

**Estado Vial Bello Horizonte  
(December 2016)**

**Proyecto Final  
PROYECTO DE GRADO**

**Presentado por:  
Lina Teresa Vargas López  
Cod: 3101332**

**Presentado a:  
Ing. Luis Giovanni Carvajal Rodríguez**

**Universidad Militar Nueva Granada  
Especialización en Geomatica  
03 de Diciembre de 2016**

# Estado Vial Bello Horizonte (December 2016)

Lina Teresa Vargas López  
Ingeniera de Sistemas, Profesional Universitario  
Universidad Militar Nueva Granada  
Bogotá, Colombia,  
u3101332@unimilitar.edu.co

**Resumen—** El objetivo es agilizar el procedimiento de reconocimiento del estado vial de las calles ubicadas en el barrio Bello Horizonte de la Localidad de San Cristóbal en la Ciudad de Bogotá; coadyuvará con las autoridades públicas o privadas que necesiten saber el estado de las vías en esta ubicación.

**Abstract—** The objective is to expedite the procedure of recognition of the road conditions of the streets located in the neighborhood Bello Horizonte of the Locality of San Cristóbal in the City of Bogota; It will assist with the public or private authorities that need to know the state of the roads in this location.

**Palabras Claves—** Vía, estado, servicio, geodatabase,

## I. INTRODUCCIÓN

A través del tiempo y mediante las tecnologías, nos damos cuenta la utilidad de los sistemas de información geográfica para la buena planificación de obra y carreteras.

La problemática que aborda a cada usuario con vehículo sea público o privado al momento de utilizar la vía automovilística que se encuentra en el barrio Bello horizonte en la localidad de San Cristóbal en la ciudad de Bogotá ya que el desarrollo urbano ha sido un tema recurrente en los últimos tiempos, la Geomatica actual pone en nuestras manos herramientas para facilitar dicha tarea.

Todos, en algún momento determinado hemos pasado por la problemática de hacer uso de

una vía automovilística y que esta se encuentre en mal estado y al momento de navegar se presentan dificultades como daños a los automóviles, tráfico lento, entre otros.

Con el fin de ofrecer servicios profesionales y poner a disposición la experiencia en la metodología en que se interactúa con los usuarios para sean estos los que suministren la información del estado de las losas que componen la vía mediante una aplicación Geomatica que recolecte dicha información y sea vista por otros usuarios para tener información del estado de está buscando optimizar la atención en el servicio para el mantenimiento y control que dan las entidades pertinentes a estas lozas.

## II. REFERENCIA

Se hace referencia al proyecto que inicio bajo el nombre de PRONAT y ahora ANATI en el País de Panamá, La Anati, que aglutina a la Dirección Nacional de Catastro, a la Dirección Nacional de Reforma Agraria, al PRONAT y al Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia, tiene entre sus funciones facilitar y reducir el tiempo en los procedimientos para la obtención de los títulos de propiedad, así como las delimitaciones de las comarcas.



Figura 1: Emitir Certificación Catastral  
Fuente <http://www.anati.gob.pa/>(2016)

Este proyecto tiene como objetivo agilizar el procedimiento de reconocimiento y titulación de los derechos posesorios en todo el territorio nacional; coadyuvará con las autoridades indígenas en el establecimiento de las políticas de tierras y mediará en disputas relacionadas con estas<sup>1</sup>.

Con base en este proyecto se procedió a realizar un levantamiento topográfico de una malla vial ubicada en el Barrio de Bello horizonte de la ciudad de Bogotá D.C. el cual sirvió de base para diseñar una base de datos donde se almacena información base de las losas que conforman dicha malla vial y de esta manera hallar un porcentaje de afectación de una losa en especial.

Con base en un Manual de diagnóstico de fallas y mantenimiento de vías en convenio con el Instituto de desarrollo urbano y La Universidad Nacional se extrae información acerca de los tipos de Fallas en Pavimentos que se comenzó a utilizar como manual o guía de diagnóstico y mantenimiento de vías urbanas, haciendo énfasis a los ingenieros de la necesidad de practicar una cuidadosa revisión, levantamiento, evaluación y diagnóstico de la fallas o defectos observados, comparando y confrontando las posibles causas, factores externos o circunstancias particulares que pudieran influir en dicho estado. (Para la realización de la base de datos).

• <sup>1</sup> ANATI. (2016). <http://www.anati.gob.pa/index.php/quienes-somos/antecedentes>. En: <http://www.anati.gob.pa/>.

## A. Consideraciones

En las últimas tres décadas la línea de investigación sobre transporte y sistemas de información geográfica SIG ha generado una importante base de conocimiento teórico-conceptuales de la importancia de las tecnologías de la información geográfica y de la necesidad de emplearlas en los distintos campos de intervención territorial.

Los SIG son idóneos para analizar la medición de distancias, realizar análisis de acceso y conectividad entre lugares y escenarios alternativos. La aplicación de los SIG a la gestión de transporte, al mantenimiento y conservación de infraestructura vial, al tráfico, a los impactos de nuevas infraestructuras a la investigación para los automóviles ha sido gracias a los estudios de investigación y los buenos resultados de SIG.

En los SIG se utiliza en muchas facetas de nuestra vida diaria en los países desarrollados aproximadamente el 80%, de las decisiones de las autoridades públicas y la industria privada se realizan utilizando los datos espaciales.

Actualmente en nuestro país en nuestra industria de infraestructura vial los SIG no son mayor mente utilizados, ya que los procesos de mantenimiento y conservación de infraestructura vial el registro, validación y uso de la cartografía Digital se realiza manualmente y la base de datos es propia de una organización o entidad en particular la cual no es compartida o pública y no centralizada, es decir cada empresa o entidad tiene su propia base de datos de registros.

