

**“DETERMINAR UN PLAN DE ACCIÓN PARA LA CALLE 19 ENTRE  
CARRERAS 32 Y 35 DE LA CIUDAD DE NEIVA, DONDE LOS ÁRBOLES  
PLANTADOS EN EL SEPARADOR CENTRAL VIAL PRESENTAN UN  
CRECIMIENTO DESMEDIDO EN SUS RAÍCES, GENERANDO DETERIORO EN  
EL PAVIMENTO”**



**Propuesta de Trabajo de grado presentada como requisito parcial para optar  
al Título de Ingeniero Civil**

**OPCIÓN DE GRADO: TRABAJO DE GRADO**

**ASTRID ELENA URIBE ZAMORA**

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA**

**FACULTAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA – FAEDIS**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL**

**NEIVA, DICIEMBRE 03 DE 2016**

**“DETERMINAR UN PLAN DE ACCIÓN PARA LA CALLE 19 ENTRE CARRERAS 32 Y 35 DE LA CIUDAD DE NEIVA, DONDE LOS ÁRBOLES PLANTADOS EN EL SEPARADOR CENTRAL VIAL PRESENTAN UN CRECIMIENTO DESMEDIDO EN SUS RAÍCES, GENERANDO DETERIORO EN EL PAVIMENTO”**



**ASTRID ELENA URIBE ZAMORA**

**CÓDIGO: D7301932**

**Propuesta de grado presentada como requisito parcial para optar al Título de Ingeniero Civil**

**Tutor: Ing. DANIEL RICARDO PAZ CARRILLO**

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA  
FACULTAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA – FAEDIS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
NEIVA, DICIEMBRE 03 DE 2016**

Neiva, Diciembre 03 de 2016

Señores:

**COMITÉ DE OPCIÓN DE GRADO  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
FACULTAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA  
UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA**  
Ciudad.-

**Ref.:** Presentación propuesta

En cumplimiento del reglamento de la Facultad para el desarrollo de la Opción de Grado, me permito presentar para los fines pertinentes la propuesta titulada: “DETERMINAR UN PLAN DE ACCIÓN PARA LA CALLE 19 ENTRE CARRERAS 32 Y 35 DE LA CIUDAD DE NEIVA, DONDE LOS ÁRBOLES PLANTADOS EN EL SEPARADOR CENTRAL VIAL PRESENTAN UN CRECIMIENTO DESMEDIDO EN SUS RAÍCES, GENERANDO DETERIORO EN EL PAVIMENTO”

El Tutos es el Ingeniero Daniel Ricardo Paz Carrillo.

Atentamente,

**Astrid Elena Uribe Zamora**  
Código: D7301932  
Estudiante de Ingeniería Civil

## APROBACIÓN

La propuesta de grado titulada "DETERMINAR UN PLAN DE ACCIÓN PARA LA CALLE 19 ENTRE CARRERAS 32 Y 35 DE LA CIUDAD DE NEIVA, DONDE LOS ÁRBOLES PLANTADOS EN EL SEPARADOR CENTRAL VIAL PRESENTAN UN CRECIMIENTO DESMEDIDO EN SUS RAÍCES, GENERANDO DETERIORO EN EL PAVIMENTO", opción de grado Trabajo de Investigación, presentada por la estudiante Astrid Elena Uribe Zamora en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al título de "Ingeniero Civil" fue aprobada por el Director:



---

Ing. DANIEL RICARDO PAZ CARRILLO

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>8</b>
• <b>ÁREAS.....</b>	<b>9</b>
• <b>ANTECEDENTES.....</b>	<b>10</b>
• <b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>11</b>
<b>DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA.....</b>	<b>12</b>
• <b>OBJETIVOS.....</b>	<b>14</b>
• <b>MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE.....</b>	<b>15</b>
<b>METODOLOGÍA PROPUESTA.....</b>	<b>28</b>
<b>RESULTADOS ESPERADOS.....</b>	<b>29</b>
<b>DEFINICIÓN DE CRITERIO TÉCNICO PARA RECOMENDACIÓN DEL PLAN DE MANEJO.....</b>	<b>29</b>
<b>PROBLEMAS FITOSANITARIOS EVALUADOS.....</b>	<b>30</b>
<b>TALA DE ÁRBOLES EN EL TRAMO VIAL EVALUADO.....</b>	<b>31</b>
<b>LA PODA DE ÁRBOLES EN EL TRAMO VIAL EVALUADO.....</b>	<b>33</b>
<b>ALCORQUES, DISTANCIA DE PLANTACIÓN DEL ARBOLADO URBANO Y TIPOS DE EMPLAZAMIENTO.....</b>	<b>33</b>
<b>ESPECIES RECOMENDADAS PARA SEPARADORES VIALES ANGOSTOS.....</b>	<b>34</b>
<b>CASCABELA THEVETIA.....</b>	<b>35</b>

