BOLETÍN TÉCNICO EXTENSIÓN Y ESTADO DE LA MALLA VIAL DE BOGOTÁ D.C.

Corte
2022 - I
Junio

50 años

Instituto de Desarrollo Urbano

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

BOGOTÁ

Contenido

1. INTRODUCCIÓN 4
2. ANTECEDENTES 5
   2.1. Actualización periódica de la extensión y estado de la malla vial de Bogotá D.C. 5
   2.2. Diagnóstico de malla vial urbana, año 2016 5
   2.3. Diagnóstico de malla vial rural, año 2018 6
   2.4. Diagnóstico de la condición superficial de la malla vial urbana y rural, año 2021. 6
3. MARCO TEÓRICO 8
4. METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE LA EXTENSIÓN DE LA MALLA VIAL 11
5. METODOLOGÍA DE CÁLCULO DEL ESTADO DE LA MALLA VIAL 13
   5.1. Calzadas con información de diagnóstico durante el período de análisis. 13
      5.1.1. Toma de información en campo 14
      5.1.2. Procesamiento de la información tomada en campo 15
      5.1.3. Indicadores de condición (PCI/URCI) 16
      5.1.4. Escala de clasificación de los indicadores de condición (PCI/URCI) 16
   5.2. Calzadas con información de reportes de intervención para su conservación. 17
   5.3. Aplicación de modelos de comportamiento para calzadas sin reporte de intervención y sin información de diagnóstico en el periodo de análisis. 18
6. RESULTADOS DE EXTENSIÓN Y ESTADO DE LA MALLA VIAL 20
   6.1. Extensión de la malla vial a 30 de junio de 2022. 20
   6.2. Estado de la malla vial de Bogotá D.C., a 30 de junio de 2022. 21
      6.2.1. Estado de la malla vial urbana 23
      6.2.2. Estado de la malla vial rural 25
      6.2.3. Estado de la malla vial por localidades 27
7. NOTAS TÉCNICAS 29
   7.1. Generalidades 29
   7.2. Notas técnicas de la extensión de la malla vial 30
   7.3. Notas técnicas del estado de la malla vial 30

Índice de Tablas

Tabla 1. Reportes de intervención para conservación o construcción - 2022-I 18
Tabla 2. Extensión de la malla vial en función del tipo de malla 20
Tabla 3. Estado de la malla vial de Bogotá D.C., por km-carril en cada clasificación, desagregado por tipos de malla vial. 21
Tabla 4. Estado de la malla vial de Bogotá D.C., por km-carril en cada clasificación, desagregado por localidades. 27
Tabla 5. Estado de la malla vial de Bogotá D.C., por porcentaje en cada clasificación, desagregado por localidades. 27

Índice de Figuras

Figura 1. Clasificación del valor del PCI para pavimentos flexibles. 9
Figura 2. Clasificación del valor del URCI para vías en afirmado. 9
Figura 3. Flujo del proceso de determinación de la extensión de la malla vial. 12
Figura 4. Distribución espacial de información de diagnóstico con cuadrillas tomada por el IDU como seguimiento a Tramos Testigo 15
Figura 5. Representación esquemática del proceso 16
Figura 6. Escala de clasificación del estado de las vías para los indicadores PCI y URCI. 17
Figura 7. Ejemplo del comportamiento esperado de un pavimento en servicio 19
Figura 8. Extensión de la malla vial de Bogotá D.C., a 30 de junio de 2022. 20
Figura 9. Estado total de la malla vial de Bogotá D.C., por porcentaje en cada clasificación. 22
Figura 10. Mapa de calor del estado de la malla vial de Bogotá D.C. 22
Figura 11. Estado total de la malla vial urbana, por porcentaje en cada clasificación. 23
Figura 12. Estado de la malla vial troncal, por porcentaje en cada clasificación. 24
Figura 13. Estado de la malla vial arterial, por porcentaje en cada clasificación 24
Figura 14. Estado de la malla vial intermedia, por porcentaje en cada clasificación. 24
Figura 15. Estado de la malla vial local, por porcentaje en cada clasificación. 24
Figura 16. Mapas de calor del estado de la malla vial troncal, arterial, intermedia y local. 24
Figura 17. Estado total de la malla vial rural, por porcentaje en cada clasificación. 25
Figura 18. Mapa de calor del estado de la malla vial rural. 26
Figura 19. Estado de la malla vial rural principal, por porcentaje en cada clasificación. 26
Figura 20. Estado de la malla vial rural no principal, por porcentaje en cada clasificación. 26

1. INTRODUCCIÓN

Con el objetivo de mejorar y actualizar continuamente la información disponible sobre el estado de la infraestructura de malla vial de Bogotá D.C., el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU), ha formulado y ejecutado proyectos de diagnóstico de pavimentos, en los que se evalúan parámetros e indicadores para determinar el estado de condición superficial de la malla vial, en el marco de su función de responder por la actualización del inventario sobre el estado de la infraestructura de los sistemas de movilidad y del espacio público construido, así como de actualizar y administrar el sistema de información integral de la Entidad, y el suministro de dicha información.

En línea con lo anterior, durante el año 2021 el IDU ejecutó un proyecto a nivel de red con el fin de realizar el levantamiento, procesamiento y análisis de información para determinar la condición superficial de los pavimentos de Bogotá D.C., en las calzadas que fueron parte de la meta física del mismo conforme al alcance definido, constituyendo así la línea base más reciente de información tomada en campo directamente, con que cuenta la Entidad para realizar el cálculo y la actualización del estado de la malla vial semestralmente.

A partir de los resultados obtenidos del mencionado proyecto (línea base más reciente), de los reportes de intervención para la conservación de la malla vial y diagnósticos recibidos por parte de las Entidades Distritales con competencia de intervención (en el periodo de enero a junio de 2022), y de modelos de comportamiento teóricos, se actualizó, en el marco del trabajo institucional, la información de extensión y estado de condición superficial de la malla vial de la ciudad de Bogotá D.C.

Es así que en el presente boletín técnico se dan a conocer los resultados del proceso de actualización de la extensión y el estado de condición superficial de la malla vial de la ciudad de Bogotá D.C a corte de 30 de junio de 2022 (periodo de análisis entre el 01 de enero y el 30 de junio), como también los diferentes aspectos técnicos que fueron tenidos en cuenta durante el proceso y las notas técnicas más importantes a tener en cuenta para la consulta y análisis de la información.

2. ANTECEDENTES

2.1. Actualización periódica de la extensión y estado de la malla vial de Bogotá D.C.

El Concejo de Bogotá D.C., mediante el Acuerdo 67 de 2002, estableció los lineamientos para la publicación permanente de diferentes indicadores que permiten evaluar la gestión de la Administración. Es así que en su primer artículo define entre los indicadores del sector movilidad a reportar, las vías en buen estado y las vías primarias y secundarias en buen estado.

Considerando la competencia que tiene el IDU conforme a las funciones asignadas a la Entidad y sus dependencias, semestralmente se realiza la actualización de la información de extensión y estado de la malla vial disponible en el Sistema de Información Geográfica del IDU – SIGIDU y, de acuerdo con las fechas establecidas en los Decretos 508 de 2010 y 371 de 2011, realiza la publicación de los resultados obtenidos de dicho proceso, para lo cual se tienen dos periodos de análisis: del 01 de enero al 30 de junio, y del 01 de julio al 31 de diciembre de cada año.

Con el objetivo de disponer insumos técnicos actualizados que soporten el proceso de actualización de la extensión y estado de la malla vial, el IDU en los últimos años ha ejecutado proyectos de diagnóstico a nivel de red, que permitieron disponer una línea base de información con la cual realizar el proceso y periódicamente evaluar el estado de la infraestructura de malla vial. A partir de lo anterior, se mencionan los principales proyectos de diagnóstico ejecutados en años recientes.

2.2. Diagnóstico de malla vial urbana, año 2016

Durante el año 2016 ejecutó el proyecto de "Levantamiento, procesamiento y análisis de la información para el diagnóstico de pavimentos de la malla vial de Bogotá, mediante el cual se recopiló información sobre el estado superficial, funcional y estructural de los pavimentos en toda la malla vial urbana de la ciudad (tipos de malla troncal, arterial, intermedia y local).

La información obtenida de cada una de las evaluaciones mencionada fue:

- **Evaluación Superficial**: a) Levantamiento e inventario de fallas y determinación del Índice de Condición del Pavimento (PCI).
- **Evaluación Funcional**: b) Medición del perfil longitudinal y determinación del Índice de Rugosidad Internacional (IRI), c) Medición del perfil transversal y determinación del ahuellamiento.
- **Evaluación Estructural**: d) Toma de deflexiones y evaluación de capacidad estructural y transferencia de carga, e) Determinación de espesores mediante el uso de georradar.

Específicamente, en lo relacionado con la evaluación superficial, el levantamiento de la información en campo se realizó mediante vehículos equipados con una serie de cámaras de alta resolución (HD) que permitieron obtener imágenes en HD a partir de las cuales se determinó el inventario de daños (clase, severidad y extensión) existentes sobre las vías y posteriormente la determinación del Índice de Condición del Pavimento (PCI).

A partir de los resultados de evaluación superficial de este proyecto, la Entidad estableció en su momento, tres (3) rangos de clasificación cualitativa del estado de condición superficial de la malla vial, agrupando todas las categorías establecidas en la norma ASTM-D-6433-16 de la siguiente manera: el estado bueno para PCI entre 90 y 100, el estado regular para PCI entre 56 y 89, y el estado malo para calzadas con PCI menor a 56.

2.3. Diagnóstico de malla vial rural, año 2018

Conforme a lo anterior, y con el objetivo primordial de completar el diagnóstico de la malla vial de toda la ciudad, incluyendo la zona rural del Distrito, durante el año 2018 el IDU ejecutó un proyecto cuyo objeto fue "Realizar el levantamiento, procesamiento y análisis de información sobre la condición superficial, funcional y estructural de los pavimentos que conforman la malla vial rural de la ciudad de Bogotá D.C., y el inventario de los elementos complementarios que conforman la sección transversal de estas vías".

En cuanto al componente de diagnóstico, el alcance de este contrato correspondió a las mismas actividades que se ejecutaron en el proyecto realizado en el año 2016, con la diferencia que únicamente se realizaron sobre calzadas localizadas en la malla vial rural de la ciudad y comprendió el 100% de esta malla. En lo relacionado al componente de inventario, el alcance del contrato abarcó la identificación y georreferenciación de los siguientes elementos complementarios a la sección transversal de las vías: alcantarillas, bermas, cunetas, postes de referencia y puentes.

