOR AMARILLO A CAFÉ CLARO,** ASTM D 2487-00

SUCS **SC**
AASHTO **A-2-4**

Datos complementarios de ensayo

Índice Plasticidad, IP (%)	9,0	Valor del índice de grupo (IG):	0
Índice de consistencia:	2,15		

Observaciones:

JOSE LEONARDO TORRES BENAVIDES
Laboratorista

JAIME FERNANDO BOTIA ROSAS
Director Técnico

ACT01-0

Los resultados de los ensayos sólo afectan a las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la aprobación por escrito del laboratorio.



Calle 5E No 0-91
Barrio Cartagena y Minipilla
Mosquera Cundinamarca
3124322177

CLIENTE	HERNAN ZAMBRANO	Sondeo 3
OBRA	PLANADAS	Muestra 1
LOCALIZACION	MOSQUERA CUNDINAMARCA	

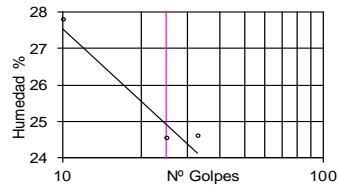
Fecha inicio ens:	Fecha fin ensayos:
-------------------	--------------------

LÍMITES DE ATTERBERG

PRESENCIA:	S	(Poner N en caso de que no existan)
------------	---	-------------------------------------

Determinación del límite líquido de un suelo por el método del aparato de casagrande

INV E-125



Nº de golpes	10	25	33
Referencia tara	23	143	66
Agua	3,41	2,89	2,91
Tara+suelo+agua	26,59	26,18	26,28
Tara+suelo	23,18	23,29	23,37
Tara	10,92	11,52	11,56
Suelo	12,26	11,77	11,81
%Humedad	27,8	24,6	24,6

Determinación del límite plástico de un suelo

INV E-126

-	Referencia tara	332	44
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	2,90	3,00
t+s+a	Tara+suelo+agua	32,29	32,15
t+s	Tara+suelo	29,39	29,15
t	Tara	11,40	11,05
s=(t+s)-t	Suelo	17,99	18,10
h=a/sx100	% Humedad	16,1	16,6
Media aritmética		16,3	

HUMEDAD NATURAL

307
2,93
62,3
59,37
10,8
48,57
6,03

Límite líquido:	25,32
Límite plástico:	16,35
Índice de plasticidad:	8,98
Índice de consistencia:	2,15
Índice de Liquidez:	-1,15
Índice de Compresion:	0,14

CONSISTENCIA			
SOLIDA			
1	0,75	0,5	0

Datos complementa	
Obsevaciones:	

PT01-0

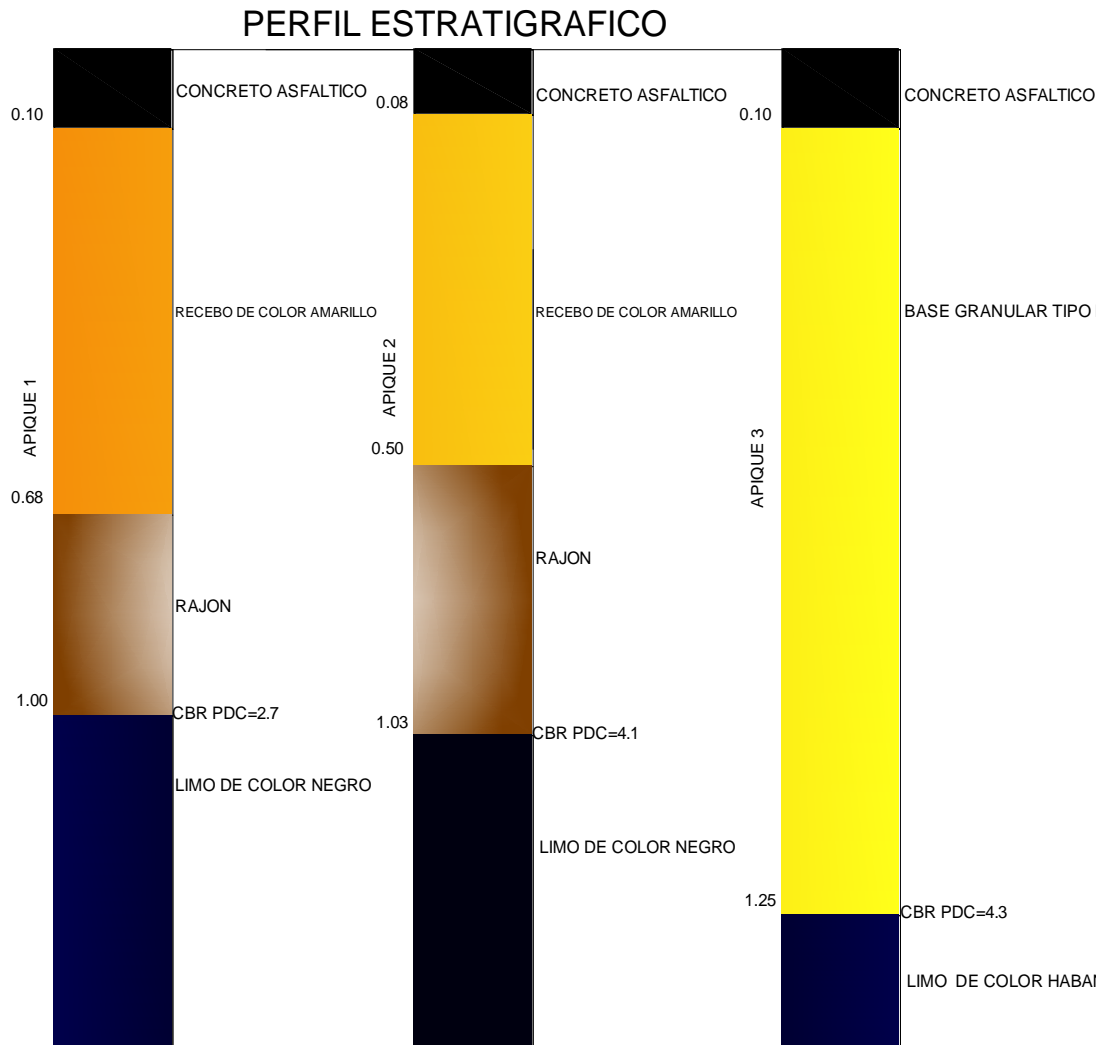
JOSE LEONARDO TORRES BENAVIDES
Laboratorista