<b>LLUVIA DE ORO:</b> .....	<b>36</b>
<b>BOUGAINVILLEA</b> .....	<b>36</b>
<b>DISEÑO DE PAVIMENTOS</b> .....	<b>38</b>
<b>OBJETIVO GENERAL</b> .....	<b>40</b>
<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>40</b>
<b>CARACTERÍSTICAS DE PAVIMENTOS</b> .....	<b>40</b>
<b>PARÁMETROS DE DISEÑO</b> .....	<b>41</b>
<b>CONCLUSIONES DEL DISEÑO DE PAVIMENTOS</b> .....	<b>42</b>

## LISTA DE IMÁGENES

Imágen 1 : Comunas y Barrios de Neiva.....	12
Imágen 2: Comuna Cinco.....	13
Imágen 3: Calle 19 entre Carrera 32 y 35.....	13
Imágen 4: Cascabela Thevetia.....	35
Imágen 5 : Lluvia de Oro.....	36
Imágen 6: Buganvilla.....	37

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Parámetros utilizados en el proceso de recolección de información.....	17
---	----

## INTRODUCCION

Las zonas verdes favorecen a la comunidad en general, ya que más allá de la parte ornamental, cumplen un papel trascendental para mejorar la calidad del aire, disminuir la contaminación atmosférica, reducir los niveles de ruidos y ampliar la biodiversidad de la zona.

En Neiva durante los últimos años se ha incrementado un problema de tipo ambiental, el cual ha ocasionado daños en el pavimento; años atrás la comunidad con el ánimo de hacer un túnel verde en el tramo de la Calle 19 con Carrera 32 y 35, se dedicó a sembrar en el separador central árboles sin tener en cuenta las especies y las especificaciones mínimas para plantarlos. Se cumplió con el objetivo a corto plazo, pero la comunidad no esperaba que estos individuos se desarrollaran al máximo y su sistema radicular al encontrarse superficial empezara a buscar espacio para crecer, lo cual consiguió fracturando el pavimento.

Con el resultado obtenido de este trabajo, será posible conocer el estado actual de la arborización de la Calle 19 con Carrera 32 a 35 de la ciudad de Neiva y así mismo determinar un plan de manejo adecuado para poner en marcha lo más pronto posible, para evitar daños mayores.



“DETERMINAR UN PLAN DE ACCIÓN PARA LA CALLE 19 ENTRE CARRERAS 32 Y 35 DE LA CIUDAD DE NEIVA, DONDE LOS ÁRBOLES PLANTADOS EN EL SEPARADOR CENTRAL VIAL PRESENTAN UN CRECIMIENTO DESMEDIDO EN SUS RAÍCES, GENERANDO DETERIORO EN EL PAVIMENTO”

- **ÁREAS.**

- ❖ **Área Ambiental:** Se hace necesario realizar la caracterización de las especies de árboles plantados en el separador central vial de la Calle 19 entre Carreras 32 y 35 de la ciudad de Neiva, que por su tamaño han presentado un crecimiento desmedido de las raíces, lo cual ha generado deterioro en el pavimento y su follaje afecta la iluminación pública.

- ❖ **Área de Pavimentos:** Identificar los tramos ubicados en la Calle 19 entre Carreras 32 y 35 donde las raíces de los árboles plantados en el separador central vial ha causado fisuras transversales de mediana y alta severidad en el pavimento de este sector de Neiva, para lo cual se hace necesario restituir los tramos afectados.

- **ANTECEDENTES**

En la Calle 19 entre Carrera 32 y 35, encontramos un serio problema que viene afectando a la comunidad durante la última década y es que en el separador central vial de este tramo, se encuentran plantadas especies como el Oití o *Licania Tormentosa*, Vainillo o *Velero Senna spectabilis*, el Mamoncillo o *Melicoccus bijugatus*, el Payandé o *Pithecellobium dulce* y la Acacia Forrajera o *Leucaena leucocephala*, las cuales son especies que por su gran tamaño son inapropiadas para plantarse en espacios reducidos; se encuentran en su etapa adulta y con el desarrollo desmedido de sus raíces, ha hecho que el pavimento presente daños, entre los cuales encontramos grietas longitudinales y transversales de mediana y alta severidad, desprendimiento de la capa de pavimento debido a los esfuerzos generados por las raíces, entre otros que se tendrán en cuenta en esta investigación.

El problema es más grave de lo que parece, ya que los árboles se encuentran en su etapa adulta y presentan irregulares estados fitosanitarios, es necesario que la Alcaldía Municipal tome cartas en el asunto de manera inmediata brindándole solución a los residentes del sector, ya que una parte considerable está alquilando o vendiendo su propiedad, por los daños que ha generado las raíces de los árboles al pavimento, lo cual genera incomodidad al momento de transitar por la zona.