Es así que, a partir del año 2018, con la información obtenida como resultado del contrato IDU 1554 de 2017, sumado a los resultados obtenidos de los contratos ejecutados en el año 2016, el IDU dispuso en su momento información de diagnóstico a nivel de red para la totalidad de su malla vial, tanto a nivel urbano como rural, la cual ha sido empleada como parte de las actividades misionales a cargo de la Entidad.

2.4. Diagnóstico de la condición superficial de la malla vial urbana y rural, año 2021.

Durante el año 2021 el IDU ejecutó el proyecto de "Levantamiento, procesamiento y análisis de información para el diagnóstico de la condición funcional de la malla vial urbana y rural de Bogotá D.C., mediante la evaluación superficial de los pavimentos que la conforman", a partir del cual se

recopiló información sobre el estado de condición superficial de la malla vial urbana y rural de la ciudad (tipos de malla troncal, arterial, intermedia, local, rural principal y rural no principal) a nivel de red.

La información obtenida producto del desarrollo del mencionado proyecto corresponde al inventario de daños existentes en las vías de la ciudad, clasificados por tipo de daño, severidad y extensión, y a partir de esto se determinaron dos indicadores de estado en función de los tipos de superficie: i) Índice de Condición del Pavimento (PCI) para superficies flexibles, rígidas y articuladas, ii) Índice de Condición de Vías Sin Superficie (URCI) para vías en afirmado en la malla rural. Todo esto enmarcados en las normas internacionales ASTM-D-6433, ASTM-E-2840 y TM-5-626 para inspección a nivel superficial de pavimentos con superficies flexibles, rígidas, articuladas y en afirmado.

Con el desarrollo del proyecto, se tuvo en cuenta una serie de aspectos técnicos que permitieron fortalecer los procesos para el levantamiento y procesamiento de información, como también la implementación de la escala de clasificación tal como se presenta en los documentos normativos que describen la metodología empleada. Estos aspectos de fortalecimiento del proceso y de la metodología son:

- Empleo de equipos de alto rendimiento equipados con sensores láser para la toma de información en campo de manera automatizada, lo cual a su vez permite optimizar tiempos de procesamiento y análisis de información y cálculo de indicadores.

- Empleo de la versión más actualizada de la norma internacional ASTM-D-6433, que contempla ábacos de valores deducidos para una tipología de daño que no se diferenciaba en versiones anteriores de las normas mencionadas.

- Estructuración e implementación de una capa geográfica de unidades de muestra, que permite tipificar mejor los patrones de daño en las calzadas y realizar una evaluación más precisa y confiable. Adicionalmente permite estandarizar el empleo de las mismas para futuros diagnósticos, garantizando así una evaluación uniforme sobre la calzada a través del tiempo.

- Implementación de la escala de clasificación PCI/URCI con las siete (7) categorías definidas en las normas técnicas ASTM-D-6433, ASTM-E-2840 y TM-5-626.

3. MARCO TEÓRICO

La evaluación superficial en pavimentos permite conocer el estado de la capa de rodadura a través de la identificación visual de daños que se manifiestan a través de diferentes tipologías, tales como desgaste, grietas, deformaciones, huecos, entre otros, los cuales son causa del uso de la infraestructura, los procesos climáticos (meteorización, daño por humedad, etc.), los procesos constructivos, la calidad de los materiales empleados, eventos naturales.

Para la identificación de todos los tipos de daños a nivel superficial que ocurren sobre las vías, existen diversas metodologías empleadas por las agencias y entidades que administran redes de infraestructura vial, y entre las más utilizadas se encuentran las normas internacionales de la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales - American Society for Testing and Materials (ASTM), las cuales documentan el proceso para identificar los daños superficiales en el pavimento, a los cuales se asigna una extensión de área afectada y una severidad, con esta información se realiza un proceso matemático que permite obtener un indicador entre 0 y 100, dónde 0 es un pavimento totalmente fallado y 100 indica un pavimento en excelente estado, a este valor se le denomina Índice de Condición del Pavimento – Pavement Condition Index (PCI) el cual, adicionalmente, es clasificado de acuerdo con una escala de 7 categorías.

La norma ASTM-D-6433 documenta la metodología para identificación de daños en vías y zonas de parqueo para pavimentos en superficie flexible y rígida, para superficie flexible se evalúa la presencia de 20 tipos de daño y para superficie rígida 19 tipos de daño.

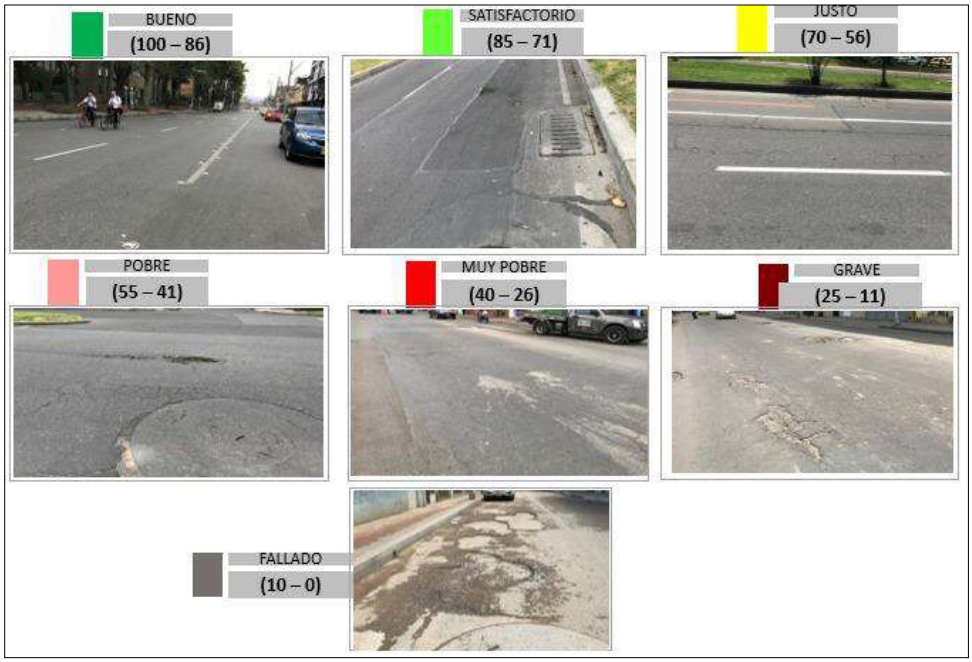
Para evaluar pavimentos en superficie articulada existe la ASTM E 2840, la cual presenta la misma metodología de cálculo del indicador PCI mencionado, sin embargo, se emplean o tienen en cuenta 11 tipos de daños que se desarrollan en pavimentos con este tipo de superficie.

Ahora bien, también existen vías sin superficie (afirmado), a las cuales también es posible identificar daños a nivel superficial y posteriormente realizar el cálculo de un indicador denominado Índice de Condición para Vías Sin Superficie – Unsurfaced Roads Condition Index (URCI) conforme a lo establecido en el Manual Técnico TM-5-626, y que, de igual forma que el PCI, es un valor entre 0 y 100, dónde 0 es una superficie totalmente fallada y 100 indica una superficie en excelente estado, siendo también este indicador clasificado de acuerdo a una escala de 7 categorías.

Una vez se identifican los daños con sus extensiones y severidades, esta información se utiliza para calcular el indicador de estado PCI/URCI usando procesos matemáticos basados en ábacos de valores deducidos e iteraciones.

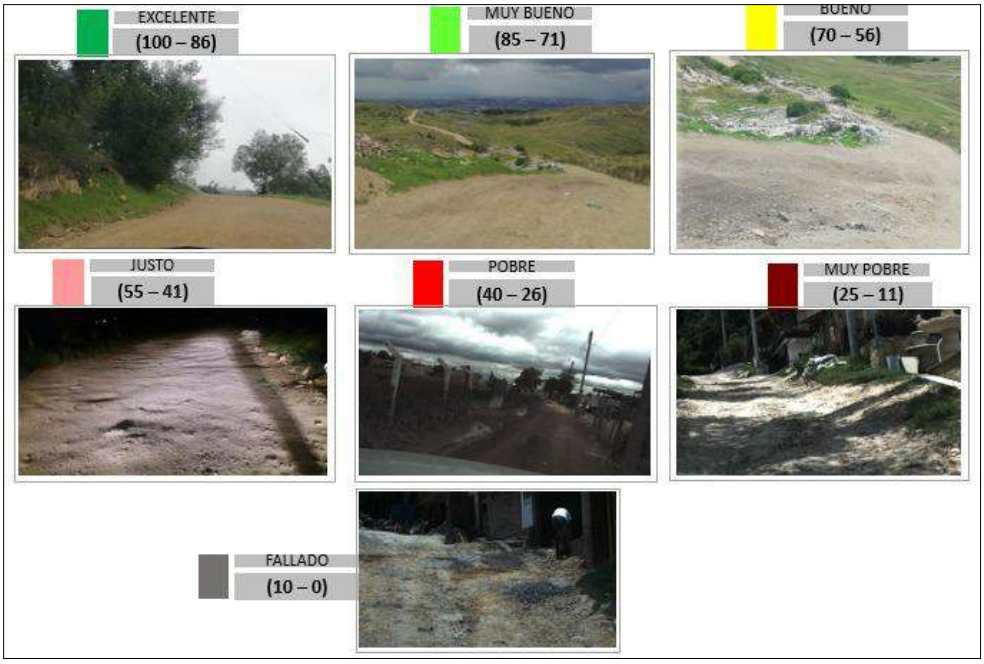
Cuando se ha calculado el indicador de estado superficial (PCI/URCI) se procede con la clasificación del valor obtenido según las siguientes escalas:

Figura 1[1]. Clasificación del valor del PCI para pavimentos flexibles.



Fuente: Elaboración propia, Instituto de Desarrollo Urbano – IDU
Nota: Las imágenes mostradas son a título ilustrativo.

Figura 2[2]. Clasificación del valor del URCI para vías en afirmado.



Fuente: Elaboración propia, Instituto de Desarrollo Urbano - IDU
Nota: Las imágenes mostradas son a título ilustrativo.

