

BOLETÍN TÉCNICO

EXTENSIÓN Y ESTADO DE LA MALLA VIAL DE BOGOTÁ



2023 -I
Junio



INSTITUTO DE
DESARROLLO URBANO



Subdirección General de Desarrollo Urbano - SGDU
Dirección Técnica de Inteligencia de Negocio e Innovación DTINI

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.....	10
5. METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DEL ESTADO DE CONDICIÓN SUPERFICIAL EN LA MALLA VIAL	12
5.1. Calzadas con información de diagnóstico durante el periodo de análisis.	12
5.1.1. Toma de información en campo.....	13
5.1.2. Procesamiento de la información tomada en campo	14
5.1.3. Indicadores de condición (PCI/URCI)	15
5.1.4. Escala de clasificación de los indicadores de condición (PCI/URCI).....	15
5.2. Calzadas con reportes de intervención de construcción o conservación por parte de otras entidades distritales.	16
5.3. Aplicación de modelos de estimación del 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.....	19
6.1. Extensión de la malla vial a 30 de junio de 2023.	19
6.2. Estado de la malla vial de Bogotá D.C., a 30 de junio de 2023.....	20
6.2.1. Estado de la malla vial urbana.....	22
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
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30

Índice de Tablas

Tabla 1. Reportes de intervención para conservación o construcción – 2023-I.....	17
Tabla 2. Estado de la malla vial de Bogotá D.C., por km-carril en cada clasificación, desagregado por tipos de malla vial.	21
Tabla 3. Estado de la malla vial de Bogotá D.C., por km-carril en cada clasificación, desagregado por localidades.	27
Tabla 4. Estado de la malla vial de Bogotá D.C., por porcentaje en cada clasificación, desagregado por localidades.	28

Índice de Figuras

Figura 1. Clasificación del valor del PCI para pavimentos flexibles.	9
Figura 2¹. Clasificación del valor del URCl para vías en afirmado.....	9
Figura 3. Flujo del proceso de determinación de la extensión de la malla vial	11
Figura 4. Distribución espacial de información de diagnóstico con cuadrillas tomada por el IDU como seguimiento a Tramos Testigo.	14
Figura 5. Representación esquemática del proceso.	15
Figura 6. Escala de clasificación del estado de las vías para los indicadores PCI y URCl.	16
Figura 7. Ejemplo del comportamiento esperado de un pavimento en servicio.	18
Figura 8. Extensión de la malla vial de Bogotá D.C., a 30 de junio de 2023	19
Figura 9. Extensión de la malla vial urbana en función del tipo de malla	19
Figura 10. Extensión de la malla vial rural en función del tipo de malla.....	20
Figura 11. Estado de la malla vial de Bogotá D.C., por porcentaje en cada clasificación.	21
Figura 12. Mapa de calor del estado de la malla vial de Bogotá D.C.	22
Figura 13. Estado de la malla vial urbana, por porcentaje en cada clasificación.....	23
Figura 14. Estado de la malla vial troncal, por porcentaje en cada clasificación.	23
Figura 15. Estado de la malla vial arterial, por porcentaje en cada clasificación.....	23
Figura 16. Estado de la malla vial intermedia, por porcentaje en cada clasificación.....	24
Figura 17. Estado de la malla vial local, por porcentaje en cada clasificación.	24
Figura 18. Mapas de calor del estado de la malla vial troncal, arterial, intermedia y local.....	24
Figura 19. Estado de la malla vial rural, por porcentaje en cada clasificación.	25
Figura 20. Mapa de calor del estado de la malla vial rural.....	26
Figura 21. Estado de la malla vial rural principal, por porcentaje en cada clasificación.	26
Figura 22. 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 correspondiente a los registros administrativos 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 y a los recursos disponibles, constituyendo así la línea base más reciente de información tomada directamente en campo con que cuenta la Entidad para realizar el cálculo y la actualización del estado de la malla vial semestralmente tal como lo establecen los Decretos 508 de 2010 y 371 de 2011.

A partir de los resultados obtenidos del mencionado proyecto (línea base más reciente), de los reportes de las intervenciones ejecutadas para la conservación de la malla vial por parte de las Entidades Distritales con competencia de intervención (en el periodo entre enero y junio de 2023), del diagnóstico tomado por el IDU producto del seguimiento a tramos testigo en la malla vial, y de modelos de estimación de comportamiento teóricos, se actualizó con corte a 30 de junio de 2023, en el marco del que hacer misional institucional, la información sobre la extensión y el estado de condición superficial de los pavimentos que conforman la malla vial de la ciudad de Bogotá D.C.

Es así como en el presente boletín técnico se dan a conocer los resultados del proceso de actualización de la información de los registros administrativos de la extensión y el estado de condición superficial de la malla vial de la ciudad de Bogotá D.C., así 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 como 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 a sus dependencias, semestralmente se realiza la actualización de la información de extensión y estado de la malla vial disponible en el Sistema de Gestión de Infraestructura Vial y de Espacio Público de acuerdo con las fechas establecidas en los Decretos 508 de 2010 y 371 de 2011, y se realiza la publicación de los resultados obtenidos de dicho proceso, para lo cual se tienen dos periodos de análisis para la actualización de información: 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 los registros administrativos 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 la malla vial. A partir de lo anterior, se explican a continuación los principales proyectos de diagnóstico ejecutados durante las últimas administraciones distritales.

2.2. Diagnóstico de malla vial urbana, año 2016

Durante el año 2016 el IDU 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, se clasificó la información en su momento en 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 100 y 90, el estado regular para PCI entre 89 y 56, 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 ampliar 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. 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 como, 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 de información de diagnóstico a nivel de red para la malla vial, tanto a nivel urbano como rural, la cual ha sido empleada como parte de las actividades misionales a cargo de las áreas ejecutoras de la Entidad, relacionadas con la planeación, construcción y conservación de esta infraestructura.

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

Con los recursos disponibles, 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. A partir de esto se determinaron dos indicadores de estado en función de los tipos de superficie de las vías:

- 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.

Estos indicadores de estado corresponden a lo definido y establecido en las normas internacionales ASTM-D-6433, ASTM-E-2840 y Manual Técnico TM-5-626 para inspección y evaluación de pavimentos a nivel superficial 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 para la condición del pavimento (siete (7) categorías), tal como se presenta en los documentos normativos que describen la metodología empleada.

Dichos 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 cada tipología de daño, los cuales no se diferenciaban 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 estimación de evaluación más precisa y confiable. Adicionalmente permite estandarizar el empleo de estas 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 Manual Técnico 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, fisuras, deformaciones, huecos, entre otros, los cuales son causa del uso de la infraestructura (fatiga de la estructura, cargas de tránsito, etc.), los cambios de temperatura y de humedad, 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 daños y para superficie rígida 19 tipos de daños.