En este campo, sería una innovación poder ofrecer productos y servicios globales que permitan de forma centralizada un mejor acceso a la información de una región, departamento, ciudad, Zona, barrio o Calle en particular que de igual forma se alimenten desde diferentes aplicaciones, usuarios o empresas y que pueda ser usado públicamente desde nuestra aplicación<sup>2</sup>.

• <sup>2</sup> Parras, M.A. y Ramirez, M.L. (2016). Propuesta metodológica para el modelado de la demanda potencial del transporte público

## B. Abreviaturas y Acrónimos

“SIG” Sistema de información geográfica.  
Siglas en Ingles “GIS” Sistema de información geográfica.

“GPS” Sistema global de posicionamiento.

## III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad para poder reconocer los estados de las vías es necesario de licitar y contratar un equipo de profesionales en la materia de levantamiento y diseño de fallas en mallas viales para realizar unos estudios pre y post para dar unos resultados y que estos sean analizados para poder dar una solución al actual estado de las vías.

Debido a lo anterior en este documento se muestra como la Geomatica es una herramienta imprescindible cuando se desea analizar los patrones de distribución espacial de las losas que forman parte una malla vial a través de datos provenientes de los mismos usuarios de las vías del área de interés. Para esto se realiza un el levantamiento topográfico con ayuda de estaciones topográficas, imágenes áreas y GPS del área de interés para la generación de la cartografía base con la cual se realiza la estructuración de una base de datos geográfica en donde se almacenan los datos de las losas para un posterior desarrollo de una formulario elaborado en Access y así dar al usuario entorno dinámico y fácil de usar para que este ingrese el estado de degradación que se le asignará a la losa o losas para conseguir de esta forma unos buenos resultados que servirán como base para una solución oportuna por parte de las entidades encargadas del mantenimiento y prevención de las vías en la capital.

El objetivo es que con una interfaz de usuario amigable se registren los casos en que una o varias losas están afectadas

debido a causas naturales o con alguna intención. Esto se basa en información que la comunidad que suministra para un futuro mantenimiento y control de esta malla vial.

Enfocadas a la innovación de un moderno sistema Catastral en un contexto más acorde a la realidad, que permita una mejorada planificación para el ordenamiento territorial del barrio.

La consolidación del estado una malla vial, que registre del estado de cada losa con las normas y regulaciones legales correspondientes, contribuiría a una mayor efectividad de la planificación urbana y medioambiental, el diseño de redes de infraestructura mejor posicionadas y la prevención de la informalidad, ya que posibilita la construcción de posibles escenarios futuros que muestren el impacto de las políticas de suelo en el espacio. La estructuración de un registro de la losa permite a los usuarios contribuir al desarrollo rural del área donde se encuentran viviendo o haciendo uso de una vial.

El proyecto desarrolla una estructura de estado vial moderno con aplicaciones no sólo físicas, Jurídicas y fiscales sino también urbanísticas, ambientales, económicas y sociales, permitiendo a los gobernantes conocer con exactitud su patrimonio y sus posibilidades internas de ordenamiento territorial, además de planificar correctamente sus actuaciones, y promover el desarrollo mediante el fortalecimiento de las finanzas municipales y del mercado de tierras.

Con la implementación de este nuevo modelo de estado vial se busca mejorar:

- **Calidad de la Información:** Información más veraz, completa y entendible al usuario común.
- **Nuevos servicios a los Ciudadanos:** Con la implementación de nuevas aplicaciones.
- **Mayor conocimiento del territorio:** Una mejor navegación en el entorno geográfico en la que está contenida su propiedad.

- **Mayor certeza Jurídica.**

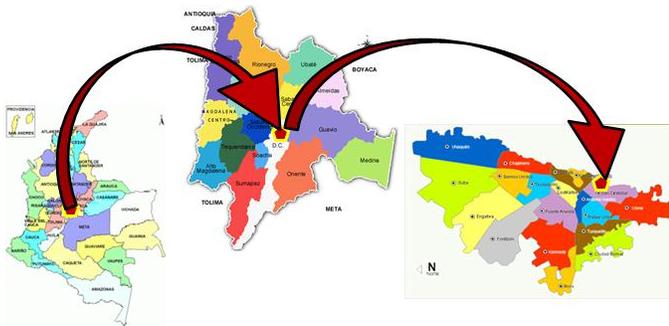
IV. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de interés:

El proyecto se localiza en Colombia, en el departamento de Cundinamarca, ciudad capital, la cual tiene 20 localidades. Se eligió la localidad de San Cristóbal como la número 4, la cual cuenta con 206 barrios. De los cuales se seleccionó el barrio de Bello Horizonte con código 1304 ubicado dentro de la UPZ 34 de 5 que pertenecen a esta localidad el cual se describe como 20 de Julio según el Plan de Ordenamiento Territorial.

Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB, en la localidad de San Cristóbal Sur, barrio Bello Horizonte, entre las carreras 3 y 3 este, y entre calles 30 Sur y 31f Sur, con coordenadas geográficas promedio de  $4^{\circ}33'45''N$  y  $74^{\circ}05'35''W$ .