[1] Las imágenes mostradas son a título ilustrativo y no representan una definición específica para cada rango.
[2] Ibídem

La importancia de emplear los procedimientos normativos mencionados recae sobre la estandarización y uniformidad de la información, de manera que se pueda mantener en el tiempo una misma línea en los procesos de levantamiento, procesamiento y análisis de información que permitan realizar de mejor manera la gestión, administración y conservación de la infraestructura. En este sentido, desde hace aproximadamente 15 años el IDU emplea las metodologías descritas anteriormente para la determinación del estado de condición superficial en la infraestructura de malla vial de la ciudad.

4. METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE LA EXTENSIÓN DE LA MALLA VIAL

La extensión de la malla vial de Bogotá es producto de un proceso permanente de digitalización de los objetos nuevos (vías representadas a través de objetos geométricos) y el ajuste de los existentes sobre la sección transversal de las vías que conforman la malla vial, usando información proveniente de planos récord estandarizados resultantes de la ejecución de los proyectos de construcción, información que se consolida y almacena en el Sistema de Información Geográfico del IDU – SIGIDU.

Debido a que la dinámica de construcción y conservación de vías en la ciudad se desarrolla día a día, el inventario de la malla vial siempre se encuentra en constante actualización producto del desarrollo de las obras ejecutadas por la Administración Distrital, es así que, con el fin de determinar la cifra de extensión de la malla vial en cada periodo de análisis, que para este boletín corresponde al corte de 30 de junio de 2022, se realiza adicionalmente un proceso mediante el cual se verifican y validan determinados atributos del inventario, así:

- Caracterización de las calzadas en función del tipo de malla vial, el tipo de superficie, el uso y la localización.

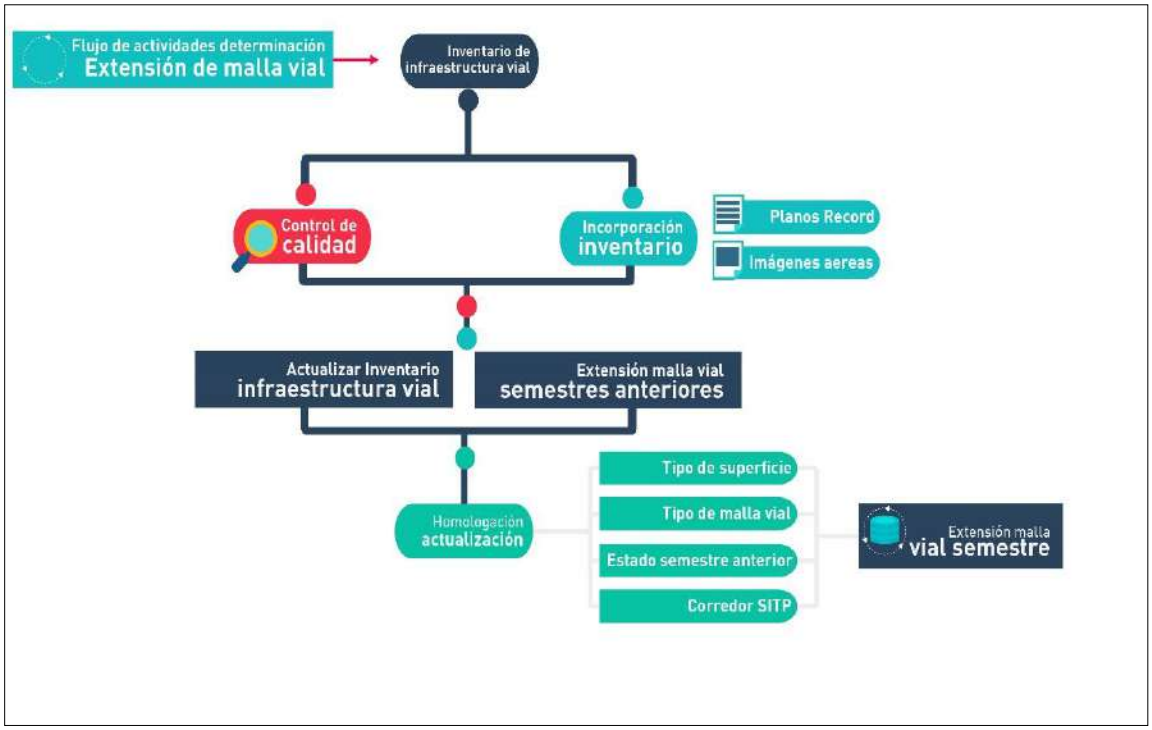
- Verificación general de la asignación del tipo de malla respecto a información histórica de las vías (calzadas).

- Actualización de la extensión de la malla vial en función de aquellas intervenciones que generan modificaciones geométricas sobre las vías existentes (eliminación e incorporación de área de calzadas).

- Actualización cartográfica de la base de datos a través del mejoramiento de la geometría de los elementos geográficos de la malla vial.

El flujo del proceso descrito se puede observar en la siguiente figura.

Figura 3. Flujo del proceso de determinación de la extensión de la malla vial.



Fuente: Elaboración propia, Instituto de Desarrollo Urbano - IDU

Como parte del proceso, el valor de la extensión de la malla vial se determina en unidades de kilómetro-carril (Km-Carril). Este término es implementado por el IDU como unidad de superficie para reportar los indicadores de extensión y estado de la malla vial, así como las metas de ejecución de obras de construcción y conservación.

El kilómetro-carril es un patrón de medida representado por un área equivalente a un carril tipo de 3,5 metros de ancho en una longitud de 1 kilómetro (3,5 m x 1000 m). Este patrón es derivado de la unidad de medida m², y busca estandarizar la información del área de superficie de la malla vial y expresarla a través de dicho patrón con el fin de poder tener un indicador en función del área realmente construida de las vías, y no de la longitud, ya que la unidad de medición lineal no representa de forma clara la magnitud de la sección transversal de las vías.

5. METODOLOGÍA DE CÁLCULO DEL ESTADO DE LA MALLA VIAL

El IDU, para evaluar y diagnosticar los pavimentos que hacen parte de la malla vial de la ciudad dispone información sobre dos tipos de estado del pavimento, el estado funcional y el estructural, obtenidos a partir de tres tipos de evaluaciones, que son: evaluación superficial (para determinar el Índice de Condición del Pavimento – PCI o el Índice de Condición de Vías Sin Superficie - URCI, en función del tipo de superficie), la evaluación funcional (para determinar el Índice de Regularidad Internacional – IRI) y evaluación estructural (para determinar el Número Estructural Efectivo en superficies flexibles y la transferencia de carga en superficies rígidas).

En lo referente al estado de condición superficial de la malla vial de la ciudad, se consideran tres fuentes de información durante el proceso de cálculo y determinación del estado de las vías;

i. La primera fuente de información corresponde a las calzadas que cuentan con diagnóstico levantada ejecutado en campo durante el periodo de análisis (primer o segundo semestre de cada año).
ii. Como segunda fuente de información, se tienen los reportes de intervención para conservación de la malla vial remitidos por parte de las entidades con competencia de ejecución.
iii. Por último, para las calzadas que no cuentan con ninguna de las dos fuentes de información mencionadas, se ejecutan modelos de deterioro teóricos con el fin de estimar su condición.

Es de aclarar que en el presente boletín técnico se presenta información únicamente sobre la condición superficial de los pavimentos.

5.1. Calzadas con información de diagnóstico durante el período de análisis.

El proceso para determinar el estado de condición superficial de los pavimentos consiste en tomar información en campo sobre el inventario de daños existentes en las vías, para su posterior procesamiento, análisis y cálculo de índices de condición del pavimento mediante diferentes procesos matemáticos a partir de tablas y ábacos.

Los procedimientos de toma de información en campo, procesamiento y cálculo de índices de condición superficial se realizan siguiendo lo establecido en las normas ASTM-D-6433 para malla vial con superficie flexible y rígida, ASTM-E-2840 para vías en superficie articulada (adoquín), ya sea en malla vial correspondiente al área urbana o rural. Para las vías con superficie en afirmado de la malla vial rural se sigue el procedimiento establecido en el Manual Técnico TM-5-626.

5.1.1. Toma de información en campo

La toma de información en campo sobre el inventario de daños existentes en las vías se puede realizar de dos maneras, ya sea empleando equipos de alto rendimiento con cámaras y sensores láser especializados para tal fin, o mediante cuadrillas de personal capacitado para realizar la actividad.

Los equipos de alto rendimiento permiten obtener, como su nombre lo indica, rendimientos superiores en comparación con la toma de información mediante cuadrillas, así mismo, se realiza captura de información automatizada, georreferenciada, y a velocidad de operación del tráfico vehicular sea en jornada diurna o nocturna.

Por otra parte, para la toma de información con cuadrillas usualmente se emplean dos personas con conocimientos especializados, y para realizar el inventario de los daños se emplean formatos que permiten registrar la información de manera ordenada, como también diferentes instrumentos de medición como odómetros o cintas métricas para determinar la extensión de los daños.

Con esta última metodología es posible, además, abarcar zonas en las que no se puede tomar información con equipos de alto rendimiento.

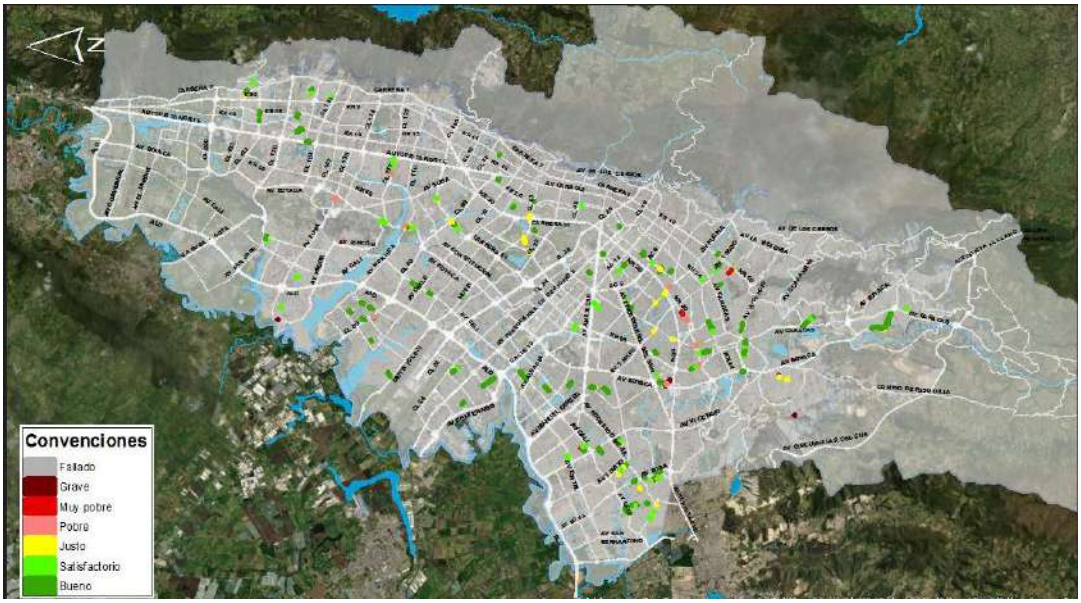
- **Información de diagnóstico empleada en el periodo de actualización (01 de enero a 30 de junio de 2022)**

Para el periodo que corresponde al presente boletín (2022-I), únicamente se contó con información de diagnóstico tomado en campo por el IDU en el marco del seguimiento a tramos testigo de la malla vial.