JAIME FERNANDO BOTIA ROSAS
Director Técnico

En este Sondeo 3, se puede evidenciar que el material presenta un límite líquido del 25%, y el índice de plasticidad presenta un porcentaje alto (8,9%) comparado con la norma Invias 2007.

7.3.3 Perfil del suelo. Descripción estratigráfica general. (Ver Figura 22).


Figura 22. Perfil Estratigráfico del suelo.



Este perfil muestra cada uno de los sondeos que se realizaron, dos de los cuales presentan mejoramiento del suelo con rajón, sin embargo es de destacar que en el sondeo 3 no se evidencia mejoramiento del suelo con rajón, y es precisamente en este lugar donde se evidencian hundimientos bastante considerables en la vía.

7.3.4 Proctor Modificado. (Ver Tabla 17).

Tabla 17. Resultados Ensayo Proctor Modificado.



JBR
INGENIERIA LTDA
Laboratorio de ingeniería civil

Calle 14 No 18-33
Funza
Cundinamarca
8263984

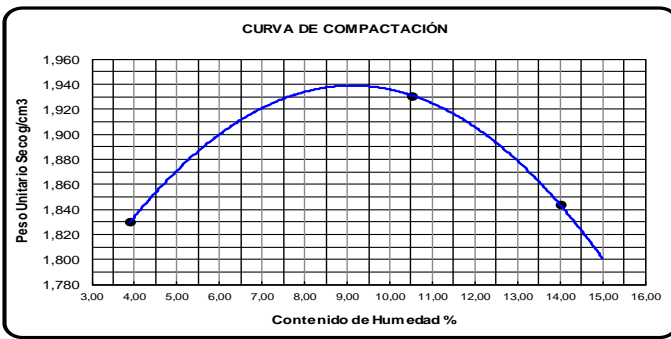
CLIENTE:	HERNAN ZAMBRANO	MUESTRA:	
OBRA:	PLANADAS	ABSCISA:	
LOCALIZACION:	VIA PLANADAS	FECHA RECEPCIÓN:	10-abr-14
CANTERA:	NA	FECHA ENSAYO:	12-abr-14
DESCRIPCION:	MATERIAL GRANULAR DE COLOR AMARILLO		

ENSAYO PROCTOR (INV-E-142)

Método Ensayo: Proctor Modificado

PRUEBA	1	2	3		
No. de Golpes.	56	56	56		
Molde No.	5	5	8		
Contenido de Humedad Deseado, W_D , (%)	4	10,5	14		
Contenido de Humedad Inicial Muestra, w_i , (%)	10,43	10,43	10,43		
Contenido de Humedad Adicional, w_{AD} , (%)	<u>-6,43</u>	<u>0,07</u>	<u>3,57</u>		
Peso Muestra Húmeda, W_{mh} , (g)	6000	6000	6000		
Peso Muestra Seca, W_{ms} , (g)	<u>3843,94</u>	<u>4055,76</u>	<u>3872,81</u>		
Volumen de Agua Adicional, ΔV_w , (cm ³)	<u>-247,17</u>	<u>2,84</u>	<u>138,26</u>		
Peso Muestra Húmeda + Molde, W_{mh+m} , (g)	10015	10504	10436		
Peso Molde, W_m , (g)	6021	6021	6021		
Peso Muestra Húmeda, W_{mh} , (g)	<u>3994,0</u>	<u>4483,0</u>	<u>4415,0</u>		
Contenido de Humedad, w , (%)	<u>3,90</u>	<u>10,53</u>	<u>14,00</u>		
Peso muestra húmeda + recipiente, W_{mh+r} , (g)	314,58	262,23	220,61		
Peso muestra seca + recipiente, W_{ms+r} , (g)	304,65	241,40	198,85		
Peso Recipiente, W_r , (g)	50,29	43,66	43,39		
Volumen Molde, V , (cm ³)	2100,50	2100,50	2100,50		
Peso Unitario Total, γ_t , (g/cm ³)	<u>1,901</u>	<u>2,134</u>	<u>2,102</u>		
Peso Unitario Seco, γ_d , (g/cm ³)	<u>1,830</u>	<u>1,931</u>	<u>1,844</u>		
Peso Unitario Seco, γ_d , (lb/pe ³)	<u>114,25</u>	<u>120,54</u>	<u>115,11</u>		