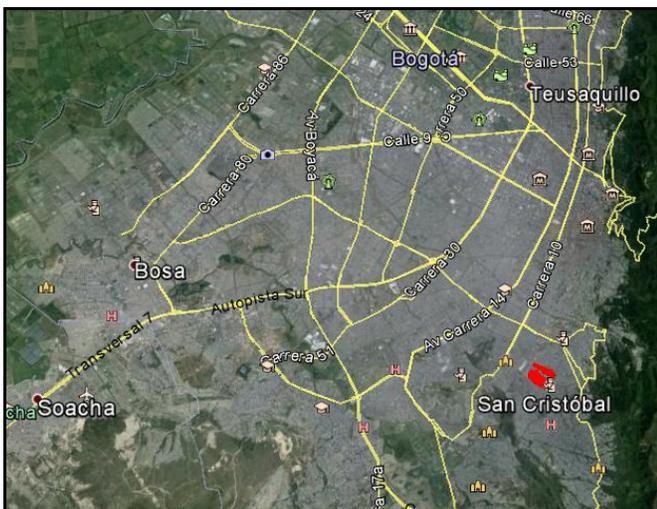
Se tomó la decisión de seleccionar el barrio de Bello horizonte como el área de estudio ya que se cuenta con un levantamiento topográfico de la malla vial que compone este barrio, la cual se encuentra en formato CAD, este hará posible el manejo de la malla en ArcGis para crear a partir de esta información la base de datos geográfica.



**Figura 2: Área de Estudio**  
**Fuente: Shape (Departamentos, Municipios y Localidades de Bogotá D.C.) (2016)**



**Figura 4: Localización específica del Proyecto**  
**Fuente: Google Earth**



**Figura 3: Localización General del Proyecto**  
**Fuente: Google Earth**

Los vértices georreferenciados GPS-1, GPS-2, GPS-3 y GPS-4 que fueron utilizados para el levantamiento; se encuentran ubicados dentro de la zona 4 de la Empresa de



**Figura 5: Malla Vial Bello Horizonte**  
**Fuente: Elaboración propia (2016)**

La elaboración de esta malla vial en formato CAD se realizó gracias a un levantamiento topográfico de la malla vial que conforma el barrio de Bello Horizonte.

Para registrar la información acerca del estado de las losas se utilizó la información del “MANUAL DE DIAGNÓSTICO DE FALLAS Y MANTENIMIENTO DE VÍAS” numeral 3

Para Pavimentos Flexibles como:

Existen:

**Tabla 1: Tipos de Fallas en Pavimentos Flexibles**

Tipo de Falla	Descripción
Fisura transversal	Rotura del pavimento a lo ancho de la calzada, en dirección más o menos perpendicular al eje de la vía.
Fisura longitudinal	Rotura del pavimento en dirección más o menos paralela al eje de la vía.
Desgaste superficial	Son las irregularidades que se observan en la superficie asfáltica, producto del desgaste por acción del tráfico.
Surco sin grietas	Depresiones permanentes en la superficie de la vía afectando la sección transversal en la huella de los vehículos, generalmente largas. En algunos casos, las depresiones están bordeadas por exceso de material desplazado de las mismas. Ocurre principalmente en pavimentos con capas asfálticas gruesas.

Tipo de Falla	Descripción
Surco con grietas	Son depresiones permanentes en la superficie de la vía, generalmente largas, que afectan la sección transversal de la calzada en la huella de los vehículos. En algunos casos, las depresiones están bordeadas por exceso de material desplazado de las mismas.
Exudación	Acumulación localizada de bitumen en la superficie de la vía haciéndola aparecer negra y brillante.
Descascaramiento	Pérdida de la capa de rodadura en áreas aisladas.
Corrugaciones	Deformaciones poco profundas a espacios regulares y perpendiculares al eje de la vía. Los espacios entre deformaciones son, con frecuencia, de 1.00 m aproximadamente. La mayoría de las veces este tipo de daño es localizado.
Cuero de caimán	Malla de grietas en todas las direcciones, interconectadas y localizadas en las huellas de los vehículos o en el ancho total de la vía.
Hueco o bache abierto	Son cavidades o depresiones producidas por el desprendimiento de la carpeta asfáltica y a veces de las capas subyacentes.

Tipo de Falla	Descripción
Ondulaciones o depresiones	Asentamiento vertical de la superficie, generalmente localizada y de forma circular. Es muy común, que la superficie esté agrietada.
Hundimientos	Son deformaciones grandes y notorias de la plataforma de la vía que alteran su perfil longitudinal, generalmente localizadas, de forma circular, en la que la estructura subyacente a las capas asfálticas ha fallado.

Fuente: MANUAL DE DIAGNÓSTICO DE FALLAS Y MANTENIMIENTO DE VÍAS (2016)

En cada una se encuentra una descripción como la siguiente:

**Fisura Transversal:** Fisuras Transversales, con ancho entre 3 y 10 mm.



Figura 6: Fisura Transversal

Fuente: MANUAL DE DIAGNÓSTICO DE FALLAS Y MANTENIMIENTO DE VÍAS (2016)

- Descripción:** Rotura del pavimento a lo ancho de la calzada, en dirección más o menos perpendicular al eje de la vía.
- Método de Inspección:** Se realiza un inventario detallado de las fallas observadas. Se estima el ancho de la

fisura en mm con el fin de establecer el grado de severidad y para determinar la extensión del daño, se establece la longitud total de las grietas (en metros lineales) o el área que contiene grietas (en metros cuadrados).

- Evaluación:** Con los datos obtenidos, se asigna para la extensión como para la severidad de la falla –en longitud o en área– una calificación K en la Tabla 2.

4.

Tabla 2: Evaluación para Fisura Transversal de Pavimentos Flexibles

K	Severidad en Longitud (m)	Severidad en Área (m <sup>2</sup> )
	Ancho de la fisura	Ancho de fisura
1	< 3 mm	< 3 mm
2	3 a 10 mm	3 a 10 mm
3	> 10 mm	> 10 mm

Fuente: MANUAL DE DIAGNÓSTICO DE FALLAS Y MANTENIMIENTO DE VÍAS (2016)

A continuación, en el Tabla 3 y de acuerdo con los valores de K para severidad y extensión, se busca el valor de condición  $A_i$  del tramo.