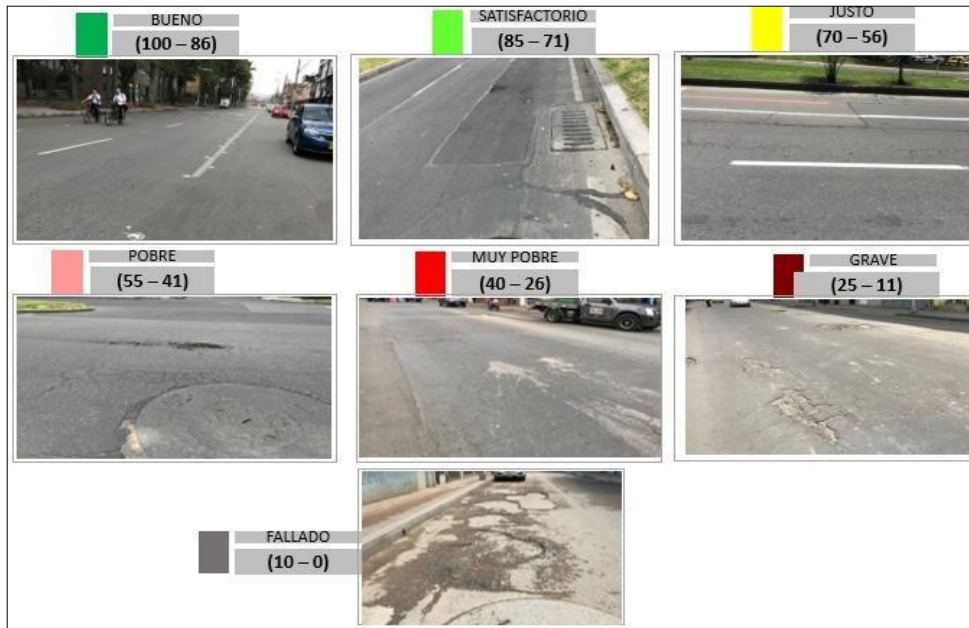
Para evaluar pavimentos en superficie articulada (adoquines o elementos prefabricados) existe el estándar ASTM E 2840, el cual presenta la misma metodología de cálculo del indicador PCI mencionado, sin embargo, se emplean o tienen en cuenta 11 tipos de daños que se desarrollan en pavimentos con este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

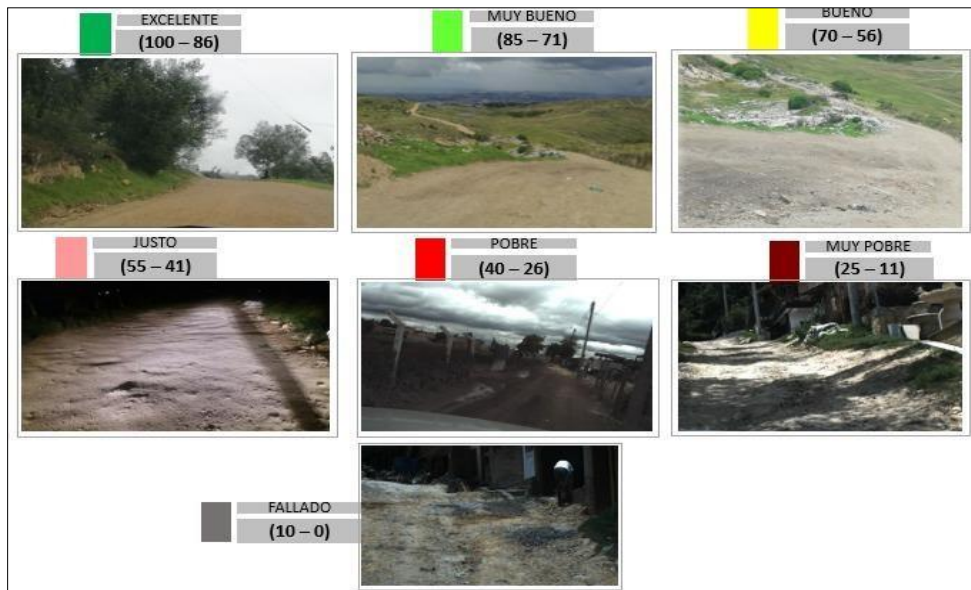
Cuando se ha calculado el indicador de estado superficial (PCI/URCI) se procede con la clasificación del valor obtenido según las siguientes escalas:

Figura 1¹. Clasificación del valor del PCI para pavimentos flexibles.



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

Figura 2¹. Clasificación del valor del URCI para vías en afirmado.



Fuente: Elaboración propia, Instituto de Desarrollo Urbano - IDU

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.

¹ Las imágenes mostradas son a título ilustrativo y no representan una definición específica y exacta para cada rango.

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

La extensión de la malla vial de Bogotá se obtiene como resultado de un proceso permanente de digitalización de los elementos calzada nuevos (vías construidas nuevas representadas a través de geometría tipo polígono), y ajuste geométrico de los elementos calzada existentes en la malla vial.

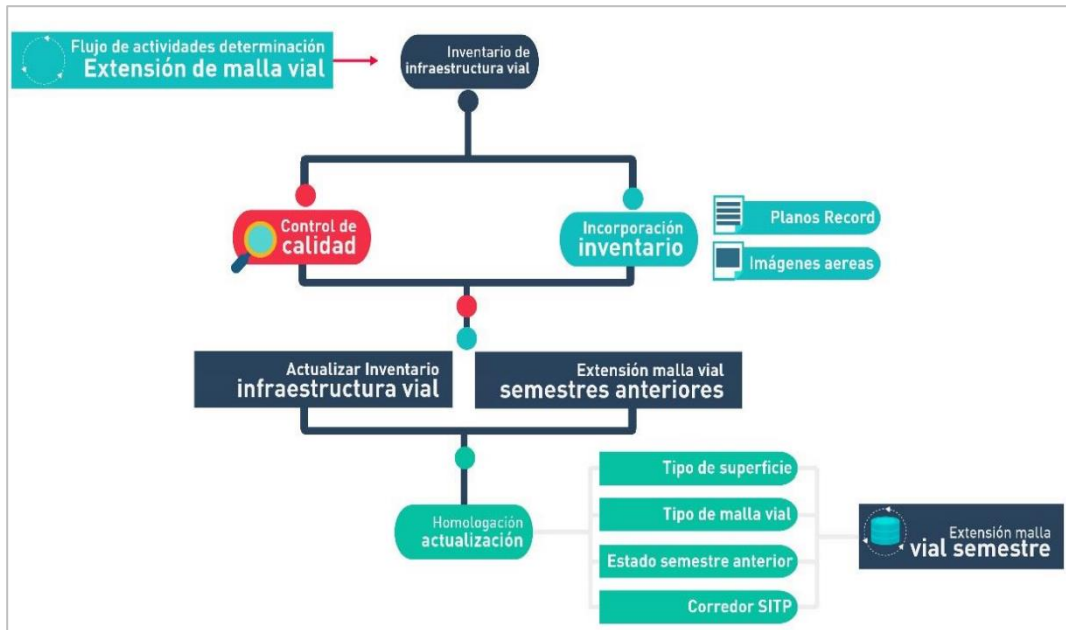
La digitalización de vías nuevas se ejecuta empleando información proveniente de planos récord de obra, estandarizados, como resultado de la ejecución de los proyectos de construcción. Entre tanto, los ajustes geométricos a las calzadas existentes obedecen a los procesos de control de calidad que implementa la entidad sobre el inventario de la infraestructura. Toda esta información 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 2023, 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 PARA EL CÁLCULO DEL ESTADO DE CONDICIÓN SUPERFICIAL EN LA MALLA VIAL

El IDU, para evaluar y diagnosticar los pavimentos que conforman la malla vial de la ciudad dispone información sobre el estado funcional de estos, obtenido a partir de su evaluación superficial, la cual consiste en una inspección visual de las vías y la elaboración de un inventario de daños en función de los tipos de superficie de rodadura existentes, para su posterior cálculo y determinación del indicador de estado de condición superficial:

- Índice de Condición del Pavimento (PCI)
- Índice de Condición de Vías Sin Superficie (URCI)

Para realizar el proceso mencionado anteriormente, se tienen en cuenta tres fuentes de información que permiten obtener y actualizar los indicadores de estado:

- i. La primera fuente de información corresponde a las calzadas que cuentan con diagnóstico a partir de la información levantada 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 de obra para construcción o conservación de la malla vial, remitidos por parte de entidades con competencia de intervención.
- iii. Por último, para las calzadas que no cuentan con ninguna de las dos fuentes de información mencionadas, se ejecutan modelos de deterioro teóricos que permiten estimar teóricamente su condición en determinado momento de la vida útil del pavimento.