CLASIFICACIÓN



CURVA DE COMPACTACIÓN

γ_d óptimo (kg/m³) 1,940,0

γ_d óptimo (g/cm³) 1,940

γ_d óptimo (lb/pe³) 121,11

W óptimo (%) 9,0

Material reemplazado
> 19,0 mm o > 4,75 mm

OBSERVACIONES

Nota: _____


JOSE LEONARDO TORRES BENAVIDES
JEFE DE LABORATORIO

JAIME FERNANDO BOTIA ROSAS
Director Técnico

7.3.5 Densidad o Masa Unitaria del suelo. Método del Cono de Arena. (Ver Tabla 18).

Tabla 18. Resultados Densidad. Método del Cono de Arena.

Calle 15 No 18-31
 Funza
 Cundinamarca
 8264051 / 8263984



J.F.R.
INGENIERIA LTDA
Laboratorio de ingeniería civil

CLIENTE:	HERNAN ZAMBRANO	MUESTRA:	
OBRA:	PLANADAS	ESTADO:	
LOCALIZACION:	VIA PLANADAS	FECHA RECEPCIÓN:	10/04/2014
CANTERA:	NA	FECHA ENSAYO:	11/04/2014
DESCRIPCION:	MATERIAL GRANULAR DE COLOR AMARILLO		

**ENSAYO DE PESO UNITARIO EN EL TERRENO (ASTM D 1556-90)
MÉTODO DE CONO Y ARENA**

		1	2	3	4	5	6	7
Abscisa								
Ubicacion								
Peso frasco y arena inicial, W_1	(g)	6120	6049	5981				
Peso frasco y arena restante, W_2	(g)	2635	2717	2612				
Peso arena total usado, $W_1 - W_2$	(g)	3485,00	3332,00	3369,00				
Constante del cono, W_c	(g)	1584	1584	1584				
Peso arena en el hueco, $W_1 - W_c$	(g)	1901,0	1748,0	1785,0				
Peso unitario aparente arena, γ_1	(g/cm ³)	1,400	1,400	1,400				
Volumen del hueco, V	(cm ³)	1357,86	1248,57	1275,00				
Peso material extraído húmedo, W_s	(g)	2456,00	2296,00	2602,00				
Contenido de humedad, w	(%)	7,3%	7,8%	7,0%				
Peso muestra húmeda + recipiente, W_{moj}	(g)	210,63	227,65	220,61				
Peso muestra seca + recipiente, W_{seca}	(g)	199,53	214,36	208,96				
Peso recipiente, W_r	(g)	46,8	44,1	43,3				
Peso material extraído seco, W_s	(g)	2289,59	2129,75	2431,04				
Gravas retenidas tamiz 3/4" campo, M_s	(%)	10,6	12,2	6,9				
Peso unitario Seco del material, γ_d	(g/cm ³)	1,69	1,71	1,91				
Peso unitario seco óptimo material, $\gamma_{d\text{ óptimo}}$	(g/cm ³)	1,94	1,94	1,94				
Peso unitario seco óptimo corregido, $\gamma_{d\text{ óptimo}}^c$	(g/cm ³)							
Contenido de humedad óptimo laboratorio, w	(%)	9,0	9,0	9,0				
Compactación terreno	(%)	86,9	87,9	98,3				
Compactación especificada	(%)							
DIRECCION								

Método Ensayo CONO Y ARENA

OBSERVACIONES LOS PORCENTAJES DE COMPACTACION NO CUMPLEN CON LA ESPECIFICACION

JOSE LEONARDO TORRES BENAVIDES
JEFE DE LABORATORIO

JAIME FERNANDO BOTIA ROSAS
DIRECTOR TECNICO

Los porcentajes de compactación obtenidos fueron: 86,9% - 87,9% - 98,3%. Estos valores son comparados de acuerdo a la norma ASTM1557, que pone como porcentaje de compactación mínimo el 95%. Por tanto no cumpliría con la Norma.

7.3.6 CBR (Relación de Soporte de California). (Ver Tabla 19).

Tabla 19. Resultados CBR Apique 1.