Con este valor, en la tabla de Posibles Actividades de Mantenimiento, se determinan las opciones de las actividades de mantenimiento más adecuadas para el tipo de daño encontrado. Sin embargo, estas deben ser analizadas y soportadas con el concepto técnico y económico por parte del ingeniero, para escoger la acción más favorable en cada caso, previa solución de las causas.

### Severidad

**Tabla 3: Severidad para Fisura Transversal en Pavimentos Flexibles**

Extensión	Severidad	
	K	en Longitud
1	1	1
2	2	2
3	3	3

Valores de  $A_i$

Fuente: MANUAL DE DIAGNÓSTICO DE FALLAS Y MANTENIMIENTO DE VÍAS (2016)

**Tabla 4: Tabla de posibles actividades de mantenimiento**

$A_i$	Actividad Recomendada
1 y 2	Sellar las grietas mediante liga o mortero asfáltico
3	Cortar y reponer la carpeta asfáltica Repavimentar reforzando el asfalto

Fuente: MANUAL DE DIAGNÓSTICO DE FALLAS Y MANTENIMIENTO DE VÍAS (2016)

### 5. Posibles causas y factores que afectan su desarrollo:

- Construcción inadecuada de una junta.
- Insuficiente compactación de una sección de la vía.
- Reflejo de grietas en las capas de fundación.
- Discontinuidad de la estructura del pavimento.
- Clima: El agua lluvia penetra por la grieta hacia las capas inferiores del pavimento las cuales se mueven causando tensiones en las juntas y en la subrasante provocando que las grietas se reflejen.
- Materiales: Subrasante estabilizada con cemento debido a grietas en el proceso de secado, subrasantes estabilizadas con cal.

**6. Observaciones:** Cuando el agua se infiltra en las capas inferiores, este tipo de falla lleva a otras más grandes tales como cuero de caimán, depresiones y otras.

### 7. Tabla de posibles actividades de mantenimiento

Para Pavimentos Rígidos  
Existen:

**Tabla 5: Tipos de Fallas en Pavimentos Rígidos**

Tipo de Falla	Descripción
Fracturamiento	Son agrietamientos intensos en forma de retícula que subdividen la losa en bloques de diversos tamaños y que llegan a actuar en forma independiente bajo la acción de las cargas.
Dislocamiento	Consiste en la pérdida de uniformidad de las losas del pavimento, por cambios en el nivel original de cada una de éstas en relación con el nivel de las adyacentes, debido al fenómeno de bombeo.
Agrietamiento	Son fisuras o grietas que presentan las placas con orientaciones transversal, longitudinal, diagonal de manera aislada sin llegar a constituir mallas o redes. También, se presentan en las esquinas de las losas.

Tipo de Falla	Descripción
Desgaste Superficial	Son descascaramientos que se presentan en la superficie de las losas de concreto en las que se exponen las partículas de agregado grueso originando una textura más rugosa.
Juntas Defectuosas	Esta falla hace referencia al estado en que se encuentra el material llenante de las juntas de construcción o de dilatación en las losas de concreto.
Hueco o Bache Abierto	Son cavidades producidas en la superficie de las losas de concreto por fracturamientos o desprendimientos localizados en parte de ellas, en áreas menores de un metro cuadrado.
Fallas En Drenaje	Para evaluar este tipo de fallas se apreciarán las condiciones de funcionamiento del sistema de drenaje de las aguas superficiales o las evidencias de carencia o insuficiencia del sistema.

Fuente: MANUAL DE DIAGNÓSTICO DE FALLAS Y MANTENIMIENTO DE VÍAS (2016)

En cada una se encuentra una descripción como la siguiente:

### Fracturamiento



Figura 7: Fracturamiento

Fuente: MANUAL DE DIAGNÓSTICO DE FALLAS Y MANTENIMIENTO DE VÍAS (2016)

- Descripción:** Son agrietamientos intensos en forma de retícula o red que subdividen la losa en bloques de diversos tamaños y que llegan a actuar en forma independiente bajo la acción de las cargas.

Se consideran tres (3) tipos de acuerdo con la severidad de la falla.

- Leve (L): Aquellos casos en los que las losas de tamaño (LxA) están subdivididas en no más de seis grandes bloques, con formas más o menos rectangulares de 1.00m de lado aproximadamente, separados por fisuras de tamaño máximo 2mm, en los que existe cierta transferencia de carga y no se presentan movimientos diferenciales entre estos.
- Medio (M): Caso en el cual las losas de tamaño (LxA) están subdivididas en más de seis grandes bloques, con formas más o menos rectangulares –o cuadradas– de unos 0.50m aproximadamente, separados por fisuras de 2 mm hasta 10 mm, lo que ocasiona cierta incomodidad para transitar sobre ellos, dada la diferencia de nivel entre sus bordes.

- c) **Severos (S):** Cuando el fracturamiento de la losa o de parte de ella se ha generalizado formando bloques de menos de 0.30m de lado, perdiendo sus formas rectangulares o cuadradas y presentando esquinas redondeadas. Los bloques presentan además movimientos rotacionales y hundimientos que inducen a los conductores a eludir esas áreas o a reducir considerablemente la velocidad al transitar sobre ellas.

- 2. Método de Inspección:** Se realiza un inventario detallado del área afectada por placa, tomando los datos en m<sup>2</sup> y determinando el porcentaje de afectación; se estima el ancho de las grietas en mm y finalmente, se localiza la falla en el plano detallado.
- 3. Evaluación:** Con los datos obtenidos, se asigna para la severidad de la falla una calificación K en la Tabla 5.