- **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

El problema que encontramos en la Calle 19 entre Carreras 32 y 35, es el crecimiento desmedido de las raíces de las especies plantadas en el separador central, las cuales han generado una serie de daños en este sector, afectando gravemente al pavimento, causando malestar e inconformidad a los propietarios de las viviendas de dicho sector e incrementando el índice de accidentalidad y de inseguridad.

Bajo este contexto, se plantea el siguiente problema:

**“En la Calle 19 entre Carreras 32 y 35, los árboles plantados en el separador central, generaron daños al pavimento.”**

De acuerdo con esta situación, el interrogante principal del proyecto propuesto se define como:

**¿Qué se puede hacer con los árboles plantados en el separador central de la Calle 19 entre Carrera 32 y 35, para evitar daños más graves en este sector?**

## DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA

Este trabajo se llevara a cabo en la Calle 19 entre Carrera 32 y 35 de la Ciudad de Neiva, teniendo en cuenta que se ha seleccionado por ser el punto más crítico que requiere una pronta intervención.



**Imágen 1 : Comunas y Barrios de Neiva**  
Tomado de: <https://es.wikipedia.org/wiki/Neiva>



- **OBJETIVOS**

- ***Objetivo general:***

Determinar un Plan de Acción para la Calle 19 entre Carreras 32 y 35 de la Ciudad de Neiva, donde los Árboles Plantados en el Separador Central Vial Presentan un Crecimiento Desmedido en sus Raíces.

- ***Objetivos específicos:***

- ❖ Identificar los árboles que se encuentran en el separador central vial y que presentan alta incidencia en el deterioro de la infraestructura vial.
    - ❖ Caracterizar las especies plantadas en el separador central vial.
    - ❖ Sugerir un plan de manejo de los arboles acorde a la normatividad vigente.
    - ❖ Determinar los espesores de las capas del pavimento.
    - ❖ Elaboración del presupuesto con base a la estructura de diseño en pavimento flexible.

- **MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE**

El sector materia de investigación, Calle 19 entre Carrera 32 y 35, estrato 3, cuenta con una longitud de 263 metros, donde encontramos un perfil vial de doble calzada con un ancho de 7 metros, en pavimento rígido y un separador.

Teniendo en cuenta que la Calle 19 es la principal arteria que comunica las carreras desde la 32 hasta la 35 con las zonas comerciales cercanas y barrios vecinos, donde el flujo vehicular es alto durante el día por ser ruta de buses de servicio público y al estar ubicado en la carrera 32 la Institución Educativa Atanasio Girardot, CASD.

Podemos apreciar que los árboles presentan irregulares estados fitosanitarios y se encuentran inventariados por la Empresa Electro Huila, la cual ha venido adelantando una campaña para realizar descopes a los arboles de gran tamaño evitando que estos interfieran con la redes eléctricas.

En cuanto a las redes de Acueducto y Alcantarillado, Las Empresas Públicas de Neiva Las CEIBAS, en comunicado recibido N° 007475 de 07 de septiembre de

2016, por parte de la Subgerente Técnica y Operativa , Ingeniera Olga Lucia Acosta Guzmán, manifiesta lo siguiente:

- Las redes de Acueducto se encuentran en sentido norte de la vía sentido oriente – occidente, donde no alcanza a ser afectadas por las raíces de los árboles.
- Las redes de Alcantarillado no se afectaron ya que la profundidad de las redes superan los 2 metros y estas raíces son superficiales.

Durante el recorrido en el área materia de investigación, se identificaron sesenta individuos de los cuales veinticinco presenta algún tipo de conflicto, donde el mayor problema es el daño ocasionado al pavimento; encontramos ocho especies, de las cuales cinco son predominantes con rangos de altura de 2 a 5 metros y de 5 a 10 metros, que se diagnosticaron, recopilando para cada uno de ellos la siguiente información: nombre científico, nombre común, circunferencia, altura, valoración del estado fitosanitario, problemas del individuo, tipo de conflicto que está generando y su localización; para lo cual se utilizó la siguiente tabla de parámetros.



PARAMETRO	CONDICIONES
Estado fitosanitario	Bueno, regular, malo.
Problemas del individuo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ataque de patógenos/insectos.</li> <li>• Descopado, desmoche o “topping”.</li> <li>• Presencia de epífitas.</li> <li>• Presencia de parasitas (Loranthaceas)</li> <li>• Tronco en mal estado.</li> <li>• Ninguno.</li> </ul>
Tipo de conflicto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espacio reducido con relación al tamaño de la especie.</li> <li>• Interferencia con cables eléctricos.</li> <li>• Levantamiento del pavimento – raíces superficiales.</li> <li>• Riesgo de volcamiento/caída de ramas. Ninguno.</li> </ul>

**Tabla 1: Parámetros utilizados en el proceso de recolección de información**

Definición de Parámetros usado para realizar el diagnóstico visual de los árboles que se encuentran en la Calle 19 entre Carrera 32 y 35:

- **Estado Fitosanitario:**

Se clasifica en tres:

- ◆ Bueno: árboles que no presentan daños de insectos, enfermedades o daños mecánicos y que necesitan poco o ningún manejo.
- ◆ Regular: tienen condición y un vigor medio, requieren poda correctiva o de limpieza; puede presentar daños menores de

insectos, enfermedades, plantas parásitas o problemas fisiológicos.