CBR% PENETROMETRO DINAMICO DE CONO															
GOLPE	LECTURA (mm)	Golpes acumulados	PENETRACIÓN ENTRE LECTURAS (mm)	PENETRACIÓN POR GOLPE (mm/golpe)	CBR (%)										
					US CORP	La Vialidad	HARRISON (AUSTRALIA)	KLEIN (SUDAFRICA)	TOSTICARELLI (ARGENTINA)	TRL	SUELOS TROPICALES	KLEIN	SUELOS BLANDOS DE LA SABANA	IDU	
0	95	0	95	0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	0	0	0	0	0
1	150	1	55	55	3,3	1,4	3,3	2,6	6,7	4,4	2,1	2,5	1,7	3,3	3,3
1	210	2	60	60	3,0	1,2	2,9	2,3	6,1	4,0	1,8	2,3	1,5	3,0	3,0
1	300	3	90	90	1,9	0,7	1,7	1,4	4	2,6	1	1,4	0,9	1,9	1,9
1	340	4	40	40	4,7	2,1	5,0	3,8	9,4	6,1	3,2	3,8	2,5	4,7	4,7
1	380	5	40	40	4,7	2,1	5,0	3,8	9,4	6,1	3,2	3,8	2,5	4,7	4,7
1	420	6	40	40	4,7	2,1	5,0	3,8	9,4	6,1	3,2	3,8	2,5	4,7	4,7
1	460	7	40	40	4,7	2,1	5,0	3,8	9,4	6,1	3,2	3,8	2,5	4,7	4,7
1	510	8	50	50	3,7	1,5	3,7	2,9	7,4	4,8	2,4	2,9	1,9	3,7	3,7
1	540	9	30	30	6,5	3,1	7,3	5,5	12,7	8,3	4,8	5,5	3,5	6,5	6,5
1	580	10	40	40	4,7	2,1	5,0	3,8	9,4	6,1	3,2	3,8	2,5	4,7	4,7
1	610	11	30	30	6,5	3,1	7,3	5,5	12,7	8,3	4,8	5,5	3,5	6,5	6,5
1	650	12	40	40	4,7	2,1	5,0	3,8	9,4	6,1	3,2	3,8	2,5	4,7	4,7
1	675	13	25	25	7,9	4,0	9,2	6,9	15,3	10,1	6,3	7	4,4	7,9	7,9
1	710	14	35	35	5,4	2,5	5,9	4,5	10,8	7,0	3,9	4,5	2,9	5,4	5,4
1	735	15	25	25	7,9	4,0	9,2	6,9	15,3	10,1	6,3	7	4,4	7,9	7,9
1	775	16	40	40	4,7	2,1	5,0	3,8	9,4	6,1	3,2	3,8	2,5	4,7	4,7
2	810	18	35	18	11,8	6,4	14,8	10,8	22,3	14,7	10,3	11	6,9	11,8	11,8

PDC (Golpes)

CBR (%)

N° Golpes

NUMERO DINAMICO		45,00
CORRELACION VARIOS PAISES		
HARRISON (AUSTRALIA)	CBR%	4,2
KLEIN (SUDAFRICA)	CBR%	3,3
TOSTICARELLI (ARGENTINA)	CBR%	8,3
TRL	CBR%	5,4
KLEIN	CBR%	3,3
		4,9

APIQUE 1

CORRELACIONES A NIVEL DE COLOMBIA		
SUELOS TROPICALES	CBR%	2,7
SUELOS BLANDOS DE LA SABANA	CBR%	2,1
CIVILTEC LA VIALIDAD	CBR%	1,8
CUERPO DE INGENIEROS MILITARES	CBR%	4,1
PROMEDIO	CBR%	2,7

En cuanto al resultado del CBR, este presenta un promedio de 2,7%. Este valor está por debajo, comparado con las correlaciones establecidas a nivel nacional, en especial la correlación de suelos blandos de la sabana, que presenta un CBR Promedio de: 3,2%.

7.3.7 Nivel Freático.

Es importante destacar que no se encontró nivel freático presente durante las perforaciones; Esto debido a que las perforaciones se realizaron en una época seca, sin embargo se debe tener en cuenta que la zona objeto de estudio por estar presente en la Sabana de Bogotá, tiene periodos de lluvias intensos en donde el nivel freático alcanza niveles muy altos que en algunos casos llegan hasta la superficie.

8. ANALISIS DE RESULTADOS.

Después de haber desarrollado las tres fases que comprenden el cuerpo de este trabajo de investigación y de haber analizado la información obtenida, podemos establecer y describir los siguientes resultados:

Como resultado del desarrollo de la Fase 1 cuyo objetivo comprendía la descripción de la zona de estudio se puede afirmar que la vía objeto de estudio se encuentra ubicada en una zona lacustre marginal que comprende la sabana de Bogotá, es un suelo moderadamente profundo con muy baja inclinación y que se encuentra entre los 2.542,5 y los 2.544,5 m.s.n.m. se determinó que el tipo de suelo que predomina en el barrio Planadas se encuentra entre la Serie La Balsa ubicada dentro de la planicie del río Bogotá, la Serie Media Luna y la Serie Tibaitatá siendo esta última la más representativa dentro del municipio de Mosquera con una extensión aprox. de 797 Hectáreas.

Dentro de las características de este tipo de suelos se encuentra la presencia de arcilla y oscilaciones del nivel freático, sus texturas son arcillosas, franco arcillo arenosas y franco arcillo limosa al tacto.

La zona presenta una temperatura promedio de 14°C y con variaciones diarias entre 0°C en la noche y 18°C en el día, correspondiente a un clima frío.

Es de anotar que en esta zona se establecieron los primeros asentamientos subnormales del municipio de Mosquera, y que está clasificada actualmente dentro del Plan Básico de Ordenamiento Territorial del municipio como zona urbana.