**Tabla 6: Evaluación para Fracturamiento en Pavimentos Rígidos**

K	Severidad Grado
1	Leve
2	Medio
3	Severo

Fuente: MANUAL DE DIAGNÓSTICO DE FALLAS Y MANTENIMIENTO DE VÍAS (2016)

A continuación, en el Tabla 6 y de acuerdo con los valores de K para severidad, se busca el valor de condición  $A_i$  del tramo.

**Tabla 7: Severidad para Fracturamiento en Pavimentos Rígidos Severidad**

K	L	M	S
1	1	-	-
2	-	2	-
3	-	-	3

**Valores de  $A_i$**

Fuente: MANUAL DE DIAGNÓSTICO DE FALLAS Y MANTENIMIENTO DE VÍAS (2016)

- 4. Posibles causas y factores que afectan su desarrollo**
- a) **Diseño:** Bosquejo inadecuado para la carga de tráfico, espesor insuficiente de las placas de concreto. El pavimento está al final de su vida útil, baja capacidad portante del suelo.
  - b) **Tráfico:** Su origen puede ocasionarse por sobrecargas a la estructura o deficiencia de soporte de la subrasante.
  - c) **Clima:** Fenómeno de bombeo por infiltración del agua a través de juntas mal selladas y fisuras abiertas.
  - d) **Materiales:**
    - 1) *Placa concreto:* Placas con resistencia a flexión insuficiente.
    - 2) *Capas subyacentes:* Contaminadas por suelos arcillosos, lateríticos o con materia orgánica y deficiencias en la compactación de los materiales granulares.

**5. Tabla de posibles actividades de mantenimiento**

**Tabla 8: Tabla de posibles actividades de mantenimiento**

Ai	Actividad Recomendada
1	Prevenir el avance de la falla, sellando con productos epóxicos, y monitoreo periódico de su comportamiento y desarrollo.
2	Sello de grietas con productos epóxicos y posterior recapeo con mezcla asfáltica.
3	Reconstrucción total o por losas o grupo de losas afectadas, incluyendo la reconstrucción de la estructura granular del pavimento.

Fuente: MANUAL DE DIAGNÓSTICO DE FALLAS Y MANTENIMIENTO DE VÍAS (2016)

Para Pavimento Articulado  
Existen:

**Tabla 9: Tipos de Fallas para Pavimento Articulados**

Tipo de Falla	Descripción
Ahuellamientos	Esta es una falla consistente en un desplazamiento vertical del pavimento, en la zona que ocupa la huella de los vehículos, relacionada con la acción de las cargas repetidas sobre la estructura.
Desunión	Esta es una falla consistente en la pérdida del entramamiento entre adoquines contiguos debido a que la superficie del pavimento articulado tiende a moverse horizontalmente bajo la acción de fuerzas de tracción generadas por el paso de vehículos o por la pérdida de la arena llenante de juntas, lo cual causa el mal funcionamiento del pavimento como estrato continuo.

Tipo de Falla	Descripción
Huecos	Falla consistente en la pérdida de uno o más adoquines, que deja expuestas a los agentes ambientales capas inferiores de la estructura del pavimento, modificando el comportamiento articulado de la superficie, por la presencia de vacíos.
Fisuración	Falla consistente en la separación lineal de dos hileras contiguas de adoquines, asociada con desplazamientos horizontales o verticales de parte de la estructura del pavimento.
Escalonamiento	Consiste en desplazamientos verticales o rotacionales relativos entre adoquines adyacentes, que afectan el comportamiento articulado de la superficie del pavimento, que pueden generar, en el tiempo y con el uso de la vía, fracturamiento y pérdida de adoquines.
Ondulaciones y Hundimientos	Son deformaciones grandes y notorias de la plataforma de la vía que alteran su perfil longitudinal, los cuales pueden ser localizados o consecutivos, de forma más o menos circular.

Fuente: MANUAL DE DIAGNÓSTICO DE FALLAS Y MANTENIMIENTO DE VÍAS (2016)

En cada una se encuentra una descripción como la siguiente:

## Ahuellamientos



**Figura 8: Ahuellamientos**

Fuente: MANUAL DE DIAGNÓSTICO DE FALLAS Y MANTENIMIENTO DE VÍAS (2016)

- 1. Descripción:** Esta es una falla consistente en un desplazamiento vertical del pavimento, en la zona que ocupa la huella de los vehículos, relacionada con la acción de las cargas repetidas sobre la estructura.
- 2. Método de Inspección:** Se realiza un inventario detallado de las áreas afectadas. Se coloca una regla sobre la depresión o un hilo si las dimensiones son muy grandes y se mide su profundidad en mm. Se evalúa el porcentaje del área afectada y se localiza en el plano detallado.
- 3. Evaluación:** Con los datos obtenidos, se asigna para la extensión de la falla una calificación K en la Tabla 8.

**Tabla 10: Evaluación de Ahuellamientos para Pavimento Articulado**

K	Extensión		Severidad Profundidad (mm)
	% Afectada	Sección	
1	< 50%		< 50mm
2	> 50%		> 50mm

Fuente: MANUAL DE DIAGNÓSTICO DE FALLAS Y MANTENIMIENTO DE VÍAS (2016)

A continuación, en la Tabla 9 y de acuerdo con los valores de K para severidad y extensión, se busca el valor de condición  $A_i$  del tramo.