- ◆ Malo: se encuentra en retroceso; presenta daños severos por causas mecánicas, por insectos o enfermedades, su muerte es inminente; requiere reparaciones mayores o renovación a corto o a mediano plazo.

- ***Problemas del individuo:***

Principalmente se reducen a cinco categorías:

- ◆ Ataque de patógenos / insectos: se reflejan directamente en su condición fisiológica, ya que presentan ataques evidentes de insectos.
- ◆ Descopado, desmoche o topping: cuando se ha eliminado todo el follaje, con corte de ramas estructurales de la copa, porque generalmente interfiere con las líneas de energía eléctrica.
- ◆ Presencia de epífitas: tienen presencia de plantas que crecen en sus ramas y se alimentan directamente del árbol, los cuales

cuando son abundantes, +incrementan el ataque de hongos e insectos.

- ◆ Presencia de parásitas: su presencia genera poco crecimiento, muerte de ramas e incluso la muerte del árbol.
- ◆ Tronco en mal estado: presentan heridas naturales o causadas por el hombre y que se les dificulta cicatrizar.

- ***Tipos de conflictos:***

Se causan por la inadecuada selección de las especies y se agrupan en cuatro categorías:

- ◆ Interferencia con cables eléctricos: está estrechamente ligado a la categoría anterior, ya que por su gran tamaño interfiere directamente con los cables de energía causando riesgos para la población.
- ◆ Levantamiento del pavimento – raíces superficiales: por las características morfológicas del árbol, presenta raíces superficiales que fracturan y levantan el pavimento.

- ◆ Riesgo de volcamiento / caída de ramas: son árboles que están viejos, poco vigorosos y con troncos en mal estado, que generan riesgo constante para los transeúntes.
  
- ◆ Espacio reducido con relación al tamaño de la especie: es el más común y se relaciona con la incorrecta elección de la especie a plantar, causando conflicto con las edificaciones. La mayoría de los árboles tienen su sistema radicular compuesto por raíces laterales que se ubican en los primeros 50 a 100 centímetros de profundidad. Las raicillas, responsables de la absorción de agua y nutrientes son frágiles; de ahí la importancia de que en todo momento, las condiciones del suelo sean las apropiadas para su desarrollo. Las raíces se pueden extender lateralmente tres veces el área de la copa o más, especialmente en suelos poco profundos o pobres. La mayoría de los árboles urbanos no requiere suelos más profundos que un metro, pero hay que tener claro que sus raíces se proyectarán a bastante distancia desde el tronco. Como una regla básica para el arbolado urbano, el espacio lateral libre de elementos extraños, de suelo compactado o suelos alterados, debe ser a lo menos igual que el tamaño de su copa. Dado esto, uno de los

principales conflictos observados entre el arbolado urbano y la infraestructura, es la disposición de árboles que pueden alcanzar grandes tamaños, en reducidos espacios de suelo (Fernández y Vargas, 2011). Como regla general las especies de rápido crecimiento presentan un desarrollo muy activo y vigoroso de sus raíces y un gran consumo de agua. Por otra parte, especies de gran tamaño, por una natural necesidad de mantener equilibrada la estructura aérea con la radicular, tenderán a tener sistemas radiculares ampliamente extendidos (Fernández y Vargas, 2011).

***Diámetro a la altura del pecho (DAP).*** Es el diámetro del tronco de un árbol medido a una altura de un metro con treinta centímetros a partir del suelo.

***Estado Físico del Árbol:***

Por medio de esta evaluación del estado, podemos llevar a cabo un diagnóstico físico ajustado a la realidad de los árboles que se encuentran en el lugar de estudio, cuyo tramo corresponde a la Calle 19 entre Carreras 32 y 35. Para esto, es necesario identificar condiciones de los árboles como son. Raíces descubiertas, daños mecánicos (presencia de daños físicos causados por agentes externos),

bifurcaciones basales, afectaciones en la base del tronco (heridas), fuste inclinado y de crecimiento encorvado.

Una vez recopilada la información, se determina el estado físico del árbol, el cual puede ser bueno, porque no presenta ninguna clase de síntomas de daños físicos; regular, se da cuando el árbol presenta daños físicos alrededor del 30% y malo, porque el área afectada del árbol, abarca más del 70% de daños en el árbol.

