



INFORME DE EVASIÓN EN EL COMPONENTE TRONCAL DE TRANSMILENIO 2023-II

**DIRECCIÓN TÉCNICA
DE SEGURIDAD**

RESUMEN



- **Palabras Clave:** Medición evasión, tasa de evasión, componente troncal, Plan Estratégico Antievasión, Periodo 2023-II.

La metodología aplicada para la medición de evasión del 2023 II, en un periodo típico dentro del componente troncal utiliza el diseño muestral inicialmente propuesto por la Universidad Nacional de Colombia en el 2018 para el levantamiento de la línea base. Se empleó el sistema SIDESt y el personal de gestión en campo de la DTS para contar los aforos y analizar los videos implementados en la medición. . Durante el ejercicio de la medición del segundo semestre del 2023 (2023-II), se contó con 1499 unidades muestrales, tomadas del diseño muestral estratificado por estaciones y franjas horarias establecidas en la metodología previamente mencionada. Adicionalmente se añadieron las estaciones de la línea troncal del TransMiCable de Ciudad Bolívar. La medición fue discriminada por tipo de ingreso: evasión por torniquetes, evasión por BCA de discapacidad, evasión por accesos laterales (puertas de carga y descarga de los buses del troncal) y otros accesos. Se estimó que la tasa de evasión en el componente troncal para el periodo 2023-II se encontró en el 15,32% frente al 28.51% estimado en el 2022-II, teniendo así una disminución de trece (13,19) puntos porcentuales en este indicador, referente al periodo de la medición anterior. Estos resultados deben interpretarse a la luz de los factores que pueden estar afectando la tasa de evasión a lo largo del tiempo, así como los resultados de las estrategias y acciones que TRANSMILENIO S.A ha implementado en el marco del Plan Estratégico Antievasión durante el periodo 2022 - 2023.

INTRODUCCIÓN

La evasión del pago de pasaje en las troncales del Sistema TransMilenio se refiere al evento de ingresar a las estaciones y portales sin validar el pasaje. Dicho evento se puede ejecutar de distintas maneras, tales como, ingreso de personas por las puertas laterales de las estaciones, burlar los torniquetes de acceso normal y de discapacitados, entre otros. Este fenómeno genera afectaciones operacionales, especialmente en la programación de frecuencias y aforos de los articulados. Además, antes de la pandemia del COVID-19 se registraba, aproximadamente 2,5 millones de viajes diarios, de los cuales se validaron 2,3 millones, mientras aproximadamente 200 mil viajes se atribuían a la evasión del pasaje, lo cual genera un impacto financiero significativo en el sistema.

Durante los semestres 2021-II, 2022-I y 2022-II, la Dirección Técnica de Seguridad - DTS ha realizado la medición de la evasión en el componente troncal del sistema con base en la metodología construida por la Universidad Nacional de Colombia, y con base en la cual se levantó la línea base para la medición de la evasión en el 2018. A partir del esquema metodológico de muestreo implementado en estas líneas temporales y con el objetivo de cumplir la representatividad de la medición de la evasión en el componente troncal, en este documento se presentan los resultados de la estimación de la evasión en el componente troncal para el segundo semestre del 2023.

La medición de la evasión, para este periodo 2023 II, se estableció en 72 estaciones y portales que fueron clasificadas como Unidades Primarias de Muestreo (UPM), en las cuales se incluyeron portales y estaciones de inclusión forzosa, las cuales por dinámicas de comportamiento únicas dentro de la operación del sistema troncal debían ser medidas y estaciones de inclusión probabilística, cuyos comportamientos corresponden a un margen representativo del comportamiento del sistema troncal. Los tipos de evasión son tanto en los torniquetes, BCA de discapacidad, puertas laterales, curvas, entre otros tipos de evasión. Desde el establecimiento de la línea base para la medición de la evasión en el 2018, ésta se define como:

$$\text{Evasión} = \text{NI} / (\text{NI} + \text{IV}) \times 100$$

NI = Número de ingresos no validados

IV = Número de ingresos validados

Partiendo de esta fórmula se ha estimado el porcentaje de evasión del componente troncal del sistema para cada uno de los periodos evaluados. Para el 2019 la evasión fue del 15,36%, para el 2021 del 9,97%, para el periodo 2022-I del 29,66% y para el periodo 2022-II fue 28,51%.