Esta información corresponde al diagnóstico de la condición superficial de aproximadamente 312 segmentos de la malla vial. Esta información fue levantada en campo mediante el empleo de cuadrillas de personal siguiendo la metodología descrita en las normas ASTM-D-6433 y ASTM-E-2840 (Índice de Condición del Pavimento), acorde a lo que ha mencionado anteriormente.

No se recibió reporte de diagnóstico de condición superficial tomado en campo durante el periodo de análisis por parte de las entidades distritales con competencia de intervención.

Figura 4. Distribución espacial de información de diagnóstico con cuadrillas tomada por el IDU como seguimiento a Tramos Testigo.



Fuente: Elaboración propia, Instituto de Desarrollo Urbano - IDU

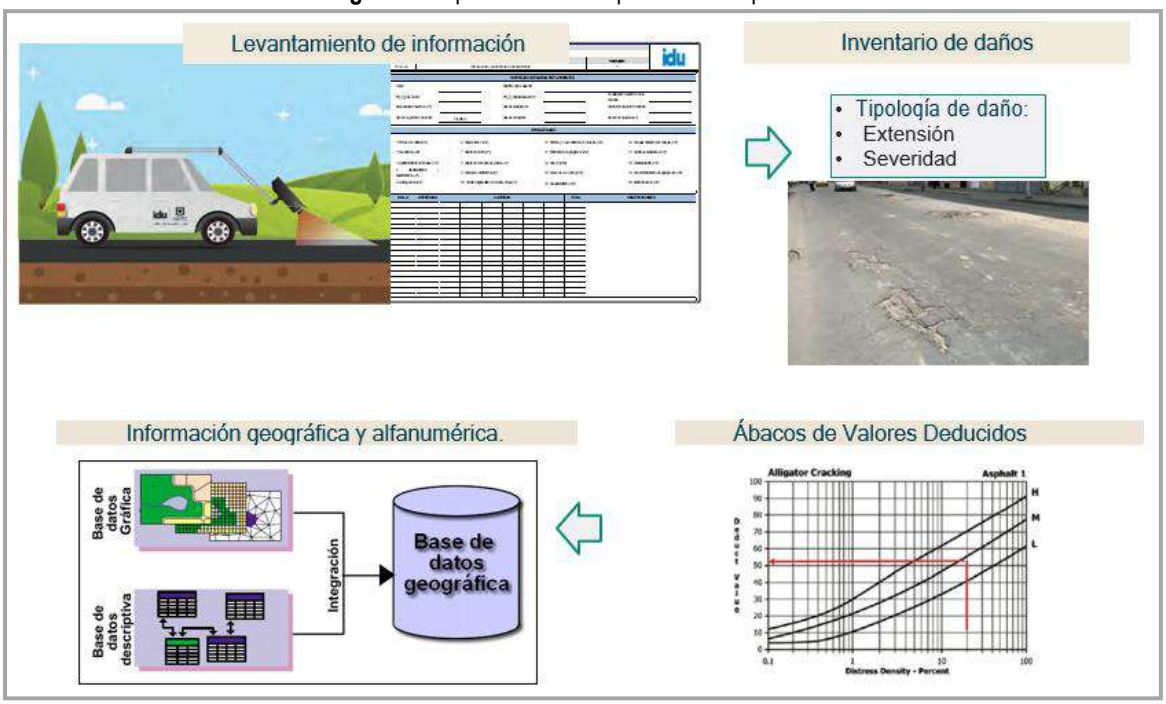
5.1.2. Procesamiento de la información tomada en campo

Posterior a las actividades de toma de información en campo, se realiza el correspondiente procesamiento para determinar el estado de condición superficial de la malla vial, el cual consiste en principalmente en:

- Identificar el inventario de daños con sus correspondientes parámetros (clase de daño, severidad y extensión) a partir de la información tomada en campo.
- Procesos de cálculos matemáticos iterativos a partir de la extensión y severidad de los daños (incluye cálculo de porcentajes de áreas afectadas, asignación de valores de deducción en función de la severidad de cada daño, etc.).
- Determinación de índices de condición de pavimento PCI/URCI (ejecución de proceso iterativo).
- Disposición de información geográfica y alfanumérica.

En la siguiente figura se observa de manera esquemática el proceso de levantamiento de información, procesamiento y análisis, y disposición de información.

Figura 5. Representación esquemática del proceso.



Fuente: Elaboración propia, Instituto de Desarrollo Urbano - IDU

5.1.3. Indicadores de condición (PCI/URCI)

Producto de la ejecución del diagnóstico en campo y su posterior procesamiento y análisis de información, se obtienen los siguientes indicadores de condición superficial de las calzadas en la malla vial.

- **Índice de Condición del Pavimento (PCI)**: empleado para vías en la malla vial urbana y rural con superficie de rodadura flexible, rígida o articulada.

- **Índice de Condición de Vías Sin Superficie (URCI)**: empleado para vías con superficie en afirmado que se encuentren en la malla vual rural.

5.1.4. Escala de clasificación de los indicadores de condición (PCI/URCI)

Las metodologías definidas en las normas mencionadas en el marco teórico definen los rangos de clasificación cualitativa del estado de las vías conforme a los indicadores obtenidos. Esta clasificación cualitativa se da en una escala compuesta por siete (7) rangos tanto para el PCI como para el URCI, como se presenta en la siguiente figura.

Figura 6. Escala de clasificación del estado de las vías para los indicadores PCI y URCI.

Fuente: Elaboración propia, Instituto de Desarrollo Urbano - IDU

El uso e implementación de la escala de clasificación conforme a los siete (7) rangos definidos en los documentos y normas técnicas brinda al proceso una fortaleza técnica importante, al considerar todos los parámetros y criterios definidos en estos documentos, los cuales a su vez facilitan la definición de estrategias de conservación para la infraestructura.

5.2. Calzadas con información de reportes de intervención para su conservación.

La segunda fuente de información que se tiene en cuenta para la determinación y cálculo del estado de la malla vial semestralmente corresponde a reportes de obra sobre intervenciones realizadas en las vías por parte de las diferentes entidades con competencia de intervención sobre las mismas.

Es así que el IDU solicita a dichas entidades (Alcaldías Locales, UAERMV, empresas de servicios públicos, Caja de la Vivienda Popular, Secretaría Distrital de Hábitat) un reporte semestral de la ejecución de obras en las calzadas, en los que se indiquen las vías intervenidas, fecha de intervención, estrategia de conservación, técnica de conservación, extensión intervenida, y toma en cuenta esta información para la actualización del estado. De igual manera la Entidad (IDU) tiene en cuenta las actividades ejecutadas en el marco de los contratos de conservación a su cargo.

En línea con lo anterior, para la determinación del estado de condición superficial de la malla vial que no cuenta con información de diagnóstico en el periodo de 01 de enero a 30 de junio de 2022, pero si cuentan con reporte de intervención para conservación, se tomó como información base el dato más reciente del indicador PCI o URCI disponible en el SIGIDU para cada calzada y se imputó un valor (calificación) a estos indicadores de forma teórica según la intervención reportada.

Esta calificación se asigna en función del estado de la calzada previo a la intervención conforme al rango que se encuentre el estado en la escala de clasificación, y posteriormente imputando un nuevo valor de PCI/URCI a partir de un análisis de sensibilidad del efecto o impacto de la acción de

conservación sobre los deterioros existentes en la vía, y consecuentemente sobre el valor del indicador de estado.

Para el presente período de análisis, los reportes corresponden a las intervenciones realizadas por las Entidades Distritales ejecutoras en el marco de sus funciones y actividades: IDU, UAERMV, ENEL Codensa, Secretaría Distrital del Hábitat y Alcaldías Locales, a 30 de junio de 2022.

De los reportes de intervención, las localidades de Usaquén, San Cristóbal, Suba, Tunjuelito, Kennedy, Teusaquillo, Antonio Nariño, Puente Aranda, Candelaria, Rafael Uribe Uribe, Ciudad Bolívar y Los Mártires no reportaron información consolidada previo a la fecha de publicación del presente boletín.

En tabla 1 se presenta el número de reportes que fueron tenidos en cuenta para la determinación del estado de la malla vial a 30 de junio de 2022, conforme a la información remitida por las diferentes Entidades Distritales.