En el desarrollo de la Fase 2 enfocada hacia la descripción de los daños existentes en la vía, se pudo comprobar que ésta presenta diferentes daños a lo largo de toda su longitud.

El tramo escogido para evaluar fue de 200 m, abarcado cada 20m para un total de 1400m² diagnosticados. El daño más relevante encontrado en la inspección visual es el fisuramiento de la carpeta asfáltica, identificado y clasificado según la guía Invias como piel de cocodrilo, daño que está presente en casi toda la vía con pérdida de materiales y que representa el 71,04% del área total del tramo de vía estudiado, seguido de algunos baches profundos y hundimientos bastante considerables clasificados dentro de las deformaciones y que ocupan en algunos casos todo el ancho de la vía, con una

representación del 51,21% del tramo estudiado. Estos daños identificados están clasificados como daños de tipo estructural según la guía Invias.

Es importante resaltar en esta fase que los hundimientos que presenta la vía han sido rellenados, algunos con material de escombros, otros con desechos de piedras y en ciertas partes de la vía le han sobrepuesto pedazos de asfalto, aumentando las imperfecciones en la vía, estos hundimientos correspondieron al lugar donde se efectuó el sondeo 3, el cual no presenta mejoramiento con rajón si no solamente se recibió compactado. También que la vía presenta una señal de tránsito al comienzo de la misma de restricción a 5 Ton, señal que no es respetada por los usuarios de la vía.

Sin embargo en la determinación del tránsito se estableció que más del 50% de los vehículos que transitan son automóviles y que los camiones que sobrepasan la restricción no superan el 10%.

Teniendo en cuenta los resultados de la fase 2 en los que se identificaron daños que en su mayoría fueron clasificados en nivel de gravedad 3, que es el nivel máximo indicado en la guía Invias para un daño, se desarrolló La Fase 3, guiada hacia la exploración del suelo.

Para esta fase se realizaron 5 ensayos de laboratorio al suelo y los resultados obtenidos en estos ensayos demuestran que el paquete estructural de la vía es técnicamente deficiente, teniendo en cuenta que según las bases analizadas del INVIAS y del IDU, el material no encaja dentro del huso granulométrico para todas las curvas granulométricas realizadas, por lo tanto este material granular no cumple con ningún tipo de especificación. Así mismo de acuerdo con los sondeos realizados se pudo establecer que algunas zonas de la vía no presentan capa de mejoramiento del suelo con rajón, por lo tanto son estas zonas en donde se evidencian los mayores daños de la vía, lo cual puede deberse al arrastre de partículas de tamaño pequeño en presencia de agua.

Es de anotar que analizando la curva granulométrica se pudo determinar que la porción de suelo analizada es un tipo de suelo SC según clasificación (USCS) arena arcillosa con grava de color amarillo a café claro y que presenta un porcentaje de material fino del 32%, valor muy superior al 15% que corresponde al valor máximo permitido según la norma Invias INVE- N 330-07, lo que indica que la porción de suelo analizada contiene una alta presencia de material fino (Pasa tamiz No.200).

En cuanto a los límites de Atterberg, el límite líquido presenta un valor de 25,3% que comparado con el valor máximo para el límite establecido en la norma I.N.V.E 2007 del 40%, este valor obtenido sería considerablemente bajo, haciendo que el material en presencia de un poco cantidad de agua, llegue a un estado fluido rápidamente.

En cuanto a la plasticidad del material analizado y tomando como referencia la norma Invias 2007, para la base granular, el índice de plasticidad no debe ser superior al 3%, para este caso los ensayos indican que supera el 8%, se puede establecer entonces que en temporadas invernales se puede afectar la carpeta asfáltica, ya que esta base eventualmente tendría excesivas deformaciones generando deterioro sobre la vía.

En cuanto al grado de compactación del terreno, el ensayo Proctor modificado presento porcentajes de 86,9% – 87,9% – 98,3% de compactación respectivamente, que de acuerdo a la norma ASTM 1557, los primeros dos valores no cumplirían con el porcentaje de compactación ya que este valor según la norma deberá ser como mínimo el 95% de compactación.

También se encontró que la relación de soporte de california (CBR), obtenida es muy baja, ya que ésta presenta un CBR promedio del 2,7%, que de acuerdo a las clasificaciones establecidas a nivel nacional para este tipo de ensayo correspondería a un suelo muy blando.

9. CONCLUSIONES

El presente trabajo de investigación permite concluir que una correcta obra de rehabilitación vial depende de un conjunto de factores que concatenados y/o articulados de manera eficiente permiten mejorar y optimizar el estado de una vía.

Esta investigación partió del hecho de saber que la vía de acceso al barrio Planadas ubicada en el municipio de Mosquera C/Marca presenta un estado de deterioro considerable en su estructura, por lo tanto era necesario realizar un diagnóstico de falla de la vía que permitiera conocer el porqué de los deterioros presentados en la misma.