A continuación, se presenta en mayor detalle la metodología empleada y el tratamiento de información para cada una de las fuentes de información mencionadas.

5.1. Calzadas con información de diagnóstico durante el periodo 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 realiza 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 desarrollar 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. El uso de equipos se realiza a través de proyectos a nivel de red mediante el desarrollo de consultorías enfocadas a la actualización del estado de la infraestructura, tal como fue descrito en el numeral 2 del presente boletín.

Por otra parte, la toma de información con cuadrillas se realiza con dos personas con conocimientos especializados en auscultación de vías, empleando formatos físicos o digitales que permiten registrar la información de manera ordenada, como también utilizando 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 y calzadas puntuales en las que no se puede tomar información con equipos de alto rendimiento debido a restricciones de acceso por las condiciones físicas de las mismas.

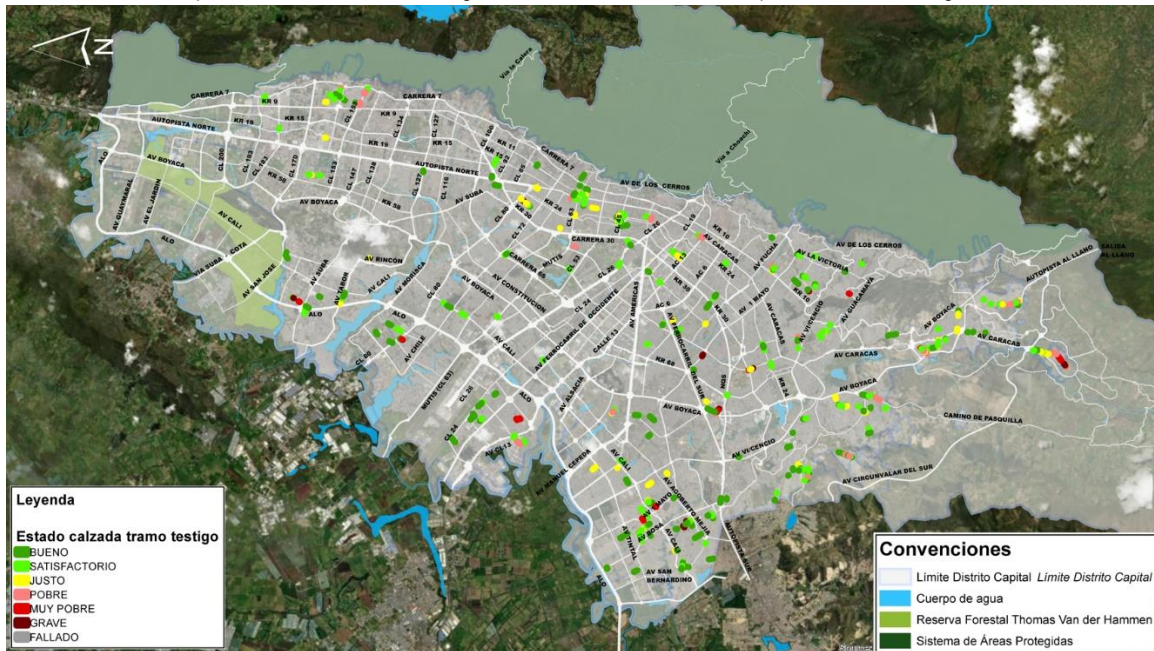
5.1.1.1 Información de diagnóstico empleada en el periodo de actualización (01 de enero a 30 de junio de 2023)

En cuanto a la primera fuente de información correspondiente a las calzadas con diagnóstico, únicamente se contó con información tomada en campo por el IDU en el marco del seguimiento a tramos testigo de la malla vial, la cual es una actividad que se desarrolla constantemente.

Esta información corresponde al diagnóstico de la condición superficial de aproximadamente 253 segmentos de la malla vial, la cual fue levantada en campo mediante el empleo de cuadrillas de personal siguiendo las metodologías y procesos que han sido mencionados previamente.

Adicionalmente, no se recibieron reportes relacionados con el diagnóstico de condición superficial tomado en campo durante el periodo de análisis por parte de otras entidades distritales diferentes al Instituto de Desarrollo Urbano.

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

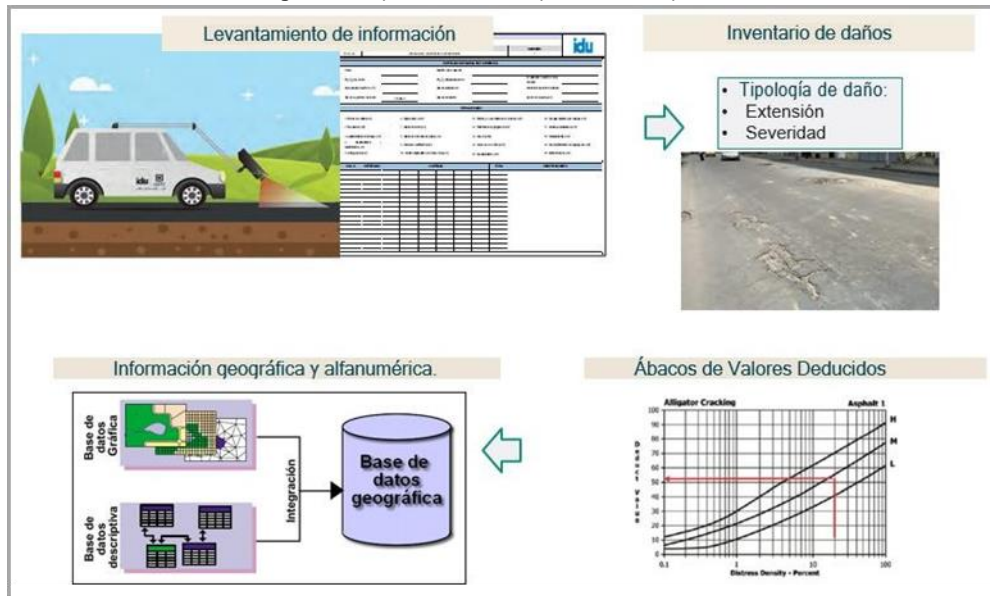
5.1.2. Procesamiento de la información tomada en campo

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 (tipo 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 en vías de la malla vial urbana y rural con superficie de rodadura flexible, rígida o articulada.
- **Índice de Condición de Vías Sin Superficie (URCI):** empleado en vías con superficie en afirmado que se encuentren en la malla vial rural de la ciudad.