Este documento presenta los resultados de la estimación de la medición de la evasión troncal para el periodo 2023-II, y se encuentra organizado en la definición del objetivo de la medición, la metodología aplicada y el despliegue operativo realizado para la medición, los resultados obtenidos en la medición del periodo 2023-II. Y Finalmente, se planea la discusión y conclusiones sobre los resultados obtenidos.

OBJETIVO GENERAL

El objetivo de este estudio fue estimar el porcentaje de ingresos no validados en el componente troncal del sistema TransMilenio en el semestre 2023-II¹.

METODOLOGÍA

UNIVERSO DE ESTUDIO:

El universo está conformado por los usuarios del componente troncal de TransMilenio en una semana típica. La definición de usuario se establece a partir de la Resolución 517 del 9 de octubre del 2017.

DISEÑO MUESTRAL:

Se implementó un diseño muestral probabilístico, bietápico, estratificado de conglomerados:

Bietápico: porque hay dos etapas en el diseño muestral, la primera hace referencia a estaciones y portales, son las Unidades Primarias de Muestreo o UPM, las Unidades Secundarias de Muestreo o USM hacen referencia a la selección específica de franjas horarias en un tipo de día de la UPM seleccionada.

Estratificado: porque las estaciones y portales se encuentran estratificadas en dos estratos, el primero son estaciones y portales de inclusión forzosa, el segundo son estaciones sub-estratificadas que hacen parte del diseño probabilístico y completan el tamaño de muestra de la primera etapa de muestreo. La segunda estratificación explícita, está dada en la combinación del tipo día y la franja horaria, quien de forma natural genera una partición para cada UPM seleccionada.

¹ Se refiere a una semana típica en la que no se identifican patrones de estacionalidad especial en el perfil de demanda del componente troncal. Por lo tanto, la definición excluye periodos de vacaciones estudiantiles, fechas especiales como Navidad, etc.

Conglomerado: porque sobre la franja horaria seleccionada, se estudia por completo el fenómeno de interés, sin omitir o afectar la temporalidad de la observación.

UNIDADES MUESTRALES OBTENIDAS

En la tabla 1 se muestra el listado de unidades muestrales definidas durante el periodo 2023-II. A diferencia de las mediciones anteriores se expandió el rango de observación de las UPM, debido a que se aprovechó la infraestructura tecnológica del componente troncal instalada y que se encuentra en operación, con el fin de realizar la medición en campo, con cámaras y aforadores, visualizando videos y aforadores automáticos, y así incluirlas a la medición de las UPM de inclusión forzosa y probabilísticas sugeridas desde la medición de la línea base establecida por el estudio de la Universidad Nacional de Colombia.



Conglomerado: porque sobre la franja horaria seleccionada, se estudia por completo el fenómeno de interés, sin omitir o afectar la temporalidad de la observación.

UNIDADES MUESTRALES OBTENIDAS

En la tabla 1 se muestra el listado de unidades muestrales definidas durante el periodo 2023-II. A diferencia de las mediciones anteriores se expandió el rango de observación de las UPM, debido a que se aprovechó la infraestructura tecnológica del componente troncal instalada y que se encuentra en operación, con el fin de realizar la medición en campo, con cámaras y aforadores, visualizando videos y aforadores automáticos, y así incluirlas a la medición de las UPM de inclusión forzosa y probabilísticas sugeridas desde la medición de la línea base establecida por el estudio de la Universidad Nacional de Colombia.