**Tabla 11: Severidad para Ahuellamientos para Pavimentos Articulados**

		Severidad	
		1	2
Extensión	1	1	2
	2	2	2

Valores de  $A_i$

Fuente: MANUAL DE DIAGNÓSTICO DE FALLAS Y MANTENIMIENTO DE VÍAS (2016)

## 4. Posibles causas y factores que afectan su desarrollo

- a) Diseño:** Deficiencias en diseño asociadas con baja capacidad portante de la subrasante e insuficiencia de espesores en las capas estructurales.
- b) Consolidación:** Asentamiento de las capas subyacentes y pérdida local de la capacidad portante debido a humedad excesiva en el pavimento.
- c) Sobrecarga:** Se puede presentar incremento en la frecuencia de las cargas de diseño o de la carga por eje.
- d) Drenaje:** Mal manejo de aguas por presencia de materiales impermeables en las capas de fundación.
- e) Suelos:** Se pueden presentar suelos arcillosos o con materia orgánica y base o subbase granular contaminadas con arcilla.
- f) Compactación:** Deficiencias en la compactación de la capa de arena de base o de las capas granulares subyacentes.

g) Confinamiento: Deficiencias en el confinamiento lateral del pavimento

**5. Tabla de posibles actividades de mantenimiento<sup>3</sup>**

**Tabla 12: Tabla de posibles actividades de mantenimiento**

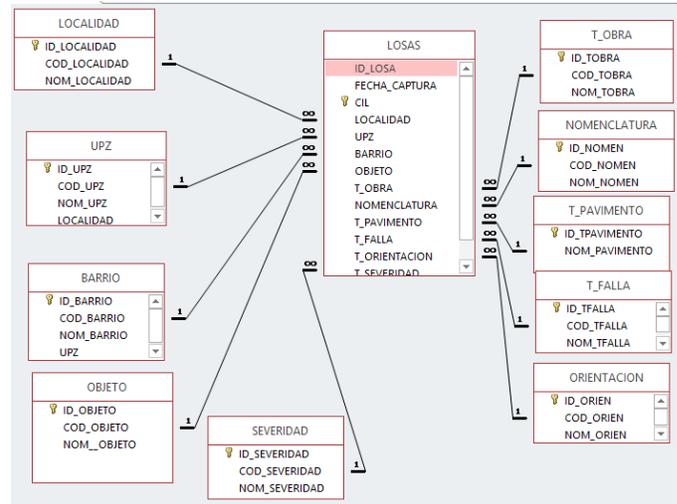
Ai	Actividad Recomendada
1	No se requiere acción inmediata, pero debe monitorearse su evolución y evaluarse las causas, solucionándolas para evitar su aumento
2	Remover el material en el área afectada, colocar nuevo material de base, subbase y base de arena, cuidando de compactar correctamente. Recolocar los adoquines y eliminar las causas adicionales.

Fuente: MANUAL DE DIAGNÓSTICO DE FALLAS Y MANTENIMIENTO DE VÍAS (2016)

Teniendo esta información base se procede a realizar un modelo de base de datos descriptivo en Access en donde se almacena la información básica de la losa y desde donde a partir de un formulario se introduce en carácter de actualización sobre la base de datos el tipo de falla, la orientación y la severidad de esta.

**V. RESULTADOS**

Después de tener una base de conocimiento en la cual se va a enfocar el resultado del estado vial e realizó un modelo relacional de una base de datos descriptiva para poder estructurar la información de manera adecuada para un manejo de los datos ingresados. Como se refleja en la figura 9.



**Figura 9: Modelo Relacional**  
Fuente: Elaboración Propia (2016)

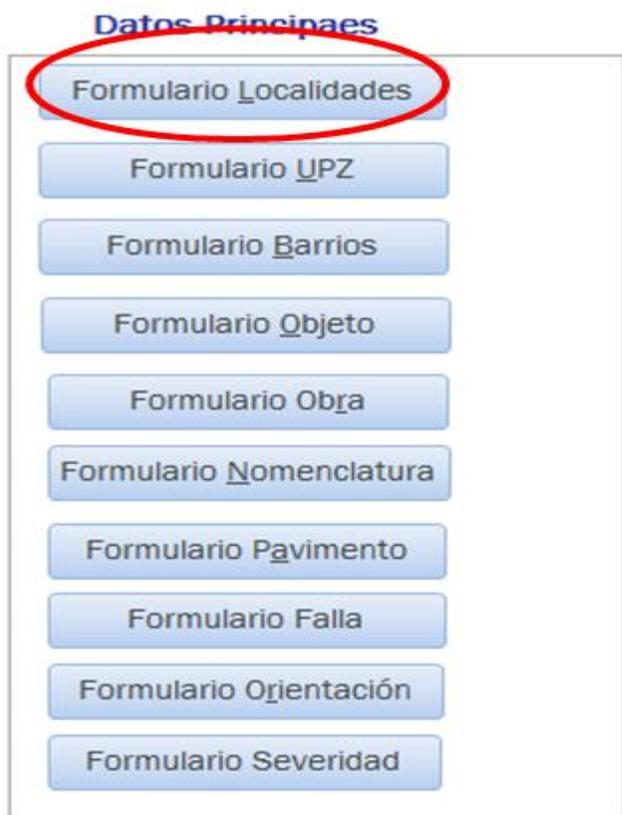
Se realizó un diseño gráfico para ambientar amigablemente al usuario, quien es el que va a registrar la información para el objetivo del estudio como se refleja en la figura 10.



**Figura 10: Formulario Principal**  
Fuente: Elaboración Propia (2016)

En donde se divide en Datos Principales. Que son aquellos formularios que sirven para poblar las tablas de los datos que requiere la tabla losas para hacer una descripción de la losa como se muestra en la figura 11.