### ***Sistema radicular – Servicios públicos.***

Para el tramo materia de investigación, podemos apreciar que el sistema radicular afecto únicamente el pavimento ya que al ser superficiales, no presentó ninguna alteración el sistema de acueducto y alcantarillado; mientras que para las redes aéreas si ha presentado interferencia por lo que la Empresa Electrohuila, ha programado actividades de descope, ya que por ser árboles de gran altura han sobrepasado la altura de las redes eléctricas.

El pasado 05 de Octubre de 2016, el Diario la Nación del Huila publico el siguiente reportaje:

Miércoles, 05 Octubre 2016 00:00

En Buganviles los árboles acabaron con la vía

Escrito por LA NACIÓN, NEIVA



En la calle 19 entre carreras 32 y 35 del barrio Buganviles las raíces de los árboles levantaron la cementación de la vía.

Fotos Huber Llanos.

Varios accidentes, especialmente de motociclistas, se han presentado en la calle 19 entre carreras 32 y 35 del barrio Buganviles, en la comuna Cinco de Neiva, debido al mal estado que presenta la vía.

El problema comenzó cuando decidieron sembrar árboles en el separador de la avenida, con la idea de crear un túnel verde para proteger la zona de las altas temperaturas.

Todo iba bien hasta cuando los árboles crecieron y sus raíces empezaron a asomarse por encima del cemento de la calle. En un principio pensaron que era solo cuestión de cortar algunas raíces y el problema se solucionaba, pero no fue así, los árboles siguieron creciendo y las placas del pavimento cada vez están más altas, a tal punto que ya los carros pequeños tienen que dar la vuelta por la calle 20 porque es imposible pasar por el lugar.

Uno de los vigilantes del sector anotó que los accidentes de los motociclistas son tan frecuentes que a ellos, al igual que a los habitantes del sector, no se les hace raro que a cualquier hora del día llegue una ambulancia al sector a recoger heridos.



Al problema de la carretera se suma que los árboles están secos y se están cayendo, lo que representa otro peligro para los transeúntes y los vehículos.

En las noches, especialmente los fines de semana, es peor, “los motociclistas pasan a altas horas de la noche y cuando uno escucha es el golpe y el llanto de los muchachos”, afirmó la comerciante del sector, Sonia Constanza Díaz.



Los vecinos de Buganviles se han unido y en varias ocasiones han enviado cartas a la Secretaría de Vías para que les den una solución, pero no ha sido posible, entretanto la comunidad tiene que seguir soportando el peligro que representa transitar por el tramo de la calle 19 entre carreras 32 y 35.

“Ni siquiera porque es ruta de busetas se han preocupado por arreglar este pedazo de carretera, pero a los conductores si nos toca arriesgar los vehículos al pasar por aquí”, comentó Arnoldo Patiño, un conductor de servicio público.

### **Ramas secas**

Al problema de la vía se suma el de las ramas de los árboles que están secas y amenazan con caerse en cualquier momento. Lo que constituye otro peligro para transeúntes y vehículos.

Por ello piden urgente que la Cam haga presencia y les diga que pueden hacer con los árboles, si ya cumplieron su vida útil, si pueden cortarlos o qué solución les dan para terminar con la incertidumbre que les ha generado la arborización en la calle 19.

## **La voz de la comunidad**

La vía se convirtió en un problema porque además de que los árboles levantaron el cemento ya se secaron y se están cayendo, eso se ha vuelto muy peligroso cada nada caen pedazos de ramas. Además los accidentes son frecuentes”, expresó Sonia Constanza Díaz.

“Lo que necesitamos es que arreglen la vía cuanto antes porque ya es casi imposible pasar por aquí, los bloques de cemento que se han levantado son tan altos que ya un carro pequeño no pasa, además se dañan y los arreglos están muy costosos. Es un riesgo transitar por esta vía”, anotó el transportador Arnoldo Patiño.

“En este sector se presentan muchos accidentes debido al mal estado de la vía, la comunidad ha solicitado el arreglo pero no ha sido posible. Los accidentes son constantes, especialmente de motociclistas que no conocen la vía y cuando se dan cuenta ya están encima de las placas de cemento levantadas”, agregó el vigilante Jorge Gómez.



Los accidentes de motociclistas son continuos debido al estado de la calle.



La vía es ruta de busetas de servicio público y por eso presenta alto flujo de tránsito.



La vía es la entrada principal del barrio Buganviles.

Tomado de : <http://www.lanacion.com.co/index.php/component/k2/item/277625-en-buganviles-los-arboles-acabaron-con-la-via>

### ***Metodología propuesta***

Determinar un Plan de Acción para la Calle 19 entre Carreras 32 y 35 de la Ciudad de Neiva, donde los Árboles Plantados en el Separador Central Vial Presentan un Crecimiento Desmedido en sus Raíces, Generando Deterioro en el Pavimento.