Teniendo en cuenta que se muestrearon 72 UPM en una semana típica y durante tres franjas horarias, para este análisis, se tomó información de 1499 franjas horarias, correspondientes a los 72 puntos relacionados a continuación:

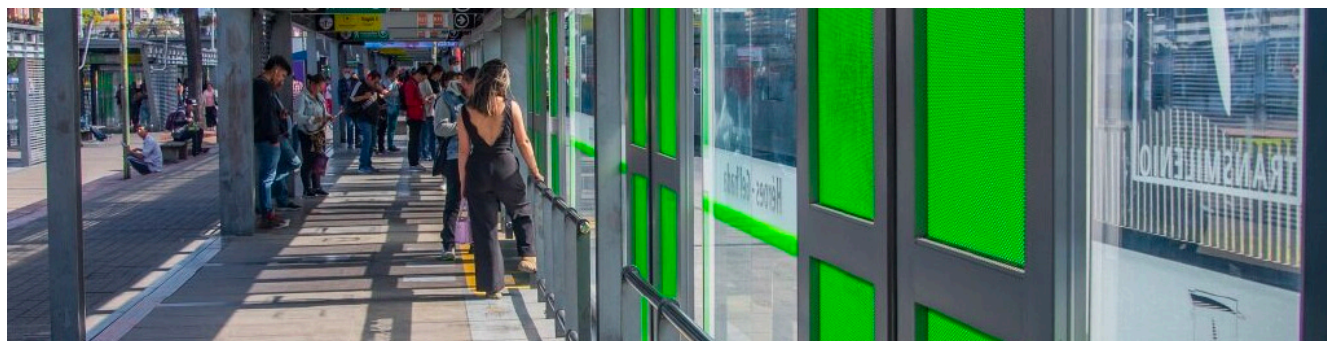


Tabla 1. Unidades de muestreo propuestas para la medición de la evasión troncal del 2023-II

Nº UPM	UPM	TRONCAL	SIDEST	CÁMARAS	CAMPO
14005	Las Aguas	Eje ambiental			X
1002	Av. 1 de mayo	KR10		X	
9116	AV.39	Caracas	X		
9110	Avenida Jimenez	Eje ambiental			X
5100	Banderas	Américas			X
8002	Biblioteca Tunal	Caracas Sur	X		
7010	Bosa	NQS Sur	X		
2104	Calle 146	Norte	X		
2001	Calle 187	Norte	X		
9111	Calle 19	Caracas	X		
9113	Calle 22	Caracas	X		
9114	Calle 26	Caracas	X		
9117	Calle 45	Caracas	X		
9119	Calle 57	Caracas	X		
9120	Calle 63	Caracas	X		
2303	Calle 85	Norte	X		
12001	Carrera 43	Américas		X	
4105	Carrera 53	CL 80	X		
6109	Centro Memoria	CL 26	X		
6107	Ciudad Jardín	KR 10		X	
7112	Comuneros	NQS Sur		X	
9002	Consuelo	Caracas Sur		X	
10001	Country Sur	KR 10		X	
7506	Despensa	NQS Sur		X	
7006	General Santander	NQS Sur		X	
3004	Gratamira	Suba		X	
9107	Hortua	Caracas Sur		X	
3007	Humedal Córdoba	Suba		X	
40001	Juan Pablo II	Cable			X
14001	De la Sabana	Américas	X		
4103	Las Ferias	CL 80		X	
9121	Las Flores	Caracas	X		
10007	Las Nieves	KR 10	X		
7505	León XIII	NQS Sur			X
7002	Madelena	NQS Sur		X	