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) categorías de estado, 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.

PCI	Bueno 100-86	Satisfactorio 85-71	Justo 70-56	Pobre 55-41	Muy Pobre 40-26	Grave 25-11	Fallado 10-0
URCI	Bueno 100-86	Satisfactorio 85-71	Justo 70-56	Pobre 55-41	Muy Pobre 40-26	Grave 25-11	Fallado 10-0

Fuente: Elaboración propia, Instituto de Desarrollo Urbano – IDU

El uso e implementación de la escala de clasificación con las siete (7) categorías definidas en los documentos y normas enunciadas anteriormente brinda al proceso una gran fortaleza técnica toda vez que considera todos los parámetros y criterios definidos en estos referentes normativos.

5.2. Calzadas con reportes de intervención de construcción o conservación por parte de otras entidades distritales.

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.

El IDU solicitó 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 se tuvo en cuenta esta información para la actualización del estado de las vías. De igual manera el IDU tiene en cuenta las actividades ejecutadas en el marco de los contratos de construcción y 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 2023, pero que, si cuentan con reporte de intervención, se tomó como información base el dato más reciente del indicador PCI o URCI disponible en el SIGIDU para cada calzada y se estimó y atribuyó 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 a la categoría de estado en que se encuentre, y posteriormente imputando un nuevo valor de PCI/URCI obtenido a partir de un análisis del efecto o impacto de la actividad 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, Unidad Administrativa Especial de Rehabilitación y Mantenimiento Vial (UAERMV), ENEL Codensa, Secretaría Distrital del Hábitat y Alcaldías Locales, a 30 de junio de 2023.

Cabe resaltar que, a la fecha de elaboración del presente boletín, las localidades de Antonio Nariño, Fontibón, Teusaquillo y Usaquén no habían reportado al IDU la información consolidada sobre sus intervenciones de obra en la malla vial de la ciudad.

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 2023, conforme a la información remitida por las diferentes Entidades Distritales.

Tabla 1. Reportes de intervención para conservación o construcción – 2023-I

TIPO DE REPORTE DE INTERVENCIÓN	CANTIDAD
Acciones de movilidad	154
Conservación	386
Construcción	186
Mantenimiento periódico	1660
Mantenimiento rutinario	1059
Parcheo	15
Rehabilitación	86
Reconstrucción	7
TOTAL	3.553

Fuente: Elaboración propia, Instituto de Desarrollo Urbano – IDU

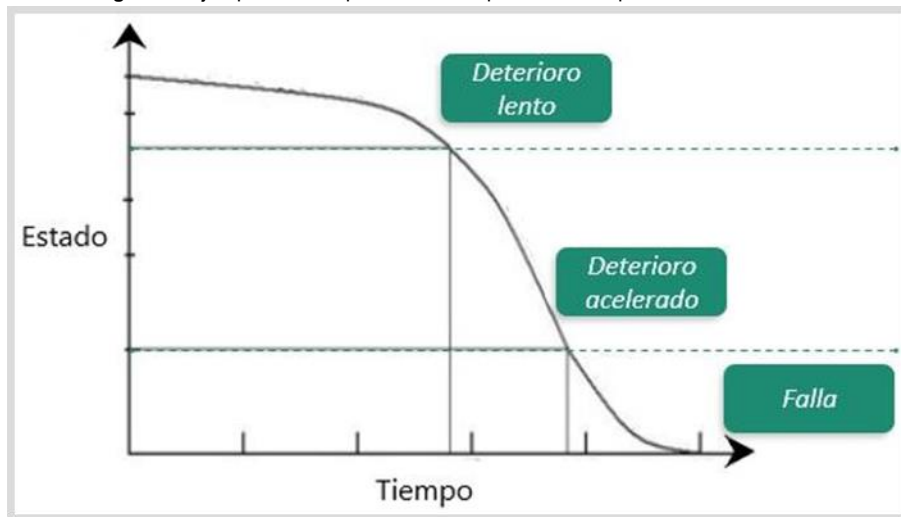
A partir de la información contenida en la tabla 1, se tiene que para el presente periodo de actualización de las estadísticas de extensión y estado de la malla vial disminuyeron los reportes de intervención recibidos, pasando de un total de 6.277 (31 de diciembre de 2022) a 3.553 (30 de junio de 2023), es decir, con relación a la anterior actualización disminuyeron los reportes en un 43,4% aproximadamente.

En línea con lo anterior, así haya disminuido la cantidad de reportes de intervención recibidos, los resultados del estado de la malla vial presentan una variación positiva para el estado Satisfactorio y una disminución en el porcentaje de estado Muy pobre de la ciudad. Los resultados se pueden observar en el numeral 6.

5.3. Aplicación de modelos de estimación del 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 dispone modelos teóricos de deterioro para intentar estimar el comportamiento y la condición superficial de las calzadas en determinado momento de su vida útil.

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



Fuente: Revista de la construcción SCIELO

Estos modelos teóricos 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 2023).

Adicionalmente, se debe tener en cuenta que la estimación del estado a través de modelos de deterioro corresponde a un ejercicio teórico que pretende “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 en terreno.

6. RESULTADOS DE EXTENSIÓN Y ESTADO DE LA MALLA VIAL

6.1. Extensión de la malla vial a 30 de junio de 2023.

Como resultado del proceso de actualización de la extensión de la malla vial de la ciudad, se tiene que, a 30 de junio de 2023, esta corresponde a 14.587,85 km-carril, de los cuales 13.315,09 km- carril corresponden a malla vial urbana y 1.272,76 km-carril corresponden a malla vial rural.

Figura 8. Extensión de la malla vial de Bogotá D.C., a 30 de junio de 2023



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 de 2004), tal como se presenta a continuación:

Figura 9. Extensión de la malla vial urbana en función del tipo de malla



Figura 10. Extensión de la malla vial rural en función del tipo de malla



Fuente: Elaboración propia, Instituto de Desarrollo Urbano – IDU

A partir de la información presentada 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 6.295,03 km-carril, representando un 47,3% 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 71,8% a la malla rural no principal y el 28,2% a la malla rural principal.

6.2. Estado de la malla vial de Bogotá D.C., a 30 de junio de 2023.

De los 14.587,85 km-carril de extensión de la malla vial a 30 de junio de 2023, se cuenta con estado de condición superficial para 14.307,86 km-carril, los cuales incluyen tanto la malla vial en zona urbana como en zona rural.

De estos, aproximadamente 5.482,62 km-carril (38%) se encuentran en estado bueno, seguido de 3.143,77 km-carril (22%) en estado Satisfactorio, 1.761,55 km-carril (12%) en estado justo, 2.978,39 km-carril (21%) entre estado pobre, muy pobre y grave, y finalmente 941,54 km-carril (7%) en estado fallado.

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

Tabla 2. Estado de la malla vial de Bogotá D.C., por km-carril en cada clasificación, desagregado por tipos de malla vial.