Realizar el recorrido por la Calle 19 con Carreras 32 y 35 , para identificar los árboles que se encuentran en el separador central vial y que han generado daños al pavimento a causa del crecimiento excesivo de las raíces; procedemos a realizar un registro fotográfico, para elaborar la respectiva caracterización de las especies, se solicitara apoyo a la Corporación Autónoma Regional del Alto

Magdalena CAM , a la Secretaria del Medio Ambiente del Municipio, a Electro Huila y a Empresas Públicas de Neiva ESP LAS CEIBAS para recopilar información y conocer la Normatividad que rige en el Municipio.

Procedemos a plantear la posible solución para dicho tramo, estimando un presupuesto donde contemple la restitución del pavimento.

### ***Resultados esperados***

- ❖ Una vez finalizado el recorrido debe estar inventariado cada árbol identificado dentro del tramo estipulado, que este ocasionando deterioro en el pavimento debido al crecimiento excesivo de las raíces.
- ❖ El Registro fotográfico se hace indispensable, ya que muestra el avanzado deterioro del pavimento.
- ❖ Con lo anterior se analizan los daños causados por las raíces y se estima un presupuesto donde se contempla la restitución del pavimento.

### ***DEFINICIÓN DE CRITERIO TÉCNICO PARA RECOMENDACIÓN DEL PLAN DE MANEJO***

Después de efectuar el inventario del arbolado urbano en el tramo vial evaluado en la Calle 19 con Carreras 32 a 35, así como el diagnóstico del estado

físico de los árboles, se procedió a elaborar una propuesta o recomendación de manejo para estos árboles; para ello se conjugó la altura, el diámetro de copas y tipo de emplazamiento, permitiendo así, definir un criterio técnico de manejo apropiado.

De acuerdo con la información tomada en campo, el plan de manejo y/o mantenimiento, recoge cuatro acciones de gran importancia: identificación de los árboles a podar, talar o conservar, manejo fitosanitario teniendo en cuenta insectos plaga o enfermedades identificadas y los alcorques (agujero que se practica alrededor del tronco de un árbol, para almacenar el agua de riego o de la lluvia) y distancia de plantación de acuerdo con los espacios disponibles en la Calle 19 entre Carrera 32 y 35.

### ***Problemas Fitosanitarios Evaluados.***

Los problemas fitosanitarios pueden ser causantes de debilitamiento, lento crecimiento, baja calidad y/o cantidad en los productos a obtener así como pérdida total de los individuos. La valoración de este efecto cambia dependiendo del ambiente en el cual se encuentra el árbol. Por ejemplo cuando se trata de árboles urbanos la importancia y las estrategias de acción son diferentes, que cuando se trata de árboles involucrados en sistemas de producción intensiva.

Durante el inventario forestal de los tramos viales objeto del presente estudio en la Calle 19 entre Carreras 32 y 35, fue posible observar que la gran mayoría de los individuos presentan un regular estado fitosanitario, se encontraron problemas relacionados con la presencia de insectos en las especies *Licania tomentosa*, *Mangifera indica*, *Samanea saman*, *Pithecellobium dulce* y *Pseudosamanea guachapele*. Las infestaciones por termitas pueden ser producidas en muchos casos por malas prácticas en podas y por pudriciones localizadas ocasionadas por daños mecánicos

#### ***Tala de árboles en el tramo vial evaluado.***

Como soporte técnico en la decisión de proponer la tala de algunos árboles ubicados en los tramos viales objeto de estudio, se tuvo en cuenta características como: árboles muertos, árboles con graves afectaciones sanitarias, densidad de plantación y árboles que ocasionan daños a infraestructura pública.

Debido al crecimiento urbano y a la falta de conocimiento de las especies arbóreas, en muchas ocasiones es necesario eliminar individuos que constituyen un peligro potencial. La tala de árboles en un bosque es una actividad que involucra toda una serie de consideraciones, con el fin que su impacto al ambiente sea mínimo, sin embargo, en las ciudades, derribar un árbol tiene mayor restricción y además, implica un trabajo bastante laborioso, debido a los

múltiples riesgos que se corren.

Existe una serie de consideraciones para eliminar a un árbol en una zona urbana, antes de derribarlo se deben buscar soluciones alternativas, de tal forma que el derribo sea el último recurso. El derribar un árbol conlleva a una serie de factores que es necesario analizar, tales como, el costo, el peligro para las personas y sus bienes, las molestias al público y sobre todo en el tiempo que ha transcurrido para el crecimiento de ese árbol, por lo tanto, se debe juzgar concienzudamente cada caso de derribo para tomar una decisión acertada (Robles *et al*, 2000)

Los árboles muertos siempre representan un peligro latente en caso de caerse debido a fuertes lluvias y vientos o cuando ya están muy descompuestos, se tienen que derribar para evitar daños a las personas y sus bienes, por esta razón se deben reponer con especies adecuadas a la zona. Por otra parte los árboles con problemas fitosanitarios representan un potencial peligro para los árboles sanos, por lo tanto se tiene que buscar la manera de curarlos, si esto no es posible entonces se tienen que derribar cuidando que sea con la más estricta seguridad desde el punto de vista sanitario, además de darle algún tratamiento fitosanitario a los árboles lindantes.