40002	Manitas	Cable			X
9118	Marly	Caracas	X		
4101	Minuto de Dios	CL 80	X		
40003	Mirador del Paraíso	Cable			X
7105	Movistar Arena	NQS Central		X	
14004	Museo del Oro	Eje ambiental		X	
7008	NQS Calle 30 Sur	NQS Sur	X		
9103	Olaya	Caracas Sur		X	
8001	Parque el Tunal	Caracas Sur	X		
5001	Patio Bonito	Américas		X	
10004	Policarpa	KR 10	X		
10000	Portal 20 de Julio	KR 10			X
5000	Portal Américas	Américas			X
4000	Portal Calle 80	CL 80	X		X
6000	Portal El Dorado	CL 26	X		X
2000	Portal Norte	Norte	X		X
3000	Portal Suba	Suba	X		X
7000	Portal Sur	NQS Sur	X		X
8000	Portal Tunal	Caracas Sur	X		X
9000	Portal Usme	Caracas Sur	X		X
5105	Pradera	Américas	X		
12000	Puente Aranda	Américas		X	
3010	Puentelargo	Suba	X		
9101	Quiroga	Caracas Sur	X		
9105	Río Fucha	Caracas Sur		X	
3013	Rionegro	Suba	X		
10010	San Bernardo	KR 10	X		
3014	San Martín	Suba		X	
57503	San Mateo	NQS Sur			X
9004	Santa Lucía	Caracas Sur	X		
10006	San Victorino	KR 10	X		
7009	SENA	NQS Sur	X		
7003	Sevillana	NQS Sur		X	
9003	Socorro	Caracas Sur	X		
3012	Suba Calle 95	Suba		X	
7504	Terreros	NQS Sur			X
6111	Universidades	CL 26	X		

ESTRATEGIA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

TRANSMILENIO S.A. ha realizado durante la vigencia inversiones en infraestructura tecnológica para el seguimiento de la operación troncal. Así, para el segundo semestre del 2023, se cuenta con cámaras de circuito cerrado de TV cuyo manejo lo dan las Direcciones Técnica de Seguridad y Técnica de BRT- DTS/BRT. A su vez, se ha implementado el Sistema Inteligente de Detección de Eventos de Seguridad en TransMilenio (SIDEST), cuyo objeto de desarrollo es realizar el seguimiento, registro de la evasión y seguridad dentro del componente troncal. Actualmente, se cuentan con 39 UPM con el sistema SIDEST en operación. Además, 22 UPM cuentan con cámaras pertenecientes al Sistema de video vigilancia DTS/BRT y presentan una cobertura de visualización de los ingresos a las UPM superiores al 95%.

Para la medición 2023-II, haciendo uso de la infraestructura tecnológica, se realizó la estimación de la evasión del componente troncal bajo tres esquemas metodológicos: medición a través de SIDEST, revisión del Sistema de video vigilancia DTS/BRT y medición en campo de estaciones de inclusión forzosa. Es importante destacar que las franjas fueron diseñadas de la misma manera independiente del método de recolección de datos.

A continuación, se relaciona la estrategia metodológica de cada forma de recolección de datos:

1. Sistema Inteligente de Detección de Eventos de Seguridad de TransMilenio (SIDEST), 39 UPM.

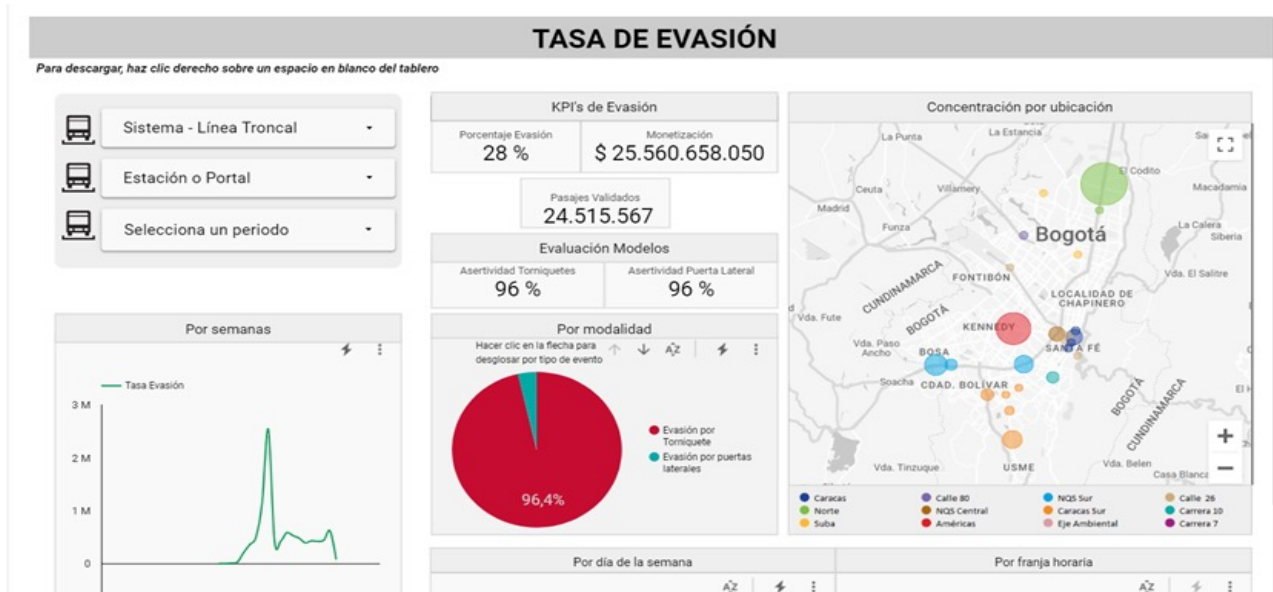
Durante el año 2021, la Dirección Técnica de Seguridad de TRANSMILENIO S.A., bajo el mecanismo de concurso de méritos, adelantó la contratación de un software de inteligencia artificial, cuyo objeto era realizar el diseño, desarrollo, instalación, implementación, puesta en servicio, soporte y mantenimiento de un software de inteligencia artificial que permita la detección, clasificación, caracterización y generación de alertas y reportes de situaciones referentes a la evasión del pago de los usuarios y de situaciones que afecten la seguridad en el componente troncal del sistema TransMilenio. Este software de inteligencia artificial que a partir de este momento en este documento se llamará SIDEST, por sus siglas Sistema Inteligente de Detección de Eventos de Seguridad en TransMilenio, se ejecutó bajo el Contrato Interadministrativo 1157 de 2021 entre TRANSMILENIO S.A. y la UNION TEMPORAL MOVILIDAD INTELIGENTE 2021 quien fue la encargada de diseñar y desarrollar el software de inteligencia artificial.

SIDEST se define como un sistema inteligente alojado en GCP (Google Cloud Platform) el cual detecta y clasifica eventos de evasión y seguridad utilizando técnicas de visión por computador e inteligencia artificial. SIDEST está compuesto por 4 módulos: módulo de gestión de usuarios, módulo de configuración del sistema, módulo de evasión y módulo de seguridad.



Para el contexto de la metodología expuesta en el presente documento, el módulo de evasión contiene 2 algoritmos para realizar la detección y clasificación de los eventos de evasión en torniquetes de las estaciones y portales de TRANSMILENIO S.A. y en puertas laterales de las estaciones de TRANSMILENIO S.A. El algoritmo, para eventos de evasión en torniquetes, realiza la detección de personas desde una posición frontal con vista superior mediante una red neuronal de la familia EfficientDet. Además, realiza la clasificación de los eventos de evasión en ingreso normal, evasión 2x1, evasión de paso por debajo, evasión de salto, evasión de devolución de torniquete y evasión de acceso por puerta especial mediante un sistema experto basado en los tamaños de los recuadros delimitadores de las personas detectadas y los lectores de tarjetas de los torniquetes (figura 1 y 2).