TIPO DE MALLA	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	821,27	200,09	53,20	24,06	6,14	0,12		1.104,87
Arterial	1.108,60	749,89	386,18	224,30	140,28	60,48	26,26	2.695,99
Intermedia	1.273,14	801,60	462,31	319,81	207,99	90,55	61,43	3.216,82
Local	2.155,33	1.288,83	723,65	488,67	393,88	316,95	809,48	6.176,79
Malla Vial Principal Rural	89,11	50,36	39,30	55,98	39,49	80,99	2,98	358,21
Malla Vial Rural	35,17	53,00	96,92	130,33	237,51	160,87	41,38	755,19
TOTAL	5.482,62	3.143,77	1.761,55	1.243,15	1.025,28	709,96	941,54	14.307,86

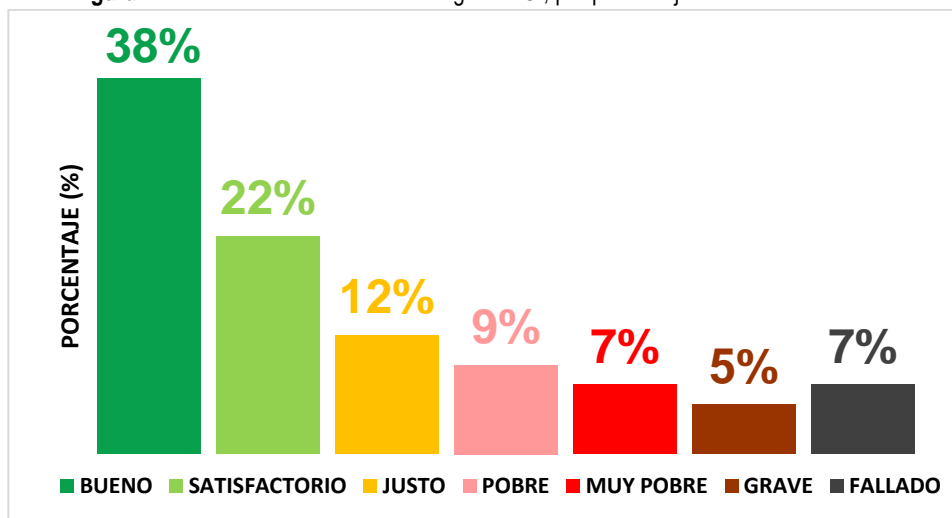
Fuente: Elaboración propia, Instituto de Desarrollo Urbano – IDU

Nota: No se cuenta con estado de condición superficial para 279,99 km-carril por las siguientes razones:

- Por corresponder a superficies en placa huella o piedra laja, de las cuales no se dispone indicador de estado actualmente.
- Debido a restricción de acceso durante la toma de información por los siguientes motivos: estar en obra, paso restringido, corresponder a conjuntos cerrados, vehículos parqueados en ambos costados de la vía, entre otras incidencias al momento de la toma de información.
- Condiciones de inseguridad en zonas de la Ciudad.

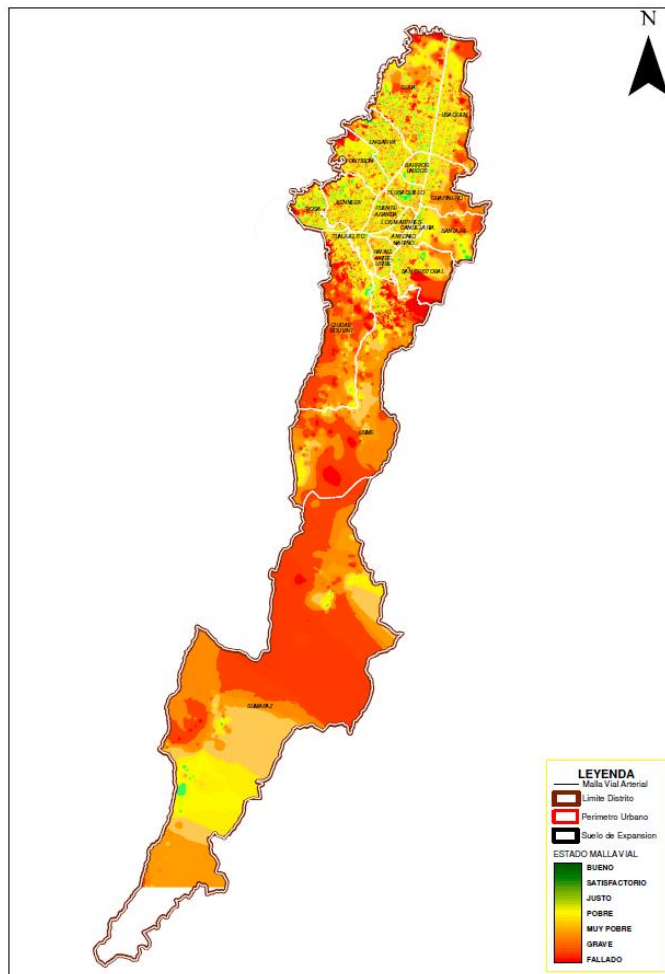
De manera gráfica se presentan los resultados del estado de la malla vial de la ciudad en la siguiente figura.

Figura 11. Estado de la malla vial de Bogotá D.C., por porcentaje en cada clasificación.



Fuente: Elaboración propia, Instituto de Desarrollo Urbano – IDU

Figura 12. Mapa de calor del estado de la malla vial de Bogotá D.C.



Fuente: Elaboración propia, Instituto de Desarrollo Urbano – IDU

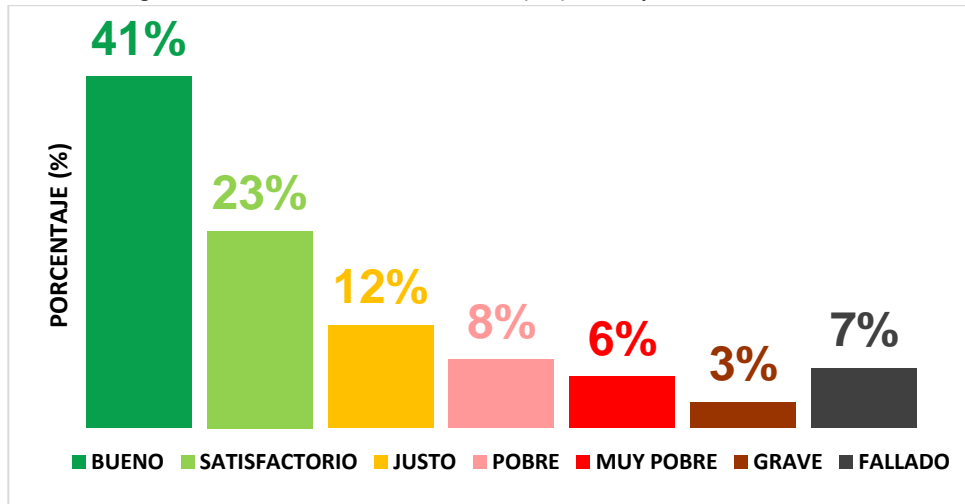
En los siguientes numerales se presenta la información del estado de la malla vial, desagregado por tipos de malla vial y por localidades.

6.2.1. Estado de la malla vial urbana

De los 13.315,09 km-carril de extensión de la malla vial urbana a 30 de junio de 2023, se cuenta con estado de condición superficial para 13.194,46 km-carril.

De estos, aproximadamente 5.358,34 km-carril (41%) se encuentran en estado bueno, seguido de 3.040,40 km-carril (23%) en estado Satisfactorio, 1.625,33 km-carril (12%) en estado justo, 2.273,22 km-carril (17%) entre estado pobre, muy pobre y grave, y finalmente 897,17 km-carril (7%) en estado fallado.