La investigación se desarrolló en 3 fases: En la fase 1 se realizó una descripción completa de la zona de estudio, se identificaron las características geográficas, topográficas, sociales y demográficas del contexto que son importantes al realizar una investigación o adelantar un proyecto ya que estos son factores fundamentales que incidieron de manera directa en la conceptualización de los resultados esperados. Esta investigación detallada de los factores en mención hace parte fundamental del proceso de planeación de cualquier obra civil que se tenga previsto desarrollar.

En la fase 2 se describió el estado actual que presentaba la vía, conociendo cada uno de los daños y se estableció el tipo de deterioro correspondiente. Así mismo en la fase 3 se realizó una exploración del subsuelo que permitió obtener datos y características de los materiales que conforman la estructura de la vía.

Es de anotar que en el campo de la Ingeniería Civil se cuenta con una serie de Normas y documentos importantes que permiten determinar el estado actual de cualquier tipo de obra, para este caso, los documentos encontrados y las normas aplicadas a esta investigación permitieron establecer claramente el tipo de deterioros presentados en la vía objeto de estudio, clasificar su nivel de gravedad y reconocer algunas de las posibles causas de su deterioro.

Teniendo como base fundamental de toda investigación el proceso de experimentación, aplicado en la fase 2, la realización de los diferentes ensayos de laboratorio que se

ejecutaron durante la fase 3 de este proyecto, y demás elementos incorporados en la investigación, se pudo realizar el análisis del suelo y en especial la caracterización de los materiales que lo componen para poder analizar su incidencia en el deterioro de la vía y poder determinar desde el punto de vista técnico y en especial desde la misma normatividad expedida por Invias, las causas de los daños observados en la vía y las posibles alternativas a implementar para recuperar esta importante vía de acceso al barrio planadas del municipio de Mosquera.

En el proceso de planeación y ejecución de este proyecto de investigación es importante reconocer que la consulta documental de los diferentes documentos referentes a la Ingeniería civil y en especial a la línea de construcción de vías, así como la realización de diferentes visitas de campo y el análisis de los resultados de los ensayos de laboratorio permitió realizar el diagnóstico de falla de la estructura de pavimento flexible vía principal Barrio Planadas (Mosquera-C/marca).

Los aportes realizados por los tutores de la universidad y la consulta de los documentos que se requirió en este proceso de investigación me ayudaron a consolidar mi formación como futuro ingeniero y a poner en práctica los conocimientos obtenidos a lo largo de mi carrera lo cual me llevó a motivarme más hacia mi desempeño profesional. Esta investigación servirá de base para que futuras investigaciones sobre diagnósticos de falla en la línea de geotecnia tengan un documento guía y unos parámetros claros para aplicar en el estudio de los diferentes daños que se presentan en las vías.

BIBLIOGRAFIA

GOBERNACIÓN DE CUNDINAMARCA. Documento Diagnóstico de Mosquera. Tomo 1. [Online] Mosquera, Colombia, 2014. Available from world wide web<<http://mosquera-cundinamarca.gov.co/index.shtml>http://www.planeacion.cundinamarca.gov.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/sig_doc_2000%20mosquera%20Diagnostico%20tomo%20I.pdf

ALCALDIA MUNICIPAL DE MOSQUERA.PBOT. Plan Básico de Ordenamiento Territorial. Mosquera-Cundinamarca. 2009. Available from world wide web<<http://mosquera-cundinamarca.gov.co/index.shtml#2>

BOTÍA, Jaime Fernando, Diagnóstico de falla y estudio de suelos del pavimento flexible vía “Club San Andrés-La Punta” Municipio de Funza, Cundinamarca. Funza, 2006. 59 Págs.

HERNANDEZ Muñoz; MOLINA Medrano y REYES Melgar. Propuesta de elaboración de un manual práctico para el control de calidad en el mantenimiento de pavimentos asfálticos. Págs. 195. Publicación 2007, San miguel, Salvador, Centroamérica.

ICONTEC, Norma Técnica Colombiana 1486, Documentación. Presentación de Tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación.

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS, “Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras”, Segunda Edición. Págs. 509. Bogotá 2007.

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTE. Grupo de Apoyo de mantenimiento vial. Pavimentos Flexibles y semirrígidos. Descripción de los daños. Ingeroute. Diciembre de 1991.

MINISTERIO DE TRANSPORTE. Manual para el mantenimiento de la red vial secundaria (pavimentada y en afirmado). [Online] Bogotá, Colombia, 2014. Available from world wide web<<http://web.mintransporte.gov.co/pvr/images/stories/documentos/pavimentos1>