Figura 1. Módulo de evasión SIDEST. Fuente: Dirección Técnica de Seguridad



*Figura 2. Módulo de evasión SIDEST por torniquete.**Fuente: Dirección Técnica de Seguridad*

The screenshot shows a web interface titled "Evidencia". On the left, there are input fields for "Fecha" (2022-09-26), "Hora" (19:03:52), "Estación" (Calle 34), "Troncal" (Caracas), "Vagón" (V01), and "Cámara" (Cámara 14). A "Tipo de evento" dropdown is set to "Devolución del torniquete". A black "Descargar" button is at the top. On the right, a video player shows a person in a red shirt at a turnstile, with standard video controls on the right side.

Para eventos de evasión en puertas laterales, el algoritmo realiza la detección de personas desde una posición con vista oblicua mediante una red neuronal de la familia EfficientDet y realiza la clasificación de los eventos de evasión en ingreso normal y evasión por puerta lateral mediante un análisis de áreas entre los recuadros delimitadores de las personas detectadas, el carril exclusivo de TRANSMILENIO S.A., y los vagones de las estaciones de TRANSMILENIO S.A (figura 3).

Figura 3. Módulo de evasión SIDEST lateral. Fuente: Dirección Técnica de Seguridad

The screenshot shows a web interface titled "Evidencia". On the left, there are input fields for "Fecha" (2022-09-26), "Hora" (19:05:56), "Estación" (Calle 34), "Troncal" (Caracas), "Vagón" (V02), and "Cámara" (Cámara 27). A "Tipo de evento" dropdown is set to "Acceso por puerta lateral". A black "Descargar" button is at the top. On the right, a video player shows a person in a red shirt at a lateral door, with standard video controls on the right side.

Este módulo permitió realizar el conteo de evasores de las estaciones de forma completa y se corroboró con las evidencias que el propio software genera, que el conteo fue lo más acertado posible y que es una fuente fidedigna para el presente informe de medición de evasión en estaciones del componente troncal de TRANSMILENIO S.A.

2. Sistema de video vigilancia DTS/BRT, 22 UPM.

TRASMILENIO S.A. cuenta con un sistema de video de vigilancia que consta de 1.119 cámaras en 83 estaciones del componente troncal (figura 4). Adicional a esto, se cuenta con un equipo de monitoreo de TRANSMILENIO S.A., los siete días de la semana, las 24 horas del día, con el fin de generar registro sobre incidentes que afecten la seguridad de los usuarios, la operación del Sistema, la infraestructura, la seguridad del personal operativo y de Policía, el fenómeno de la evasión y la venta irregular de pasajes en estaciones o portales. También, dicho equipo de monitoreo tiene canal directo con el Comando Servicio Transporte Masivo de la Policía Metropolitana de Bogotá, lo cual ha permitido reducir los tiempos de reacción de las autoridades competentes, así como ser fuente de información y evidencia fílmica en hechos delictivos como hurtos, agresiones, vandalismos, entre otros.

Figura 4. Equipo monitoreo sistema de video vigilancia.

Fuente: Dirección Técnica de Seguridad



Estas cámaras permiten una cobertura del 95% del área de las estaciones troncales haciendo énfasis en zonas de torniquetes y acceso de puertas laterales, por lo cual se facilita el conteo de evasores desde el software de visualización del sistema de video vigilancia (figura 5).

Las ventajas de realizar el conteo manual de evasores desde este sistema de cámaras son las siguientes:

- Visualización y conteo desde los servidores de grabación.
- Manipulación de línea de tiempo en caso de dudas en el conteo (devolver o adelantar videos).
- Almacenamiento por 90 días calendario por cada cámara.
- Fácil acceso y manejo de herramienta tecnológica.

Debido a estas ventajas, se pudo utilizar el 80% del personal de monitoreo y se reforzó con personal adicional para realizar el conteo manual de evasores.

Es de aclarar que este conteo se realizó en estaciones que aún no tienen cubrimiento de SIDEST, por este motivo se realizó de forma manual dicho conteo.

Figura 5. Equipo conteo de evasores en sistema de video vigilancia.