Figura 13. Estado 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), 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 74%, seguida de la malla arterial con 41%, la malla intermedia con 40% y finalmente la malla local con un 35%. 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 con un 2%, arterial con un 1% y la malla vial troncal un 0% en estado fallado.

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

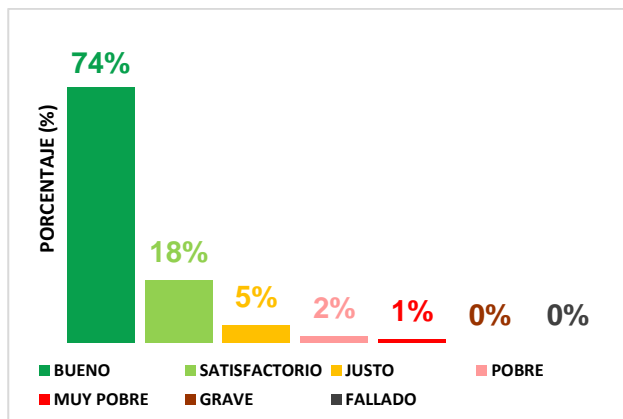
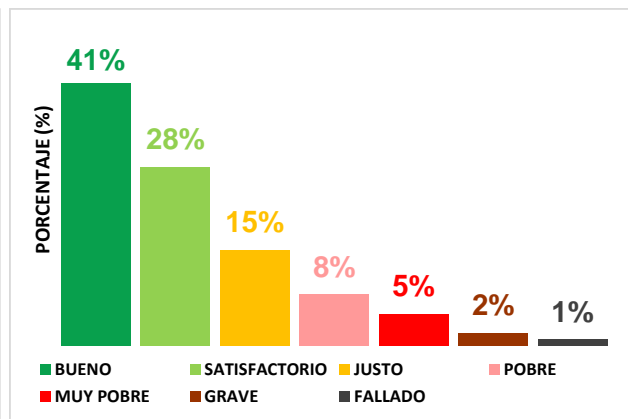


Figura 15. Estado de la malla vial arterial, por porcentaje en cada clasificación.



Fuente: Elaboración propia, Instituto de Desarrollo Urbano – IDU

Figura 16. Estado de la malla vial intermedia, por porcentaje en cada clasificación.

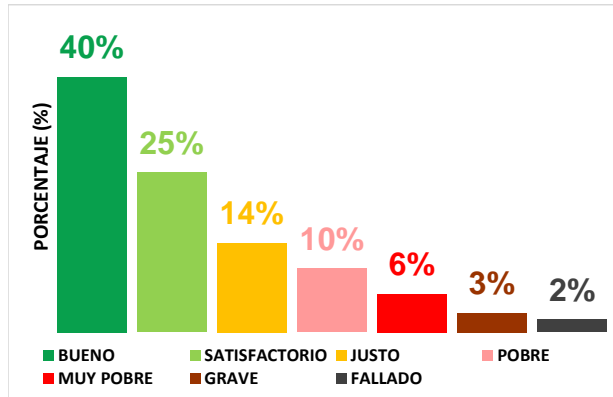
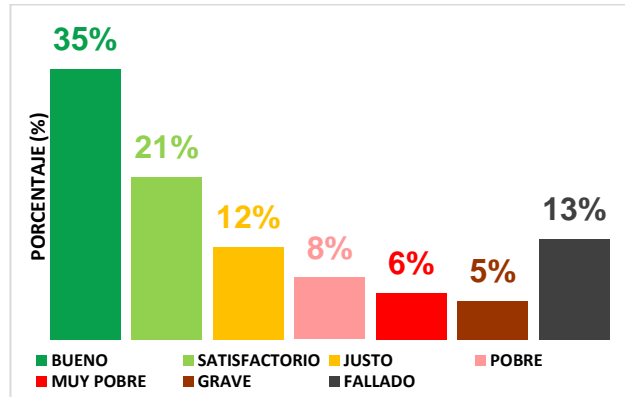
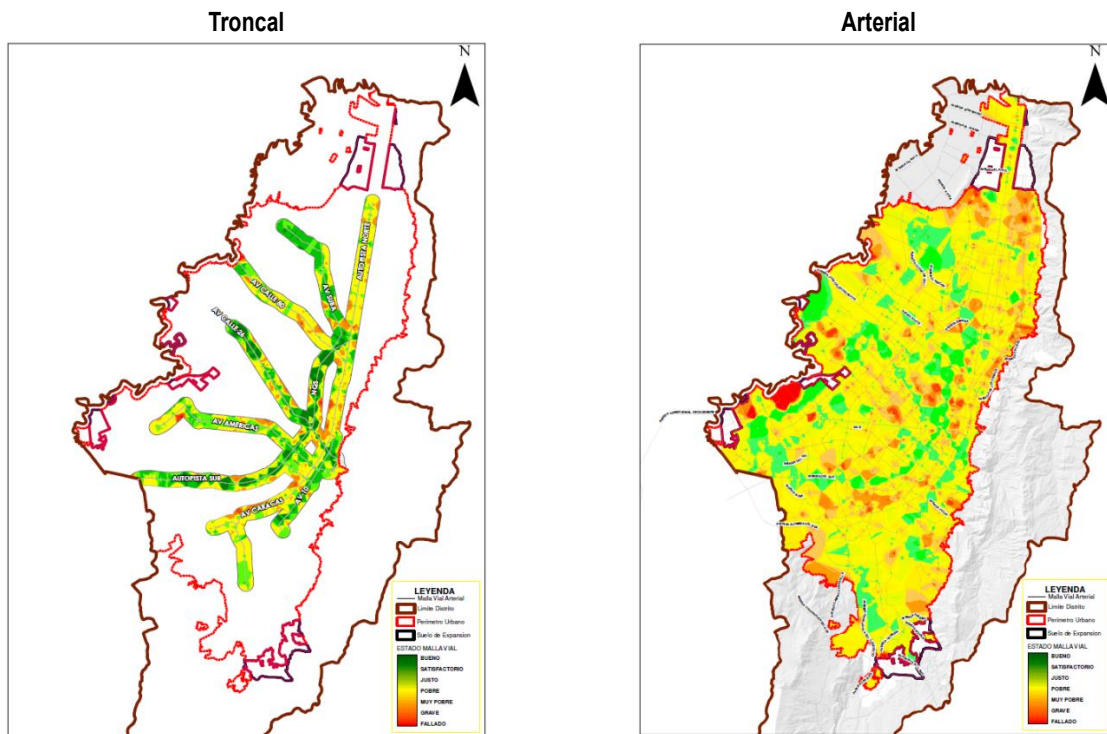