Tabla 1. Reportes de intervención para conservación o construcción - 2022-I

TIPO DE REPORTE Intevención	Cantidad 2022-I
Acciones de Movilidad	219
Conservación	7
Construcción	44
Mantenimiento Periódico	1178
Mantenimiento Rutinario	283
Reconstrucción	58
Rehabilitación	132
Total Reportes	**1921**

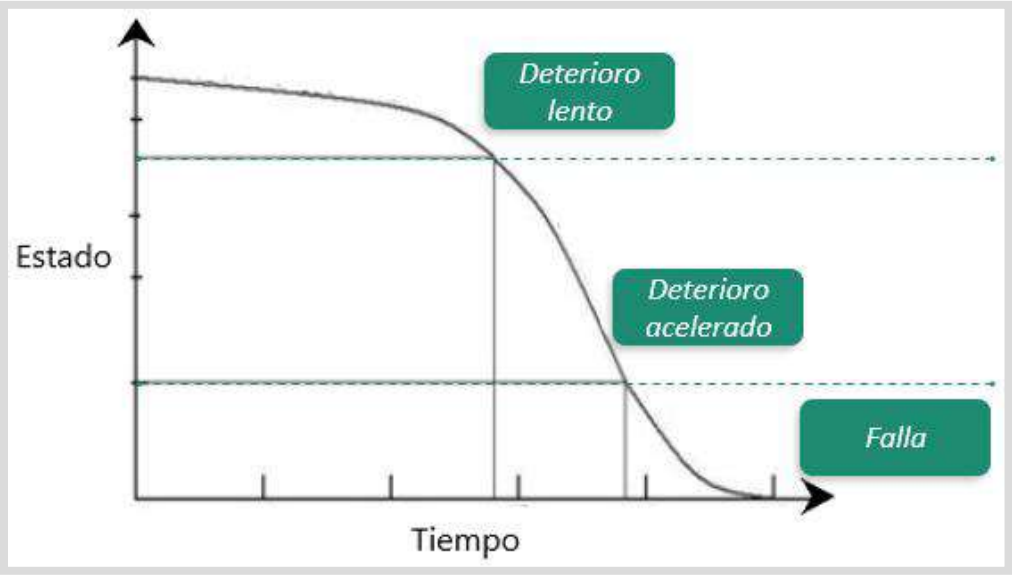
Fuente: Elaboración propia, Instituto de Desarrollo Urbano - IDU

5.3. Aplicación de modelos de comportamiento para calzadas sin reporte de intervención y sin información de diagnóstico en el periodo de análisis.

A partir del seguimiento periódico y el levantamiento de información de diagnóstico a nivel superficial sobre calzadas clasificadas como “tramos testigo” de malla vial, como también de la información histórica de inspecciones sobre condición superficial, la Entidad elaboró algunos modelos de deterioro dispuestos para intentar estimar el comportamiento y la condición superficial de las calzadas en determinado momento de su vida útil. Estos modelos corresponden a ecuaciones que permiten estimar el comportamiento de las vías en función de familias de calzadas que compartan características

similares relevantes para el análisis del desempeño, como lo son: tipo de malla vial, tipo de funcionalidad, superficie de rodadura o tránsito de rutas del sistema de transporte.

Figura 7. Ejemplo del comportamiento esperado de un pavimento en servicio.



Fuente: Revista de la construcción SCIELO

Actualmente la Entidad cuenta con modelos de comportamiento para diferentes familias en función de los parámetros mencionados anteriormente, por lo tanto, fueron empleados para la determinación de estado de condición superficial de las calzadas que no cuentan con reporte de intervención ni con información de diagnóstico durante el periodo de análisis (01 de enero a 30 de junio de 2022).

La información base que se ha empleado para la elaboración de dichos modelos corresponde a información histórica de diagnóstico de condición superficial sobre la malla vial, producto de los siguientes proyectos o fuentes de información:

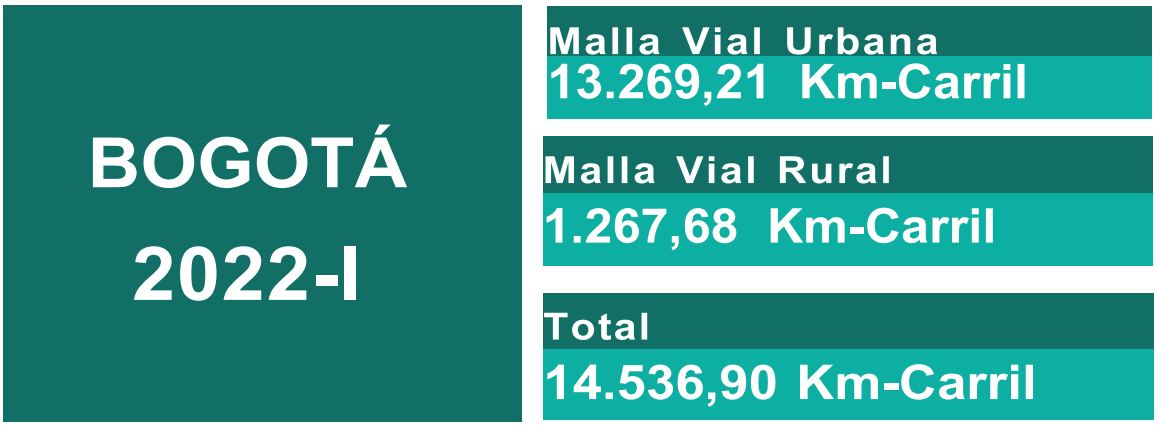
- Diagnóstico a nivel de red sobre la malla vial urbana, año 2016.
- Diagnóstico a nivel de red sobre la malla vial rural, año 2018.
- Diagnóstico a nivel de red sobre la malla vial urbana y rural, año 2021.
- Seguimiento a calzadas denominadas tramos testigo (permanente).
- Otra información de diagnóstico a nivel de proyecto.

6. RESULTADOS DE EXTENSIÓN Y ESTADO DE LA MALLA VIAL

6.1. Extensión de la malla vial a 30 de junio de 2022.

Como resultado del proceso de actualización de la extensión de la malla vial de la ciudad, se tiene que, a 30 de junio de 2022, esta corresponde a 14.536,90 km-carril, de los cuales 13.269,21 km-carril corresponden a malla vial urbana y 1.267,68 km-carril corresponden a malla vial rural.

Figura 8. Extensión de la malla vial de Bogotá D.C., a 30 de junio de 2022.



Fuente: Elaboración propia, Instituto de Desarrollo Urbano - IDU

Esta información se dispone también desagregada en función de los tipos de malla vial (establecidos en su momento por el Decreto 190/2004 y en proceso de armonización actualmente), tal como se presenta a continuación:

Tabla 2. Extensión de la malla vial en función del tipo de malla

	Malla Vial Urbana 13.269,21 km-carril		Malla Rural 1.267,68 km-carril
ARTERIAL	2.660,60 km-carril	PRINCIPAL	357,08 km-carril
TRONCAL	1.104,80 km-carril	NO PRINCIPAL	910,61 km-carril
INTERMEDIA	3.215,97 km-carril		
LOCAL	6.287,85 km-carril		

Fuente: Elaboración propia, Instituto de Desarrollo Urbano - IDU

A partir de la información diligenciada en la tabla anterior, se evidencia que la mayor parte de la extensión de la malla vial urbana corresponde al tipo de malla local con 6.287.85 km-carril,

representando un 43,3% aproximadamente, seguida de la malla vial intermedia, arterial y troncal respectivamente.

En cuanto a la malla vial rural, existe una gran diferencia entre la extensión de ambos tipos de malla, correspondiendo aproximadamente el 71,9% a la malla rural no principal y el 28,1% a la malla rural principal.

6.2. Estado de la malla vial de Bogotá D.C., a 30 de junio de 2022.

De los 14.536,90 km-carril de extensión de la malla vial a 30 de junio de 2022, se cuenta con estado de condición superficial para 14.247,43 km-carril, los cuales incluyen tanto la malla vial en zona urbana como en zona rural.

De estos, aproximadamente 5.368,38 km-carril (38%) se encuentran en estado bueno, seguido de 2.834,87 km-carril (20%) en estado Satisfactorio, 1.911,99 km-carril (13%) en estado justo, 3206.99 km-carril (23%) entre estado pobre, muy pobre y grave, y finalmente 925,20 km-carril (6%) en estado fallado.

En la siguiente tabla se presenta la extensión total con estado de condición superficial, distribuida en los siete (7) rangos definidos en la metodología de evaluación acorde a la clasificación cualitativa establecida en la misma.

Tabla 3. Estado de la malla vial de Bogotá D.C., por km-carril en cada clasificación, desagregado por tipos de malla vial.

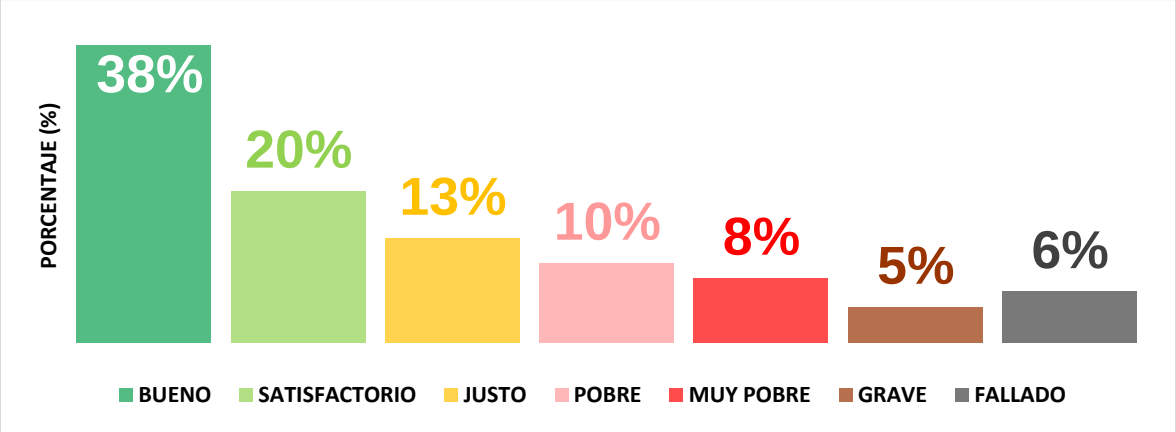
CLASIFICACIÓN MALLA VIAL	BUENO km-carril	SATISFACTORIO km-carril	JUSTO km-carril	POBRE km-carril	MUY POBRE km-carril	GRAVE km-carril	FALLADO km-carril	TOTAL CON ESTADO km-carril
Troncal	795,64	197,74	66,00	36,13	8,59	0,70		1.104,80
Arterial	977,29	622,14	453,59	299,74	191,95	85,34	29,19	2.659,23
Intermedia	1.247,36	764,57	491,43	339,57	212,22	102,26	57,14	3.214,56
Local	2.238,83	1.172,44	720,59	509,38	391,22	322,84	802,63	6.157,93
Malla Vial Principal Rural	55,52	46,94	69,63	61,48	84,26	35,93	3,31	357,08
Malla Vial Rural	53,74	31,04	110,75	168,63	258,74	98,01	32,92	753,83
TOTAL	**5368,38**	**2834,87**	**1911,99**	**1414,93**	**1146,97**	**645,09**	**925,20**	**14247,43**

Fuente: Elaboración propia, Instituto de Desarrollo Urbano - IDU

Nota: No se cuenta con estado de condición superficial para 289.47 km-carril por las razones descritas en el Capítulo 7 “Notas Técnicas”.