### ***La poda de árboles en el tramo vial evaluado***

La poda de mantenimiento tiene que ver con la eliminación de ramas muertas, secas o partes que quedaron mal podadas anteriormente. A diferencia de la poda de mantenimiento la poda de seguridad se diferencia porque el corte se realiza en ramas activas y vigorosas con el fin de disminuir el volumen de la copa y evitar contacto con líneas aéreas o edificaciones cercanas, entre otras.

### ***Alcorques, distancia de plantación del arbolado urbano y tipos de emplazamiento***

El alcorque es el hoyo en el cual será plantado el nuevo árbol urbano, estos están ubicados en el separador vial conformado con cemento, constituyendo el soporte físico del árbol y es el sitio donde va a desarrollar su sistema radicular. Existen dos tipos de alcorque: los individuales y los corridos, los primeros diseñados para un solo árbol y los corridos para más de un árbol.

Los alcorques deben tener un revestimiento en concreto de las paredes laterales, para garantizar que las raíces del árbol no generen ningún conflicto con andenes o vías por el desarrollo de su raíz.

Las losas que enmarcan los alcorques no deben sobresalir de la rasante del

separador con el fin de permitir el drenaje y la circulación de agua lluvia hacia el alcorque y se promueva el riego natural del árbol. Se debe proporcionar un espacio mínimo de 30 cm entre la losa que limita el alcorque y la vía pública, para crear una protección física que evite que los automóviles invadan el alcorque, además en separadores viales y vías de alta circulación vehicular, se debe proveer el tronco del árbol con elementos resistentes capaces de absorber los impactos de vehículos.

Se *recomienda* especies de porte pequeño que no superen los 4 metros de altura,

### ***Especies Recomendadas para Separadores Viales Angostos.***

Cuando se va a plantar un árbol es importante identificar la capacidad del área donde se va a plantar y de acuerdo con esto seleccionar las posibles especies que puedan ser plantadas. Es primordial tener en cuenta en su momento, criterios técnicos tales como, cuanto podría crecer el individuo vegetal en altura y como sería el tamaño, forma y su diámetro de copa, por lo cual estos son factores que se consideran de gran importancia a tener en cuenta en el momento de elegir una especie vegetal que pueda ser plantada bajo las condiciones de una ciudad (Cortolima 2010). Lo anterior es importante, ya que minimiza costos de mantenimiento, ya que no se requerirán de podas tan frecuentes ni tan extremas, se minimizarán los problemas asociados a la

ruptura de andenes, separadores, interferencia con redes de servicios públicos o con infraestructuras (Cortolima, 2010).

### ***Cascabela thevetia***

La adelfa amarilla, cabalonga, haba de San Ignacio, campanilla amarilla o amancay, *Cascabela thevetia* es una especie de arbusto o pequeño árbol perteneciente a la familia Apocynaceae.



**Imágen 4: Cascabela Thevetia**

Tomado de: [https://es.wikipedia.org/wiki/Cascabela\\_thevetia](https://es.wikipedia.org/wiki/Cascabela_thevetia)

Son arbustos o árboles pequeños que alcanzan los 2– 4 m de alto, Se utiliza como planta ornamental. Como arbusto aislado, o en pequeños grupos. No suelen ser atacadas por plagas y enfermedades comunes

**Lluvia de Oro:**

*Laburnum anagyroides*, Lluvia de oro, laburno, citiso o falso ébano, es una especie de árbol pequeño de hasta 5 m de altura, perteneciente a la familia de las leguminosas, se utiliza como planta ornamental popular. Flores amarillas densamente en racimos péndulos 10-20 cm (4-8 cm) de largo.



**Imágen 5 : Lluvia de Oro**

Tomado de: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/61/Laburnum>

**Bougainvillea**

Conocido con los nombres comunes de buganvilla, son enredaderas de porte arbustivo que miden de 1 hasta 12 m de altura, y que crecen en cualquier terreno. Se enredan en otras plantas usando sus afiladas púas que tienen la punta cubierta

de una sustancia cerosa negra. Son plantas siempre verdes en las zonas lluviosas todo el año, o bien caducifolias en las de estación seca.



**Imágen 6: Baganvilla**

Tomado de: [https://es.wikipedia.org/wiki/Bougainvillea#/media/File:Starr\\_030418-](https://es.wikipedia.org/wiki/Bougainvillea#/media/File:Starr_030418-)

## **DISEÑO DE PAVIMENTOS**

La complejidad de la estrategia de mejoramiento obedece principalmente a las necesidades de la comunidad y a las necesidades estructurales de la vía, la cual necesita ser ampliada hasta un periodo de diseño de 20 años.