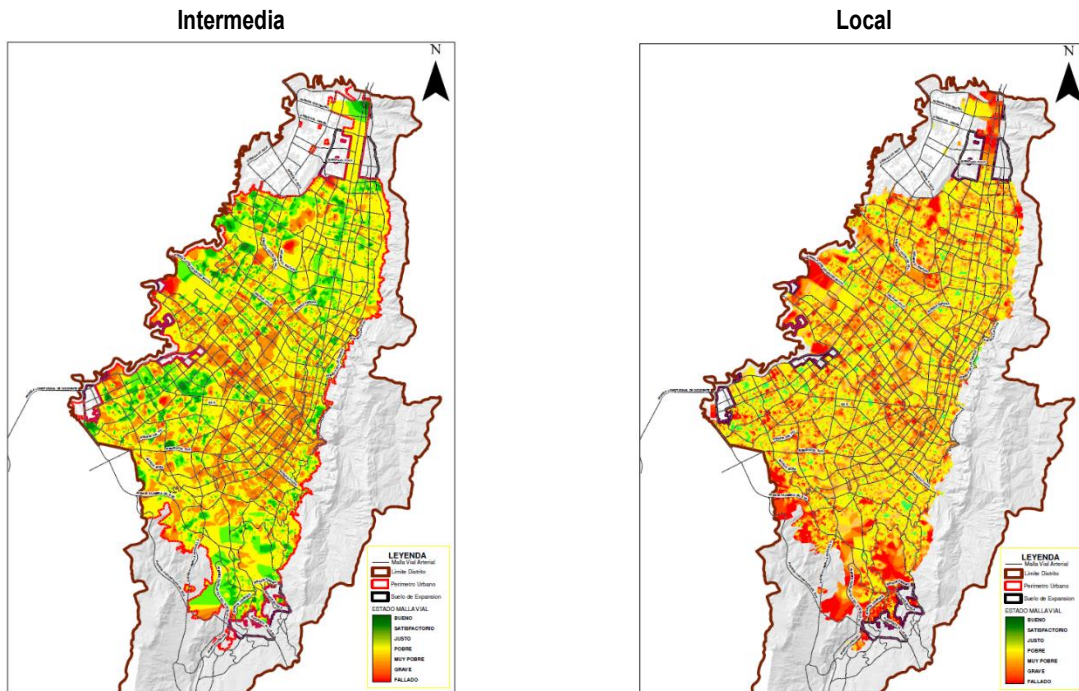
Figura 17. Estado de la malla vial local, por porcentaje en cada clasificación.



Fuente: Elaboración propia, Instituto de Desarrollo Urbano –IDU

Figura 18. Mapas de calor del estado de la malla vial troncal, arterial, intermedia y local.





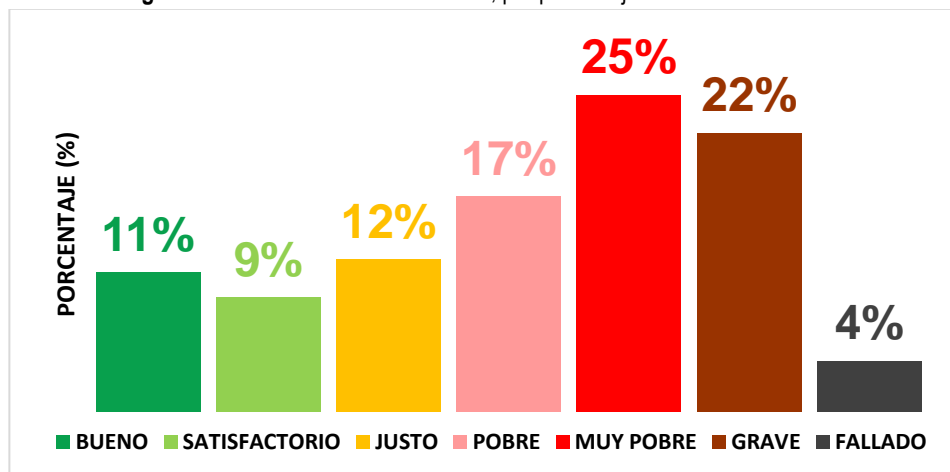
Fuente: Elaboración propia, Instituto de Desarrollo Urbano – IDU

6.2.2. Estado de la malla vial rural

De los 1.272,76 km-carril de extensión de la malla vial rural a 30 de junio de 2023, se cuenta con estado de condición superficial para 1.113,40 km-carril.

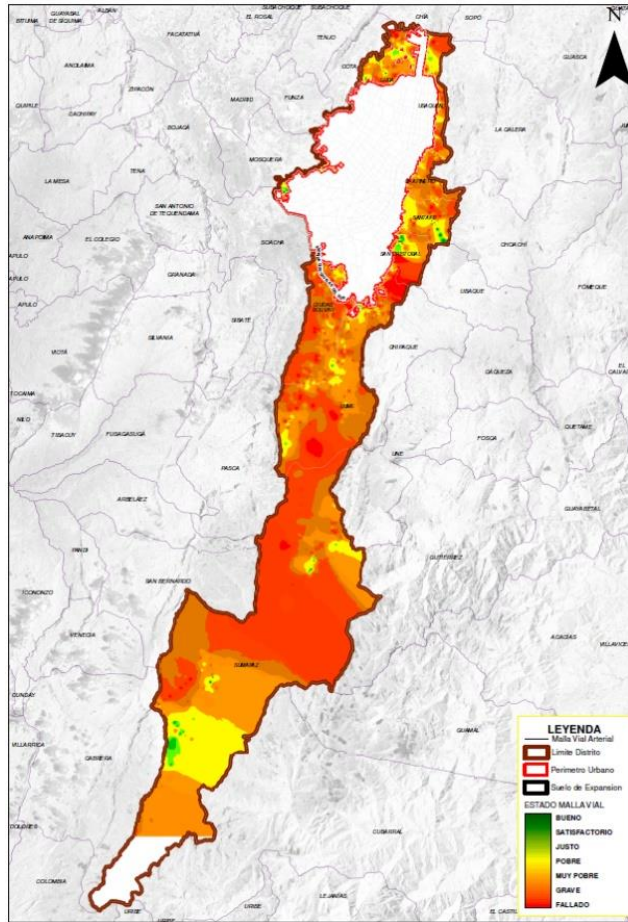
De estos aproximadamente 124,28 km-carril (11%) se encuentran en estado bueno, seguido de 103,36 km-carril (9%) en estado Satisfactorio, 136,22 km-carril (12%) en estado justo, 705,17 km-carril (64%) entre estado pobre, muy pobre y grave, y finalmente 44,37 km-carril (4%) en estado fallado.

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



Fuente: Elaboración propia, Instituto de Desarrollo Urbano – IDU

Figura 20. Mapa de calor del estado de la malla vial rural.



Fuente: Elaboración propia, Instituto de Desarrollo Urbano – IDU

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

Figura 21. Estado de la malla vial rural principal, por porcentaje en cada clasificación.

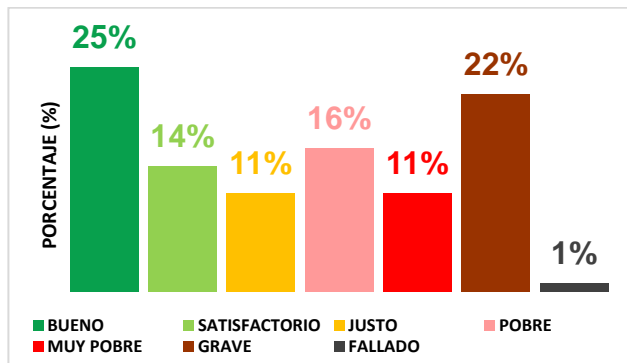
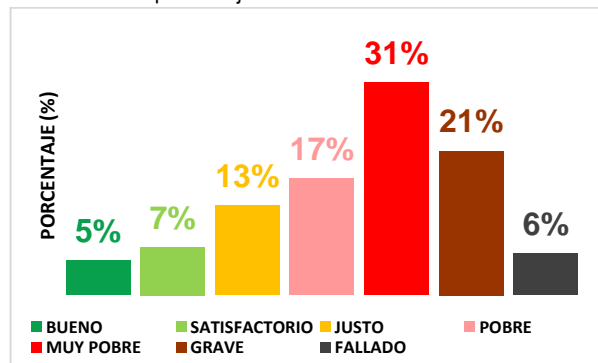


Figura 22. Estado de la malla vial rural no principal, por porcentaje en cada clasificación.