<sup>3</sup> Manual de diagnóstico de fallas y mantenimiento de vías, 3rd ed., Convenio IDU-un 061/00 personal técnico participante y Universidad Nacional de Colombia Facultad de Artes oficina de Proyectos., Bogotá D.C., 2001, pp. 9-5.



**Datos Principales**

- Formulario Localidades**
- Formulario UPZ
- Formulario Barrios
- Formulario Objeto
- Formulario Obra
- Formulario Nomenclatura
- Formulario Pavimento
- Formulario Falla
- Formulario Orientación
- Formulario Severidad

**Figura 11: Formulario Principal de datos Principales**  
Fuente: Elaboración Propia (2016)

Formulario en donde se ingresan los registros de las localidades existentes en la ciudad de Bogota. En donde se describe el codigo de la localidad y el nombre, como se muestra en la figura 12.



**Formulario LOCALIDAD**

ID LOCALIDAD:

CODIGO LOCALIDAD:

NOMBRE LOCALIDAD:

[Edit] [Print] [Cancel] [Save] [Refresh]

**Figura 12: Formulario LOCALIDAD**  
Fuente: Elaboración Propia (2016)

La información se almacena en una tabla como se refleja en la figura 13.

ID LOCALID.	CODIGO LOI	NOMBRE LC	Haga clic para agregar
1	1	USAQUEN	
2	2	CHAPINERO	
3	3	SANTA FE	
4	4	SAN CRISTOBAL	
5	5	USME	
6	6	TUNJUELITO	
7	7	BOSA	
8	8	KENNEDY	
9	9	FONTIBON	
10	10	ENGATIVA	
11	11	SUBA	
12	12	BARRIOS UNIDOS	
13	13	TEUSAQUILLO	
14	14	LOS MARTIRES	
15	15	ANTONIO NARIÑO	
16	16	PUENTE ARANDA	
17	17	CANDELARIA	
18	18	RAFAEL URIBE	
19	19	CIUDAD BOLIVAR	
(Nuevo)			

**Figura 13: Tabla Localidad**  
Fuente: Elaboración Propia (2016)

Lo anterior sirve para ver reflejado al momento de registrar o actualizar la información de una losa. Como se refleja en la figura 14.



**Formulario LOSAS**

ID LOSA:

FECHA CAPTURA: 03/11/2016

CIL: 18531B

LOCALIDAD: **4** (SAN CRISTOBAL) UPZ: 34

NOMBRE LOCALIDAD: SAN CRISTOBAL NOM\_UPZ: 20 DE JULIO

BARRIO: 1304 (BELLO HORIZONTE) OBJETO: VIA

NOMBRE BARRIO: BELLO HORIZONTE NOMBRE OBJETO: OBRA VIAL

TIPO OBRA: LC NOMENCLATURA: CL

NOMBRE TIPO OBRA: LOSA EN CONCRETO NOMENCLATURA: CALLE

TIPO PAVIMENTO: RIGIDO TIPO FALLA: N/A

TIPO PAVIMENTO: RIGIDO TIPO FALLA: NO APLICA

TIPO ORIENTACION: N/A TIPO SEVERIDAD: NA

NOMBRE ORIENTACION: NO APLICA NOMBRE SEVERIDAD: NO APLICA

OBSERVACION:

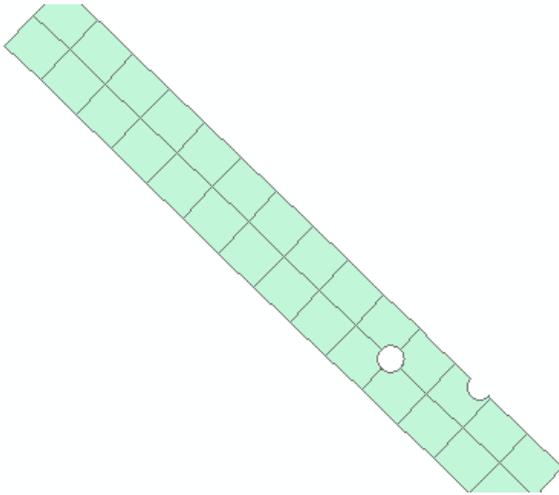
**Figura 14: Formulario LOSAS**  
Fuente: Elaboración Propia (2016)

Después de haber poblado las tablas indexadas se procede a poblar con las actualizaciones que para este caso interesan a la tabla principal la cual es LOSAS con la información de la losa. Como se ve en la figura 15.

ID LOSA	FECHA_CAF	CL	LOCALIDAD	UPZ	BARRIO	OBJETO	TIPO OBR	NOMENCLA	TIPO PAVIM	TIPO FALL	TIPO SEVE	OBSERV	
89	01/11/2016	18131B	4	34	1304	VIA	LC	CL	RIGIDO	FR	T	M	La losa se etc
90	02/11/2016	18231B	4	34	1304	VIA	LC	CL	RIGIDO	N/A	N/A	NA	
93	03/11/2016	18331B	4	34	1304	VIA	LC	CL	RIGIDO	N/A	N/A	NA	
94	03/11/2016	18431B	4	34	1304	VIA	LC	CL	RIGIDO	N/A	N/A	NA	
91	03/11/2016	18531B	4	34	1304	VIA	LC	CL	RIGIDO	N/A	N/A	NA	
92	04/11/2016	18631B	4	34	1304	VIA	LC	CL	RIGIDO	N/A	N/A	NA	