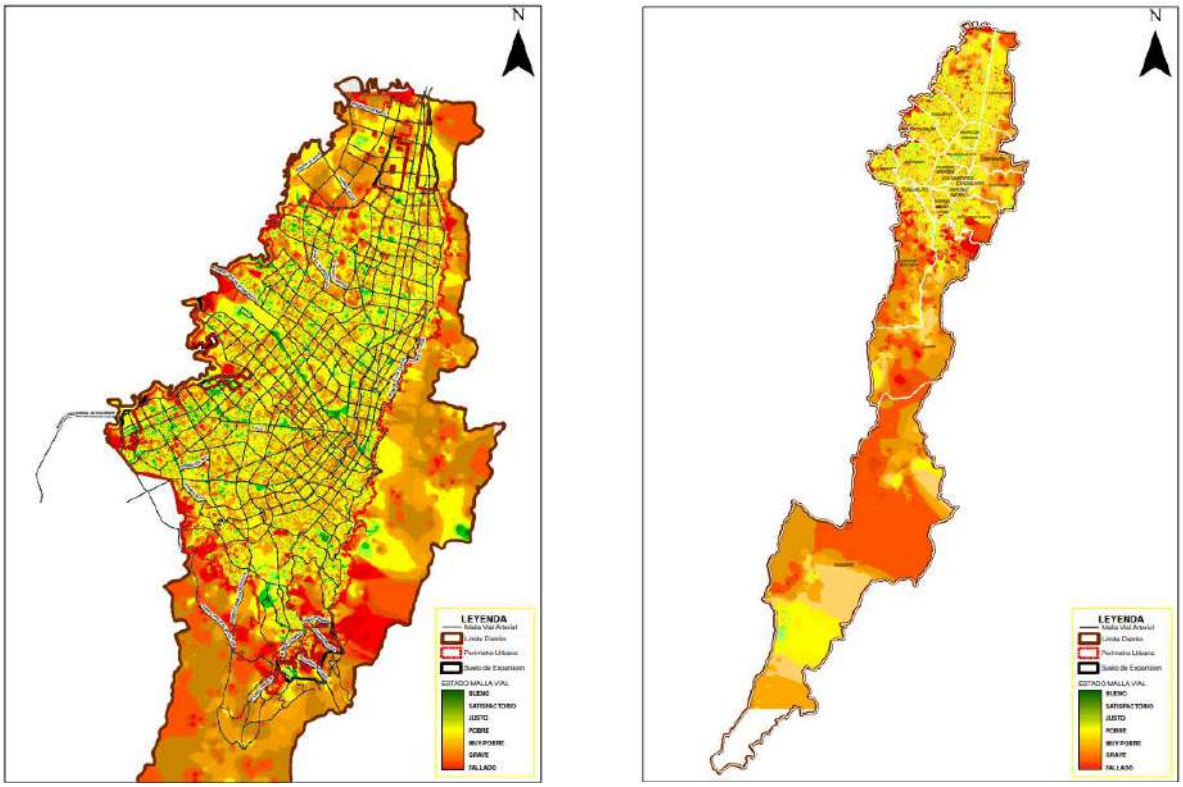
De manera gráfica se presentan los resultados del estado de la malla vial para la totalidad de la ciudad en la siguiente figura.

Figura 9. Estado total de la malla vial de Bogotá D.C., por porcentaje en cada clasificación.



Fuente: Elaboración propia, Instituto de Desarrollo Urbano - IDU

Figura 10. Mapa de calor del estado de la malla vial de Bogotá D.C.



Fuente: Elaboración propia, Instituto de Desarrollo Urbano - IDU

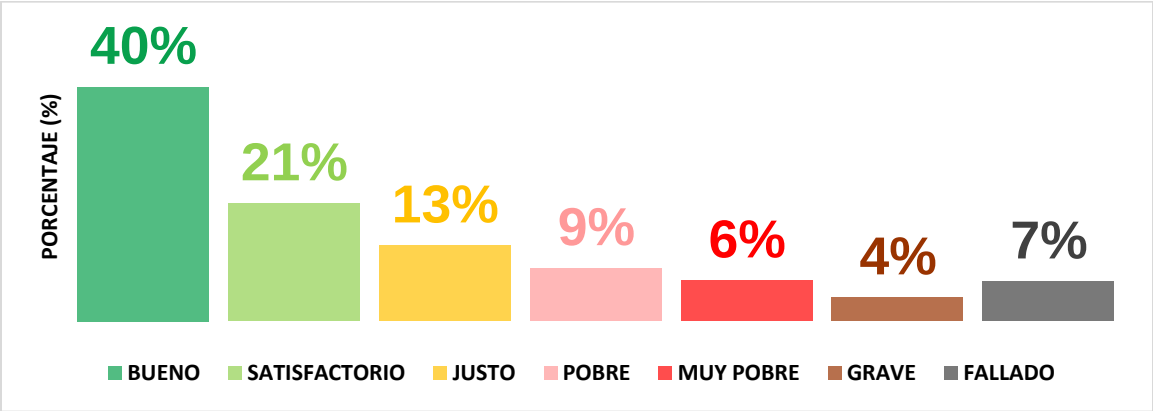
En los siguientes numerales se presenta la información del estado de la malla vial, desagregado por tipos de malla vial y por localidades.

6.2.1. Estado de la malla vial urbana

De los 13.269,21 km-carril de extensión de la malla vial urbana a 30 de junio de 2022, se cuenta con estado de condición superficial para 13.136.52 km-carril.

De estos, aproximadamente 5.259,11 km-carril (40%) se encuentran en estado bueno, seguido de 2.756,89 km-carril (21%) en estado Satisfactorio, 1.731,61 km-carril (13%) en estado justo, 2.499,94 km-carril (19%) entre estado pobre, muy pobre y grave, y finalmente 888.96 km-carril (7%) en estado fallado.

Figura 11. Estado total de la malla vial urbana, por porcentaje en cada clasificación.



Fuente: Elaboración propia, Instituto de Desarrollo Urbano - IDU

La malla vial urbana se encuentra compuesta por los tipos de malla troncal, arterial, intermedia y local (de acuerdo con la clasificación definida en su momento por el Decreto 190/2004 y que se encuentra en proceso de armonización actualmente), de los cuales se presenta el detalle del estado para cada uno de estos a continuación:

El tipo de malla con mayor porcentaje en estado bueno es la malla vial troncal con un 72%, seguida de la malla intermedia con 39%, la malla arterial con 37% y finalmente la malla local con un 36%. Por otra parte, el tipo de malla con mayor porcentaje de km-carril en estado fallado es la malla vial local con 13%, seguida de la malla vial intermedia y arterial, con un 2% y 1% respectivamente, teniendo la malla vial troncal un 0% en estado fallado.

Figura 12. Estado de la malla vial troncal, por porcentaje en cada clasificación.

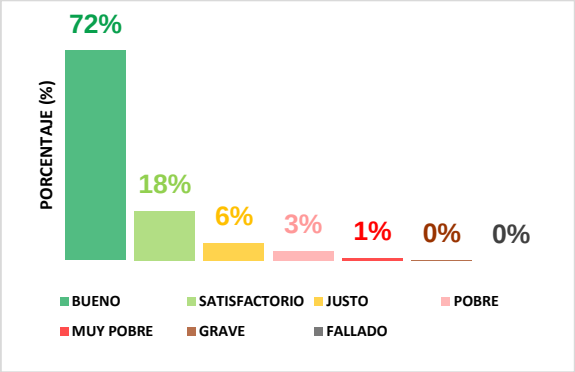
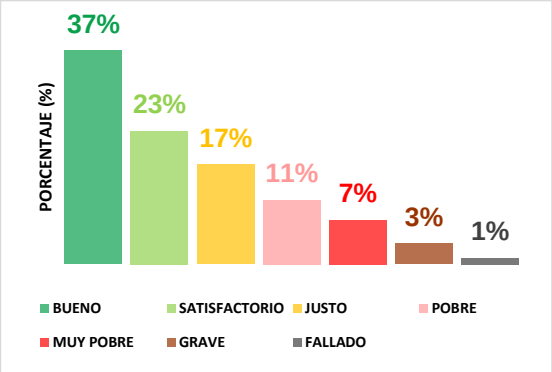


Figura 13. Estado de la malla vial arterial, por porcentaje en cada clasificación.



Fuente: Elaboración propia, Instituto de Desarrollo Urbano - IDU

Figura 14. Estado de la malla vial intermedia, por porcentaje en cada clasificación.

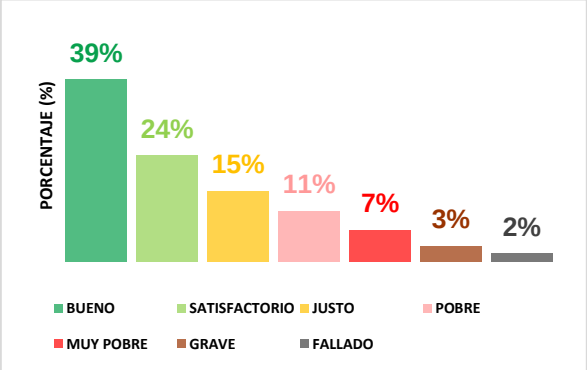


Figura 15. Estado de la malla vial local, por porcentaje en cada clasificación.