Fuente: Dirección Técnica de Seguridad



Al personal que realizó el conteo de evasores por cámaras, se le proporcionó capacitación en el software de visualización y en la forma en que se debían llenar los formatos de conteo de evasores. Estas evidencias físicas están bajo la custodia de la Dirección Técnica de Seguridad de TRANSMILENIO S.A (figura 6).

Figura 6. Formato evidencia conteos evasores en sistema de video vigilancia.

Fuente: Dirección Técnica de Seguridad

Nombre técnico de monitoreo: Centro de Gestión PISO 4						
ID	Estación	Franja	N° Evasores Torniquetes	N° Evasores BCA	N° Evasores Laterales	N° Evasores Otros
982	calle 57	Transición	119	11	35	0
983	calle 57	Pico	62	62	143	0
984	calle 57	Valle	124	199	05	0
985	calle 63	Transición	106	8	10	0
986	calle 63	Pico	151	23	13	0
987	calle 63	Valle				
988	calle 63	Transición				

*Franja: Pico, Transición, Valle
 *Tipo de Evasión: Torniquete, Torniquete-BCA, Lateral, Curva, Otro

3. Operación en campo 6 UPM del sistema troncal + 3 estaciones cable + 2 portales de medición completa (todos los tipos de evasión evaluadas) + 7 portales (medición evasión por curva complementaria a la medición por SIDEDEST).

Como hay puntos del componente troncal que aún no tienen cobertura de visualización por cámaras o por el Sistema SIDEDEST, como es el caso del TransMiCable de Ciudad Bolívar, los Portales 20 de Julio y Américas, y algunas zonas de los portales como las denominadas “curvas” que son pasos entre las vías de circulación de los buses y plataformas de abordaje de alimentación o de servicios troncales, se hizo necesario el cubrimiento de la medición de la evasión en dichos puntos con el apoyo de personal en campo usando instrumentos físicos (formatos) para la toma y registro de la información.

CÁLCULO DE LA TASA DE EVASIÓN EN EL COMPONENTE TRONCAL.

Para el cálculo de la estimación de la tasa de evasión en el componente troncal, se realizó la metodología reportada e implementada para el año 2022. Se organizó en una hoja de MS Excel los registros de los agregados del número de evasiones y de validaciones, a lo largo, como variables separadas. Esta base de datos alimenta el script para el cálculo de la estimación de la tasa de evasión en el componente troncal construido por la Universidad Nacional.

Para el cálculo de las estimaciones de tasa de evasión se utilizó el software R con la librería survey (<https://r-survey.r-forge.r-project.org/survey/>). Se usaron los siguientes métodos para la obtención de las estimaciones puntuales y por intervalo de confianza de la evasión:

- svydesign: para especificar el diseño muestral a través de la especificación de los factores de expansión corregidos obtenidos y los estratos del diseño muestral ya mencionados a partir del conjunto de datos.
- svytotal: computa las medias, varianzas, tasas y totales a partir del conjunto de datos.
- calibrate: calcula, a modo de calibración, nuevos factores de expansión corregidos a partir de los conteos de ingresos validados de la muestra.
- svyby: calcula un estimador de varianza para un modelo lineal generalizado ajustado al conjunto de datos.
- svyratio: estima la razón y totales a partir del conjunto de datos.
- confint: calcula los límites de los intervalos de confianza de los estimadores para el total y las tasas.

El script permite organizar las salidas de las funciones mencionadas, obteniendo las estimaciones por total y tasa de evasión, para todo el componente troncal y para los diferentes dominios a partir de la estratificación del estudio. Los dominios definidos en el script son los siguientes: Línea troncal, Día de la semana, Tipo de día, Tipo de franja, Tipo de estación, Franja horaria, Estación.

3.2 DESPLIEGUE OPERATIVO PARA EL PERIODO 2023-II

Para la toma de datos de las evasiones se realizó un despliegue operativo para el período 2023-II, por medio de: i) técnicos de operación quienes revisaron los videos de las cámaras DTS/BRT, y ii) por ubicación física de un aforador en cada UPM a muestrear.