LISTAS ESPECIALES

	Pág.
LISTA DE FIGURAS.	
Figura 1. Esquema. Estructura de Pavimento Flexible.	14
Figura 2. Falla de un terraplén bajo un pavimento.	23
Figura 3. Ubicación Geográfica de Mosquera - Cundinamarca.	26
Figura 4. Ubicación geográfica Barrio Planadas – Mosquera/Cundinamarca.	27
Figura 5. Ubicación geográfica Barrio Planadas – Mosquera/Cundinamarca.	28
Figura 6. Vía de acceso principal al barrio Planadas. Carrera 11.	29
Figura 7. Daño visible sobre la vía.	29
Figura 8. Hundimiento transversal sobre la vía.	30
Figura 9. Señal. Prohibido el tránsito de camiones.	48
Figura 10. Señal de restricción a 5 Ton.	48
Figura 11. Identificación de Andenes y sumideros.	49
Figura 12. Piel de Cocodrilo en la vía.	51
Figura 13. Tramo de vía con piel de Cocodrilo.	52
Figura 14. Asentamiento longitudinal en la vía.	53
Figura 15. Asentamiento transversal en la vía.	53
Figura 16. Hundimiento localizado en la vía de forma circular.	54
Figura 17. Bache profundo 1 localizado en sentido perpendicular al eje de la vía.	55
Figura 18. Bache profundo 2 localizado en sentido perpendicular al eje de la vía.	55
Figura 19. Parches deteriorados en la vía.	56
Figura 20. Parches de concreto asfáltico en la vía.	56
Figura 21. Perdida de un fragmento de la capa asfáltica de la vía.	57
Figura 22. Perfil Estratigráfico del suelo.	74
LISTA DE TABLAS.	
Tabla No.1 Clasificación general los deterioros de los pavimentos asfálticos.	17
Tabla 2. Niveles de gravedad de los deterioros del Tipo A.	20
Tabla 3. Niveles de gravedad de los deterioros del Tipo B	21
Tabla 4. Determinación del Tránsito actual de la vía. (X 1Hora).	50

Tabla 5. Deformaciones presentadas en la vía.	58
Tabla 6. Fisuramientos presentados en la vía.	59
Tabla 7. Desprendimientos presentados en la vía.	60
Tabla 8. Curva Granulométrica. Material Tipo BG1.	62
Tabla 9. Curva Granulométrica. Material Tipo SBG1.	63
Tabla 10. Curva Granulométrica. Material Tipo AF1.	64
Tabla 11. Curva Granulométrica. Material Tipo B-200.	65
Tabla 12. Curva Granulométrica. Material Tipo B-400.	66
Tabla 13. Curva Granulométrica. Material Tipo B-600.	67
Tabla 14. Límites de Atterberg, Granulometría y Clasificación. Sondeo 1.	68
Tabla 15. Límites de Atterberg, Granulometría y Clasificación. Sondeo 2.	70
Tabla 16. Límites de Atterberg, Granulometría y Clasificación. Sondeo 3.	72
Tabla 17. Resultados Ensayo Proctor Modificado.	74
Tabla 18. Resultados Densidad. Método del Cono de Arena.	75
Tabla 19. Resultados CBR Apique 1.	76

LISTA DE GRÁFICOS.

Gráfico1. Porcentajes de tránsito de vehículos en la vía.	50
Gráfico2. Porcentajes de daños en la vía.	61

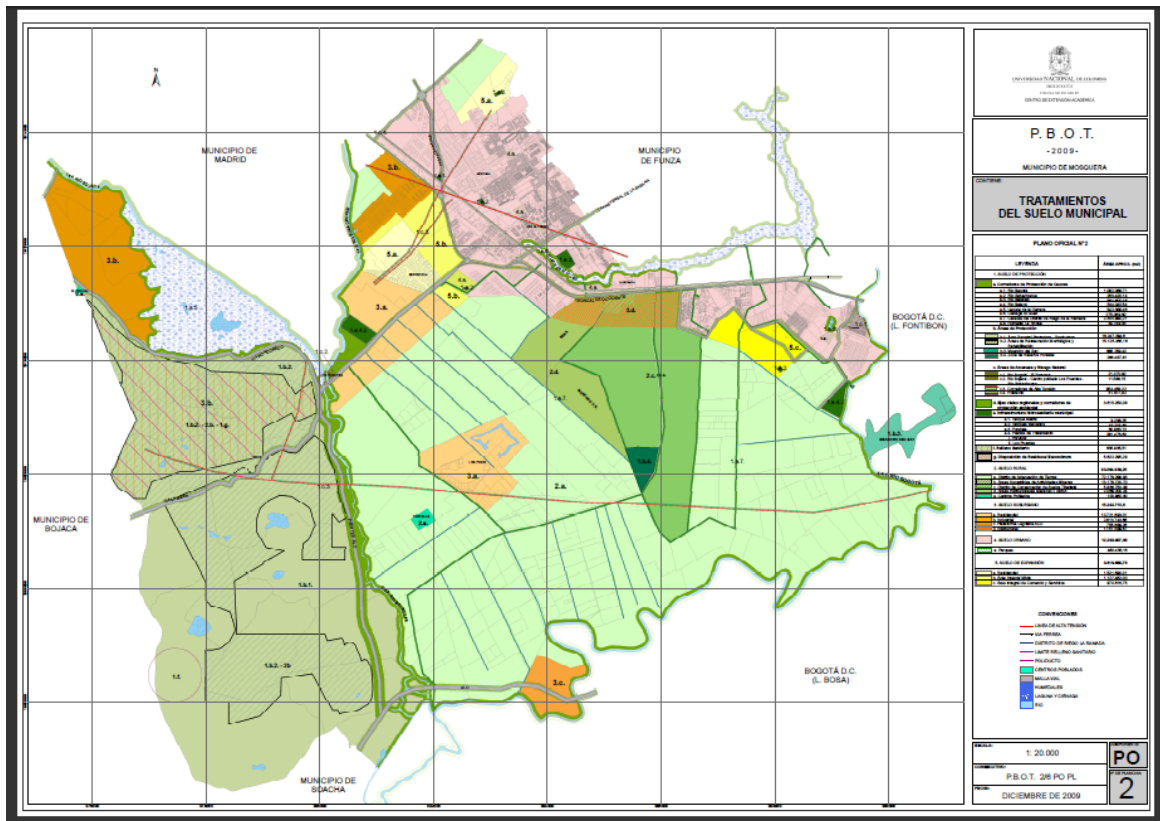
LISTA DE ECUACIONES.