Dentro de los grandes retos de la ingeniería actual crece la necesidad de la búsqueda de soluciones alternas que sean de alta calidad técnica económicamente viables y ambientalmente sostenibles.

El concreto hidráulico se emplea en la pavimentación de vías hace más de un siglo. Su primera aplicación tuvo lugar en algunas vías urbanas de ciudades europeas, pasando después a los estados Unidos, donde hacia el año 1909 se construyó la primera vía para vehículos automóviles en el estado de Michigan.

En Colombia las primeras aplicaciones tuvieron lugar hacia el año 1930, con la construcción de pavimentos rígidos que aún en la actualidad continúan prestando servicio.

El resultado final del diseño será un espesor que equilibre adecuadamente los costos iniciales y los de mantenimiento. Los pavimentos rígidos pueden ser de varios tipos, según el sistema que utilice para la transferencia de esfuerzos de una losa a otra.

De esta forma se tienen pavimentos en concreto simple con varillas de transferencia de carga (pasadores), de concreto reforzado y con refuerzo continuo.

Los pavimentos flexibles se caracterizan por ser sistemas multicapa, los cuales están diseñados para absorber y disipar los esfuerzos generados por el tráfico. Por lo general estas estructuras poseen capas de mejor calidad cerca de la superficie donde las tensiones son mayores. Tradicionalmente un pavimento flexible trabaja distribuyendo la carga aplicada hasta que llegue a un nivel aceptable para la subrasante.

Los pavimentos flexibles están conformados por una capa bituminosa apoyada sobre una capa de base que puede ser piedra partida, grava bien gradada o material estabilizado (con cementos, cal o asfalto) y una de subbase con material de menor calidad.

El objetivo de este capítulo es poder diseñar una estructura económica capaz de absorber eficientemente los esfuerzos y deformaciones generadas por el tránsito durante el periodo de diseño.

Según la extensión del tramo y sus características geotécnicas y de tránsito, se obtuvo una única unidad de diseño, así como también un número de ejes equivalente (N) respectivamente.

## **OBJETIVO GENERAL**

Considerar el diseño de la estructura de pavimento asfáltico realizado por la empresa INGESUELOS DE COLOMBIA LTDA siendo facilitada por la ALCALDIA DE NEIVA. Para la calle 19 entre carrera 27 y carrera 37 y aplicarlo para el caso particular del proyecto para la calle 19 entre Cra 31 y 35, y posteriormente considerarlo para la estructuración del presupuesto.

## **METODOLOGIA**

El diseño consistió en un pavimento flexible por los métodos de la AASHTO y racional. Los lineamientos que se consideraron para el diseño correspondieron a los consignados en los manuales de diseño de pavimentos del Instituto Nacional de Vías (INVIAS), para la realización de los estudios de suelos, tránsito y la caracterización de la subrasante.

### ***Características de pavimentos***

- Capa de rodadura en losa de concreto hidráulico de 14 cm de espesor con alto grado de deterioro, con fallas estructurales.



- Subbase granular: de 20 cm de espesor, con bajo grado de compactación (87%), equivalente de arena (7.8%), índice de plasticidad del 12.8% y pasa 200: 46%
- Subrasante granular: tipo de arena con bajo grado de compactación con (81.6%), CBR: 7.8%, IP: 14%

### ***Parámetros de diseño***

De acuerdo a lo obtenido en los estudios geotécnicos y de Transito, se tiene:

CBR DISEÑO = 7.8%

N Ejes equivalentes a 8,2 ton.=  $6.21 \times 10^6$

### **CONCLUSIONES DEL DISEÑO DE PAVIMENTOS**

- Se recomienda adoptar como estructura de pavimentos a lo largo de toda la longitud de vía la siguiente.



- De la misma manera la rasante fue diseñada con el criterio general de aprovechar el material de afirmado existente, como apoyo a las capas granulares de la estructura de pavimento flexible.
- Teniendo en cuenta los resultados de laboratorio realizados a la estructura en donde se evidencia bajo porcentaje de compactación de las capas granulares, la inspección visual en donde se aprecia el mal estado de la rodadura, se recomienda la remoción tanto de la rodadura como de las capas granulares hasta nivel de subrasante y diseñar una nueva estructura que absorbe adecuadamente las sollicitaciones del tránsito durante el periodo de diseño.

- Con este estudio se pudo diseñar una estructura económica capaz de absorber eficientemente los esfuerzos y deformación generados por el tránsito durante el periodo de diseño.
- El periodo de diseño fue de 20 años, lo que supone que el pavimento tendrá un buen comportamiento durante este periodo, sin embargo, eso es netamente teórico lo que induce a pensar que efectivamente el pavimento tendría un buen comportamiento con un buen proceso constructivo que garantice alcanzar las variables de diseño, también un apropiado mantenimiento rutinario y periódico como también un buen mantenimiento de las estructuras de drenaje.