Fuente: Elaboración propia, Instituto de Desarrollo Urbano – IDU

El tipo de malla vial rural con mayor porcentaje en estado bueno es la malla vial rural principal con un 25%, la cual a su vez presenta un 11% de vías en estado muy pobre. Para la malla vial rural no principal se tiene un 5% en estado bueno y un 31% 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 3. 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	393,09	283,03	150,90	109,09	72,23	50,58	35,99	1094,91
CHAPINERO	184,40	141,30	84,65	54,74	52,26	22,25	9,44	549,04
SANTA FE	149,64	83,51	37,74	25,98	34,77	8,93	12,38	352,94
SAN CRISTOBAL	238,44	139,95	80,53	53,85	33,01	15,15	29,24	590,17
USME	230,09	129,04	83,15	62,34	71,58	49,04	161,21	786,45
TUNJUELITO	120,20	86,89	43,50	34,18	17,75	6,54	6,47	315,52
BOSA	342,67	148,00	68,78	39,10	24,53	15,42	65,66	704,16
KENNEDY	651,28	303,15	163,44	90,64	66,96	51,87	123,70	1451,04
FONTIBON	316,46	197,99	106,19	63,52	45,51	31,82	51,08	812,57
ENGATIVA	562,51	288,53	142,19	82,99	65,06	59,61	71,81	1272,70
SUBA	746,48	393,78	168,33	115,51	91,66	81,75	130,75	1728,27
BARRIOS UNIDOS	258,21	133,36	78,31	47,99	35,07	13,92	8,24	575,11
TEUSAQUILLO	225,74	130,12	97,51	70,32	55,70	27,08	12,46	618,92
LOS MARTIRES	133,10	63,00	51,87	52,12	46,30	18,55	7,45	372,39
ANTONIO NARIÑO	85,16	66,52	36,37	33,84	22,47	6,34	2,59	253,29
PUENTE ARANDA	328,36	179,05	126,83	75,15	52,83	40,12	41,04	843,37
CANDELARIA	22,13	15,06	7,80	8,41	4,39	1,16	0,86	59,80
RAFAEL URIBE URIBE	175,76	125,42	65,71	64,43	43,69	18,91	31,27	525,19
CIUDAD BOLIVAR	288,59	213,48	123,71	103,12	108,99	68,92	137,44	1044,25
SUMAPAZ	30,29	22,61	44,06	55,82	80,52	122,01	2,48	357,79
TOTAL	5482,62	3143,77	1761,55	1243,15	1025,28	709,96	941,54	14307,86

Fuente: Elaboración propia, Instituto de Desarrollo Urbano – IDU

Tabla 4. 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	35,9%	25,8%	13,8%	10,0%	6,6%	4,6%	3,3%
CHAPINERO	33,6%	25,7%	15,4%	10,0%	9,5%	4,1%	1,7%
SANTA FE	42,4%	23,7%	10,7%	7,4%	9,9%	2,5%	3,5%
SAN CRISTOBAL	40,4%	23,7%	13,6%	9,1%	5,6%	2,6%	5,0%
USME	29,3%	16,4%	10,6%	7,9%	9,1%	6,2%	20,5%
TUNJUELITO	38,1%	27,5%	13,8%	10,8%	5,6%	2,1%	2,0%
BOSA	48,7%	21,0%	9,8%	5,6%	3,5%	2,2%	9,3%
KENNEDY	44,9%	20,9%	11,3%	6,2%	4,6%	3,6%	8,5%
FONTIBON	38,9%	24,4%	13,1%	7,8%	5,6%	3,9%	6,3%
ENGATIVA	44,2%	22,7%	11,2%	6,5%	5,1%	4,7%	5,6%
SUBA	43,2%	22,8%	9,7%	6,7%	5,3%	4,7%	7,6%
BARRIOS UNIDOS	44,9%	23,2%	13,6%	8,3%	6,1%	2,4%	1,4%
TEUSAQUILLO	36,5%	21,0%	15,8%	11,4%	9,0%	4,4%	2,0%
LOS MARTIRES	35,7%	16,9%	13,9%	14,0%	12,4%	5,0%	2,0%
ANTONIO NARIÑO	33,6%	26,3%	14,4%	13,4%	8,9%	2,5%	1,0%
PUENTE ARANDA	38,9%	21,2%	15,0%	8,9%	6,3%	4,8%	4,9%
CANDELARIA	37,0%	25,2%	13,0%	14,1%	7,3%	1,9%	1,4%
RAFAEL URIBE URIBE	33,5%	23,9%	12,5%	12,3%	8,3%	3,6%	6,0%
CIUDAD BOLIVAR	27,6%	20,4%	11,8%	9,9%	10,4%	6,6%	13,2%
SUMAPAZ	8,5%	6,3%	12,3%	15,6%	22,5%	34,1%	0,7%

Fuente: Elaboración propia, Instituto de Desarrollo Urbano – IDU

7. NOTAS TÉCNICAS

- i. Para la malla vial urbana y rural, el cálculo de las cifras de extensión y estado se efectuó acorde con la clasificación vial establecida en su momento por el Decreto 190 de 2004 (anterior Plan de Ordenamiento Territorial – POT) de la Alcaldía Mayor de Bogotá, así: para el área urbana como malla vial troncal, arterial, intermedia y local, y en el área rural como rural principal y no principal.
- ii. 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.
- iii. 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.
- iv. La información de extensión y estado de la malla vial no incluye las calzadas que se localizan sobre el límite del Distrito Capital y en suelo de expansión.
- v. Es importante mencionar, que la información de los registros administrativos sobre la extensión y estado de la infraestructura de malla vial es susceptible de variar en el tiempo, toda vez que las condiciones de la infraestructura cambian, entre otras circunstancias por las diferentes intervenciones de conservación o construcción y la actualización del inventario, así como por la revisión, validación y el ajuste de la información atributiva con las diferentes capas geográficas que hacen parte del Sistema de Información Geográfico del IDU – SIGIDU, las cuales son suministradas por otras entidades distritales que están en constante actualización.
- vi. La cifra de los registros administrativos correspondiente a la extensión de la malla vial presentada para el corte del presente boletín no incluye la extensión de los tableros de la infraestructura de puentes vehiculares.
- vii. La fecha de corte general de la información es el 30 de junio de 2023.

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 2023-I, se dispone de un servicio geográfico en el siguiente enlace:

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

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✓ ASTM-D6433. Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys. American Society for Testing and Materials.
- ✓ ASTM-E2840. Standard Practice for Pavement Condition Index Surveys for Interlocking Concrete Roads and Parking Lots. American Society for Testing and Materials.
- ✓ Technical Manual TM 5-626. Unsurfaced Road Maintenance Management. Department Of The Army, EEUU.

2023-I

Junio



INSTITUTO DE
DESARROLLO URBANO