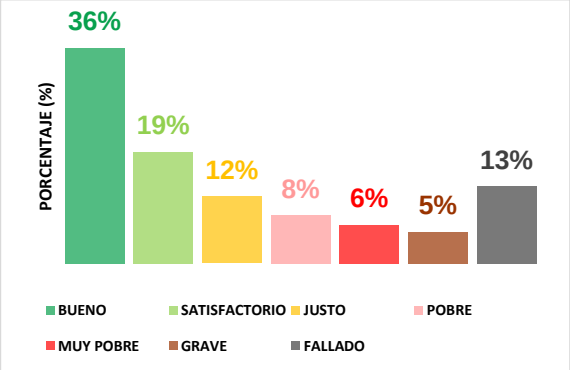
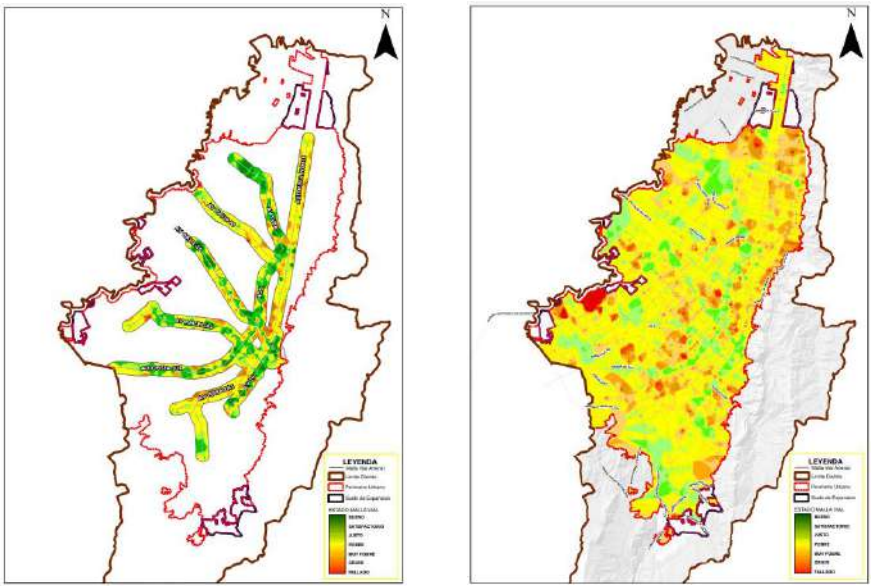
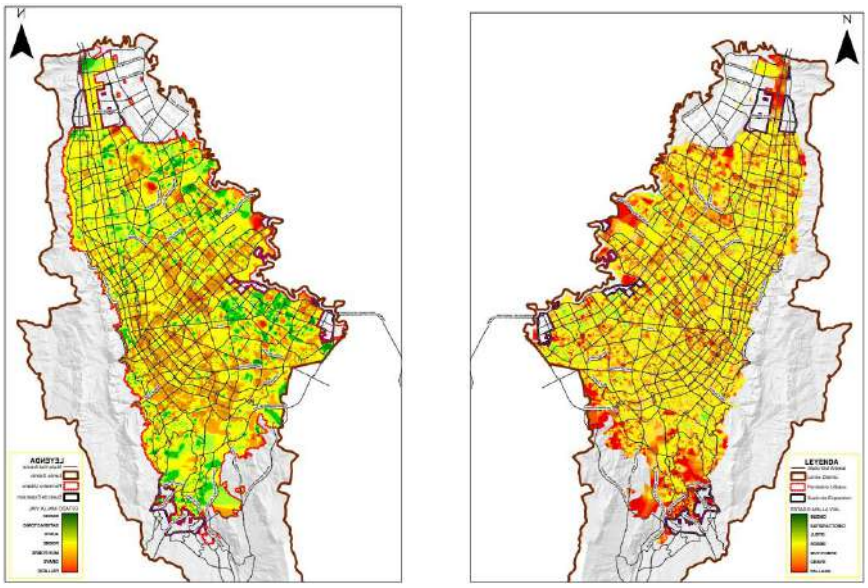


Figura 16. Mapas de calor del estado de la malla vial troncal, arterial, intermedia y local.





Fuente: Elaboración propia, Instituto de Desarrollo Urbano - IDU

6.2.2. Estado de la malla vial rural

De los 1.267,68 km-carril de extensión de la malla vial rural a 30 de junio de 2022, se cuenta con estado de condición superficial para 1.110,91 km-carril.

De estos aproximadamente 109,27 km-carril (10%) se encuentran en estado bueno, seguido de 77,98 km-carril (7%) en estado Satisfactorio, 180,38 km-carril (16%) en estado justo, 707,05 km-carril (64%) entre estado pobre, muy pobre y grave, y finalmente 36,24 km-carril (3%) en estado fallado.

Figura 17. Estado total de la malla vial rural, por porcentaje en cada clasificación.

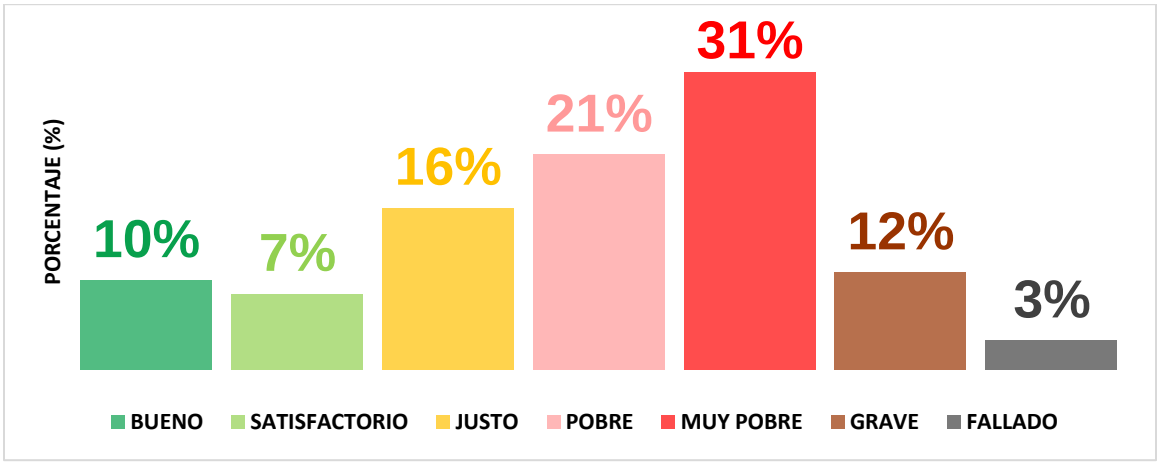
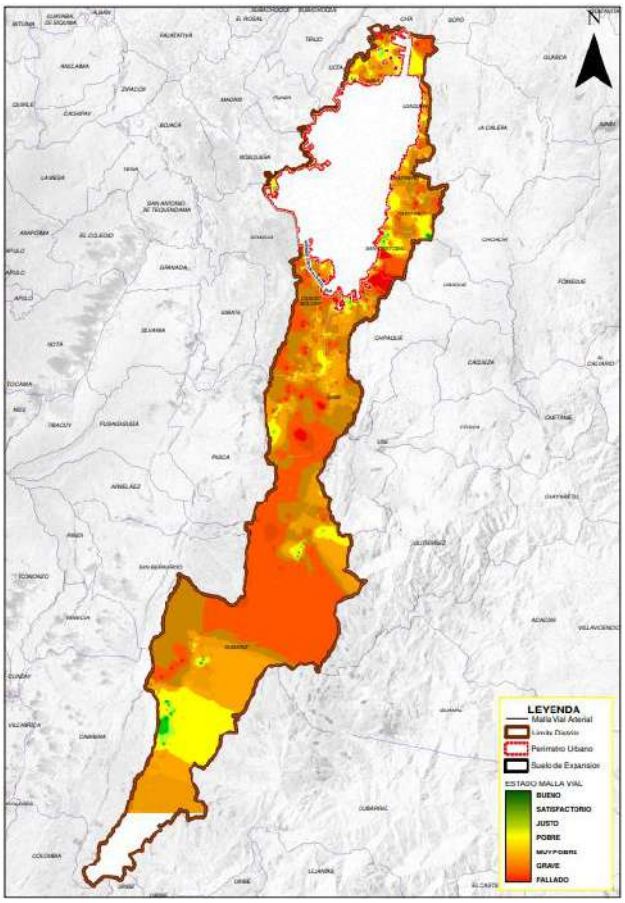


Figura 18. Mapa de calor del estado de la malla vial rural.



Se presenta el detalle del estado de los tipos de malla rural en las siguientes figuras.

Figura 19. Estado de la malla vial rural principal, por porcentaje en cada clasificación.

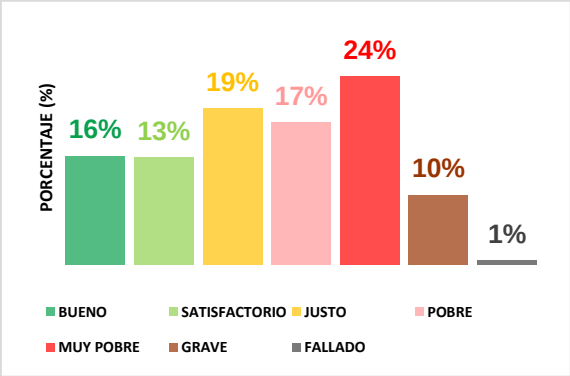
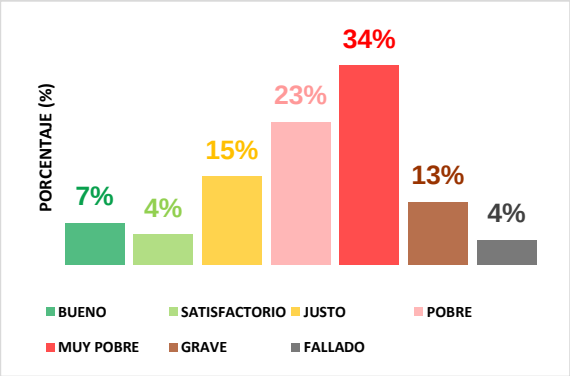


Figura 20. Estado de la malla vial rural no principal, por porcentaje en cada clasificación.



El tipo de malla vial rural con mayor porcentaje en estado bueno es la malla vial rural principal con un 16%, la cual a su vez presenta un 24% de vías en estado muy pobre. Para la malla vial rural no principal se tiene un 7% en estado bueno y un 34% en estado muy pobre.

6.2.3. Estado de la malla vial por localidades

La información sobre el estado de la malla vial en detalle por cada una de las localidades se presenta en las siguientes tablas, tanto en cantidad de km-carril en cada clasificación de estado, como también por su correspondiente valor porcentual.

Tabla 4. Estado de la malla vial de Bogotá D.C., por km-carril en cada clasificación, desagregado por localidades.