Ecuación1. Nivel de gravedad promedio.	22
---	----

LISTA DE ANEXOS.

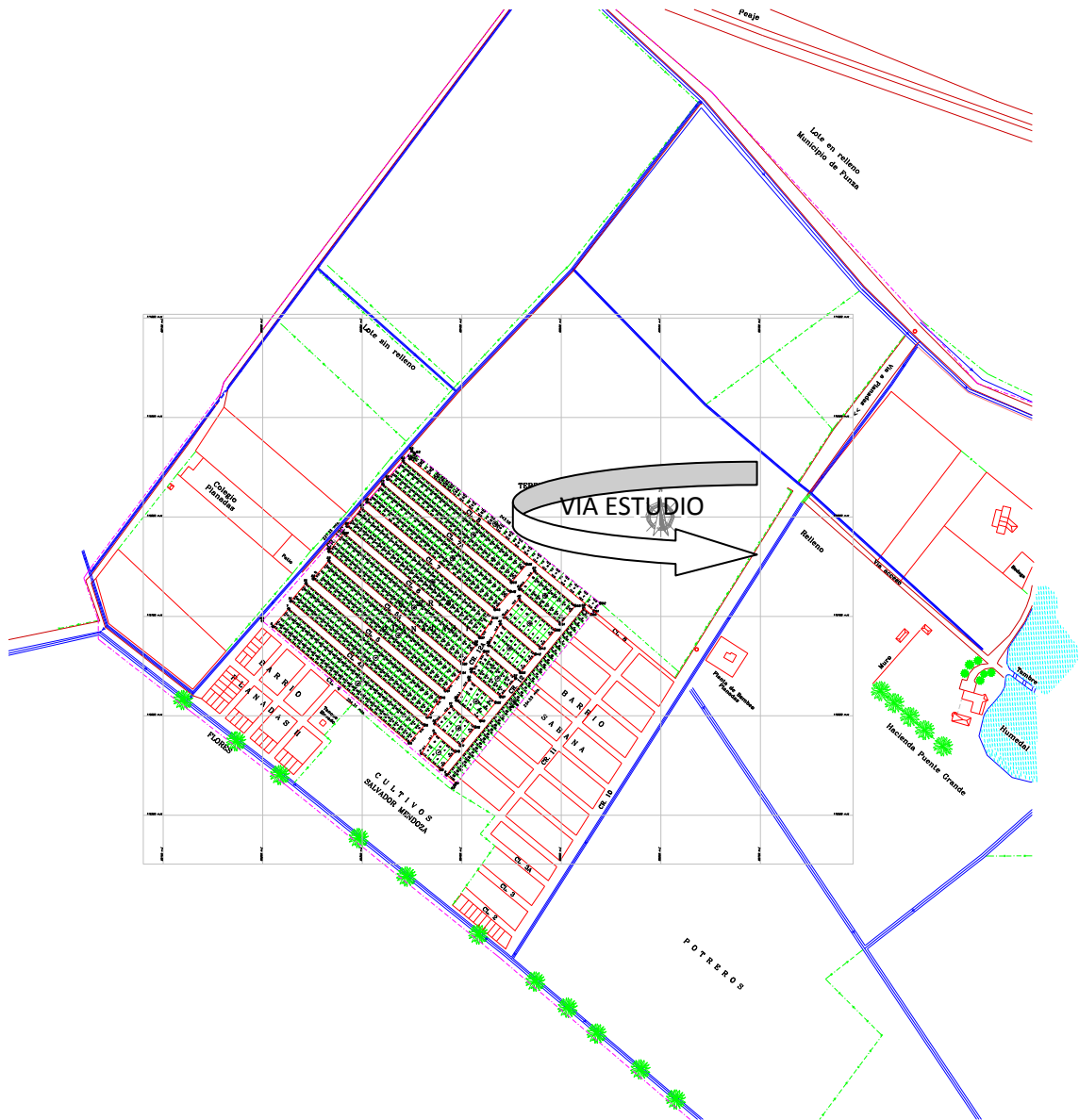
Anexo A. Mapa 1. Tratamientos y uso del suelo municipal.	86
Anexo B. Mapa 2. Mapa localización Barrio Planadas.	87

Anexo A. Mapa 1. Tratamientos y uso del suelo municipal.



Fuente: Tomada del PBOT 2009. Mosquera – C/Marca.

Anexo B. Mapa 2. Mapa localización vía Barrio Planadas.



Fuente: Tomada del PBOT 2009. Oficina de Planeación Mosquera – C/Marca.