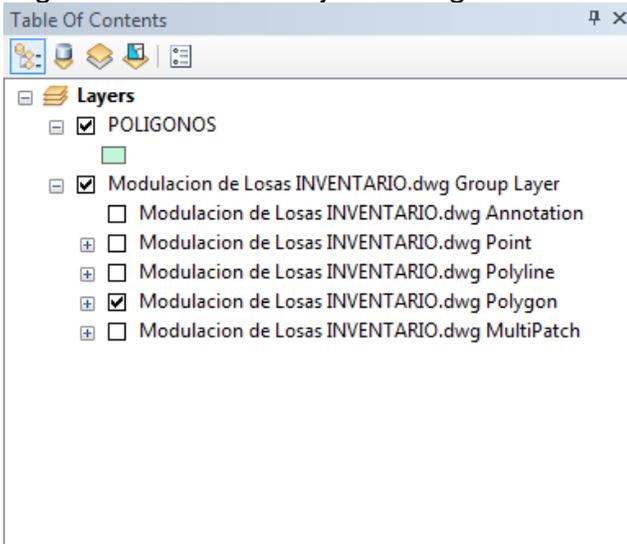
**Figura 15: Tabla Losas**  
Fuente: Elaboración Propia (2016)

Al realizar esta actualización en la base de datos descriptiva se procede a actualizar la base de datos geográfica, para visualizarla en la aplicación ArcGis y darle el manejo geo estadístico adecuado para el control o mantenimiento del estado vial que conforman las losas como se ve en la figura 16.



**Figura 16: Malla Vial (Polígonos)**  
Fuente: Elaboración Propia (2016)

En ArcGis se almacena en un shape llamado polígonos como se refleja en la figura 17.



**Figura 17: Shape Polígonos**  
Fuente: Elaboración Propia (2016)

Desde ArcGis es posible editar la información registrada desde el formulario de Access anteriormente descrito. Como se refleja en la figura 18.

ID	OBJETO	SHAPE	SHAPE_Length	SHAPE_Area	CL	T_ORBR	NOMENCLATURA	T_PAVIMENTO	T_FALLA	OBJETO	T_ORIENTACION	T_SEVERIDAD	LOCALIDAD	UPZ	BARRIO	Observ
8	Poligon	13.00231	10.50104	18131B	LC	CL	RIGIDO		Via	-rtub-	-rtub-	4	34	1304	-rtub-	
9	Poligon	12.70027	10.88112	18231B	LC	CL	RIGIDO	-rtub-	Via	-rtub-	-rtub-	4	34	1304	-rtub-	
10	Poligon	13.91009	10.91009	18331B	LC	CL	RIGIDO	-rtub-	Via	-rtub-	-rtub-	4	34	1304	-rtub-	
11	Poligon	12.74881	10.04889	18431B	LC	CL	RIGIDO	-rtub-	Via	-rtub-	-rtub-	4	34	1304	-rtub-	
12	Poligon	12.88439	10.04348	18531B	LC	CL	RIGIDO	-rtub-	Via	-rtub-	-rtub-	4	34	1304	-rtub-	
13	Poligon	12.71383	9.04488	18431B	LC	CL	RIGIDO	-rtub-	Via	-rtub-	-rtub-	4	34	1304	-rtub-	

**Figura 18: Tabla Polígonos**  
Fuente: Elaboración Propia (2016)

## VI. CONCLUSIONES

Para toda estructura de una malla vial se condiciona la seguridad y circulación cómoda al tránsito evitando en lo menos posible que afecten los factores extremos como el clima, el uso del suelo, los medios de comunicación, el tránsito y la misma vía.

Para que el conductor pueda transitar con el menor riesgo posible ante situaciones climáticas especiales como lluvias intensas y problemas de tránsito es necesario el tipo de infraestructura vial, las características geométricas, la estética y la uniformidad de las soluciones.

Se reduce la demora en desplazamientos, pero no se perderá tiempo en ir por una vía en mal estado si no que sería posible elegir pasar por una vía en mejor estado.

Se puede ampliar la comercialización ya que dentro del marco comercial se aumentarán los lujos comerciales. Ya que estos mayores volúmenes de cargas se movilizan vía terrestre, entonces es inminente no solo la ampliación sino el mejoramiento actual de la malla vial.

Se obtuvo conocimiento en los tipos de pavimentos, conociendo de esta manera los tipos de fallas que puede tener cada uno, en algunos casos la orientación y el nivel de severidad con que se clasifican.

El transporte sirve para satisfacer las necesidades de la comunidad y solo se puede sostener en tanto cumpla con esta función.

Se puede determinar que este método de almacenar el estado vial brinda mayor auge debido a la fluidez y rapidez con la que se registran las fallas de las losas. Al asegurar el nivel de daño se puede deducir que materiales, personal, procedimientos y diseño utilizar para lograr un camino seguro y adecuado para los requerimientos de los usuarios de la malla vial.

#### REFERENCIAS

[1] Anati. (2016).  
[Http://www.anati.gob.pa/index.php/quienes-somos/antecedentes](http://www.anati.gob.pa/index.php/quienes-somos/antecedentes). En:  
<http://www.anati.gob.pa/>.

[2] Parras, M.A. y Ramirez, M.L. (2016). Propuesta metodológica para el modelado de la demanda potencial del transporte público mediante el empleo de sistemas de información geográfica. Transporte y Territorio, Vol. 1, pp. 2.

[3] Rivera, Yair. Arquitectura de bases de datos geográficas integrada a la web y a dispositivos móviles para la descripción de patrones geográficos, Barranquilla, Ed. Coruniamericana, Vol.1, 2012. pp. 87-94.

[4] Manual de diagnóstico de fallas y mantenimiento de vías, 3rd ed., Convenio IDU-un 061/00 personal técnico participante y Universidad Nacional de Colombia Facultad de Artes oficina de Proyectos., Bogotá D.C., 2001, pp. 9–5.

Presentación: <http://arcg.is/2gKsCuW>