LOCALIDAD	BUENO	SATISFACTORIO	JUSTO	POBRE	MUY POBRE	GRAVE	FALLADO	TOTAL CON ESTADO
USAQUEN	364,68	252,52	175,56	124,36	85,75	55,61	35,79	1094,26
CHAPINERO	185,61	127,05	85,29	59,27	63,58	17,92	9,37	548,09
SANTA FE	142,41	66,52	52,89	32,58	36,36	13,44	8,19	352,39
SAN CRISTOBAL	240,83	123,23	85,40	59,79	34,42	14,59	29,66	587,93
USME	235,74	100,33	100,56	76,93	76,10	33,39	159,19	782,23
TUNJUELITO	118,58	73,87	50,38	40,74	17,97	8,07	6,34	315,95
BOSA	333,00	135,95	74,36	44,31	25,86	15,80	65,94	695,21
KENNEDY	629,77	282,01	166,82	97,86	68,64	57,54	124,61	1427,26
FONTIBON	312,67	184,45	112,04	67,80	49,19	33,87	48,07	808,09
ENGATIVA	557,82	266,50	147,75	93,89	72,86	61,81	71,93	1272,56
SUBA	712,18	370,28	189,67	125,69	103,62	87,24	128,23	1716,91
BARRIOS UNIDOS	247,38	138,41	79,69	50,44	36,21	15,36	7,36	574,85
TEUSAQUILLO	219,89	122,15	98,17	77,02	60,18	31,13	9,97	618,50
LOS MARTIRES	132,42	54,39	55,54	61,02	44,14	18,01	6,88	372,40
ANTONIO NARIÑO	80,05	60,81	42,81	39,12	22,94	5,44	2,10	253,27
PUENTE ARANDA	322,02	153,54	134,04	81,07	62,14	48,49	41,65	842,95
CANDELARIA	22,92	11,70	8,20	10,62	4,37	1,14	1,00	59,95
RAFAEL URIBE URIBE	177,09	115,60	69,49	66,89	43,76	20,97	30,95	524,76
CIUDAD BOLIVAR	302,88	172,78	135,47	128,47	108,40	60,19	135,16	1043,36
SUMAPAZ	30,43	22,78	47,86	77,08	130,51	45,07	2,81	356,53
TOTAL	**5368,38**	**2834,87**	**1911,99**	**1414,93**	**1146,97**	**645,09**	**925,20**	**14247,43**

Fuente: Elaboración propia, Instituto de Desarrollo Urbano - IDU

Tabla 5. Estado de la malla vial de Bogotá D.C., por porcentaje en cada clasificación, desagregado por localidades.

LOCALIDAD	BUENO	SATISFACTORIO	JUSTO	POBRE	MUY POBRE	GRAVE	FALLADO
USAQUEN	33,3%	23,1%	16,0%	11,4%	7,8%	5,1%	3,3%
CHAPINERO	33,9%	23,2%	15,6%	10,8%	11,6%	3,3%	1,7%
SANTA FE	40,4%	18,9%	15,0%	9,2%	10,3%	3,8%	2,3%
SAN CRISTOBAL	41,0%	21,0%	14,5%	10,2%	5,9%	2,5%	5,0%
USME	30,1%	12,8%	12,9%	9,8%	9,7%	4,3%	20,4%
TUNJUELITO	37,5%	23,4%	15,9%	12,9%	5,7%	2,6%	2,0%
BOSA	47,9%	19,6%	10,7%	6,4%	3,7%	2,3%	9,5%
KENNEDY	44,1%	19,8%	11,7%	6,9%	4,8%	4,0%	8,7%
FONTIBON	38,7%	22,8%	13,9%	8,4%	6,1%	4,2%	5,9%

LOCALIDAD	BUENO	SATISFACTORIO	JUSTO	POBRE	MUY POBRE	GRAVE	FALLADO
ENGATIVA	43,8%	20,9%	11,6%	7,4%	5,7%	4,9%	5,7%
SUBA	41,5%	21,6%	11,0%	7,3%	6,0%	5,1%	7,5%
BARRIOS UNIDOS	43,0%	24,1%	13,9%	8,8%	6,3%	2,7%	1,3%
TEUSAQUILLO	35,6%	19,7%	15,9%	12,5%	9,7%	5,0%	1,6%
LOS MARTIRES	35,6%	14,6%	14,9%	16,4%	11,9%	4,8%	1,8%
ANTONIO NARIÑO	31,6%	24,0%	16,9%	15,4%	9,1%	2,1%	0,8%
PUENTE ARANDA	38,2%	18,2%	15,9%	9,6%	7,4%	5,8%	4,9%
CANDELARIA	38,2%	19,5%	13,7%	17,7%	7,3%	1,9%	1,7%
RAFAEL URIBE URIBE	33,7%	22,0%	13,2%	12,7%	8,3%	4,0%	5,9%
CIUDAD BOLIVAR	29,0%	16,6%	13,0%	12,3%	10,4%	5,8%	13,0%
SUMAPAZ	8,5%	6,4%	13,4%	21,6%	36,6%	12,6%	0,8%

Fuente: Elaboración propia, Instituto de Desarrollo Urbano – IDU.

7. NOTAS TÉCNICAS

7.1. Generalidades

i. Para la malla vial urbana, el cálculo de las cifras de extensión y estado se efectuó acorde con la clasificación vial establecida en su momento por el Decreto Distrital 190 de 2004, así: malla vial troncal, arterial, intermedia y local. Esta clasificación está sujeta a armonización conforme a la entrada en vigencia del decreto 555 de 2021.

ii. Para la malla vial rural, el cálculo de las cifras de extensión y estado se efectuó acorde con la clasificación vial establecida en su momento por el artículo 407 del Decreto Distrital 190 de 2004. En este documento se ha clasificado esta malla en dos tipos: malla vial rural principal y malla vial rural no principal. Esta clasificación está sujeta a armonización conforme a la entrada en vigencia del decreto 555 de 2021.

iii. La extensión y el estado se presentan en kilómetro-carril. Este término es implementado por el IDU como unidad de superficie para reportar los indicadores sobre la malla vial de la ciudad, así como las metas de ejecución de obras de construcción y conservación.

iv. El kilómetro-carril es un patrón de medida representado por un área equivalente a un carril tipo de 3,5 m en una longitud de 1 kilómetro (3,5 m x 1000 m), el cual es derivado de la unidad de medida metro cuadrado (m²) y busca estandarizar la información del área de superficie de la malla vial y expresarla en función del área y no de la longitud, ya que la unidad de medición lineal no representa de forma clara la magnitud de la sección transversal de las vías.

v. Se tienen en cuenta las intervenciones de conservación y construcción ejecutadas y reportadas por las Entidades Distritales que cuentan con competencia para la ejecución de obras en la malla vial de la Ciudad, entre las que se encuentran: Instituto de Desarrollo Urbano (IDU), Unidad Administrativa Especial de Rehabilitación y Mantenimiento Vial (UAERMV), Caja de la Vivienda Popular (CVP), Secretaría Distrital del Hábitat, Alcaldías Locales y Empresas de Servicios Públicos, entre otras.

vi. La metodología de cálculo de la extensión y estado de la malla vial de la ciudad se realiza con base en el instructivo IN-IC-12 “DETERMINACIÓN DE LAS ESTADÍTICAS DE MALLA VIAL” publicado en la intranet del IDU, el cual documenta el procedimiento de cálculo teniendo en cuenta tres fuentes de información:

- La calzada cuenta con diagnóstico de pavimentos en campo durante el periodo de actualización.
- La calzada cuenta con el reporte de intervenciones realizadas por las Entidades Distritales ejecutoras.
- La calzada no cuenta con reportes de intervenciones o diagnóstico: se aplican los modelos teóricos de deterioro teóricos.

Es preciso mencionar que los procedimientos descritos en las dos últimas viñetas corresponden a ejercicios teóricos que pretenden “estimar” la condición del pavimento en determinado momento, lo cual puede generar diferencias entre la información obtenida en dicho ejercicio con respecto al estado real de las calzadas.

vii. Las cifras presentadas en cada una de las tablas y gráficas en el presente boletín pueden diferir de las fuentes originales de los datos por efecto de redondeo.

viii. La escala de clasificación de siete (7) rangos de estado se implementa a partir de la fecha de corte 30 de junio de 2021, por lo tanto, no es comparable directamente con información presentada en periodos anteriores a dicha fecha.

ix. La fecha de corte general de la información es el 30 de junio de 2022.

7.2. Notas técnicas de la extensión de la malla vial

i. La información cartográfica de la malla vial se elaboró a partir de la ortofotografía suministrada por la Infraestructura de Datos Espaciales de la Ciudad -IDECA y la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá -EAAB-ESP, con fecha de toma del año 2014, a partir de lo cual se realizó la vectorización a nivel de polígono. Esta información se actualiza permanentemente a través de un proceso de digitalización de los objetos nuevos y ajuste de los existentes usando información proveniente de planos récord estandarizados resultantes de la ejecución de los proyectos sobre la infraestructura vial.

ii. La extensión con corte al 30 de junio de 2022 se calculó a partir la información contenida en el Sistema de Información Geográfico del IDU –SIGIDU, previa realización de las siguientes actividades:

- Verificación general de la asignación del tipo de malla respecto a información histórica de los segmentos.
- Actualización de la extensión de la malla vial en función de aquellas intervenciones que generaron modificaciones geométricas a las vías existentes (eliminación e incorporación).
- Actualización cartográfica de la base de datos a través del mejoramiento de la geometría de los elementos geográficos de la malla vial.

7.3. Notas técnicas del estado de la malla vial

i. Para el cálculo del estado de la malla vial no se tuvo en cuenta un total de extensión de 289,47 km- carril, por los siguientes aspectos:

- Por corresponder a superficies en placa huella o piedra laja, de las cuales no se dispone indicador de estado actualmente.
- No se encontraban en la cartografía al momento de la toma de información de diagnóstico.

- Por no disponer de estado de condición debido a restricción de acceso durante la toma de información por los siguientes motivos: estar en obra, cierres informales, corresponder a conjuntos cerrados, vehículos parqueados en ambos costados de la vía, entre otras incidencias al momento de la toma de información.
- Inseguridad de la zona.
- Dificultad en maniobra de equipos de alto rendimiento por el estado de las vías.

Finalmente, para una consulta directa de la información de la extensión y el estado de la Malla vial de Bogotá D.C. para el periodo 2022-I, se dispone de un servicio geográfico en el siguiente enlace:

https://experience.arcgis.com/experience/d1e91e3096b24c28b6f5291513c48fc9/page/Inicio/

ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

50 años Instituto de Desarrollo Urbano

BOGOTÁ

Corte 2022–I

Junio