3.2.1 CÁMARAS DTS/BRT

La medición de la evasión se realizó mediante la revisión de video de cámaras DTS/BRT de 22 UPM. El rol de operación quien realizó esta labor se describe a continuación:

- **Técnicos de operación:** Rol que tienen como función hacer revisión de videos en los puntos de observación muestral y tomar el registro de: Ingresos, evasión por torniquete, evasión BCA, evasión lateral, entre otros, durante la franja horaria asignada. Los funcionarios asignados a este rol deben registrar los datos recolectados al finalizar la franja horaria en el formulario en línea dispuesto para el seguimiento. Por otra parte, en el formulario se encuentra el registro del consecutivo de cada franja horario muestreada, con el fin de resguardar la información en caso de ser requerida con posterioridad.

Seguimiento de los aforos realizados en cámaras

Durante todas las jornadas de medición se realizó un seguimiento presencial a los técnicos de operación. Esto, con el fin de asegurar que la operación se haya desarrollado de forma normal y que se registrarán las novedades, inconvenientes o modificaciones de la medición correctamente. Durante la visita se realizó el seguimiento de los equipos, la verificación de las franjas y grabaciones que se encuentran para los aforos (figura 7).

Figura 7. Seguimiento de las jornadas de medición Fuente: Dirección Técnica de Seguridad



3.2.2 EN CAMPO

En el marco de la implementación del trabajo de campo se definieron múltiples roles operativos con el objetivo de adelantar la medición de la evasión en las UPM y franjas horarias seleccionadas. Los roles de operación de quienes realizaron esta labor se describen a continuación:

- **Aforador:** contratistas de la DTS quienes se ubican físicamente en los puntos de observación muestral (Ingresos, evasión por torniquete, evasión BCA, evasión lateral) y toman registro del número de personas quienes evaden el pago del pasaje durante la franja horaria asignada. Los funcionarios asignados a este rol se sitúan en las UPM de manera física durante la franja horaria asignada sin prendas o algún distintivo institucional para minimizar sesgos. Además, estos funcionarios actúan únicamente como observadores sin intervenir o afectar la acción del usuario evasor. Al finalizar la franja horaria estos funcionarios entregan los datos al líder de punto incluyendo las novedades ocurridas.
- **Líder de punto:** personas encargadas de la recolección de la información y material de apoyo de los equipos de los aforadores asignados en cada UPM y franja asignada. El líder de punto debe consolidar la información registrada y las observaciones de los aforadores y reportarla en el formulario en línea dispuesto para el seguimiento de la medición.
- **Enlaces territoriales:** contratistas de la DTS encargados de planificar el direccionamiento de los aforadores y líderes de punto, realizar control y supervisión del cumplimiento de las funciones de estos, mediante comunicación telefónica o mensajería instantánea. Además, estos contratistas deben validar el cumplimiento de la actividad a través de visitas eventuales y al azar a cada UPM.

Para la toma de datos en las 72 UPM se contó con un total de 25 Gestores, los cuales cumplieron los roles anteriormente descritos, toma de información durante franjas y estaciones determinadas. Dentro de las personas gestoras se incluyeron Gestores que habían participado en muestreos de años anteriores.

Capacitación del equipo aforador.

La capacitación estuvo a cargo del equipo técnico de la DTS. Durante la capacitación se abordaron los siguientes temas:

1. Contexto de la evasión troncal desde la primera medición
2. Experiencias de registros anteriores por la entidad.
3. Perfil del evasor evidenciado por la entidad en puntos del componente troncal.
4. Distribución de franjas horarias en el componente troncal del sistema TransMilenio de acuerdo con el volumen de tránsito de usuarios.
5. Variables en la recolección de la información.

6. Novedades de la estaciones o portales donde se tomarán los registros.
7. Ubicación de los Gestores en el lugar de los registros.
8. Torniquetes en portales y estaciones programados.
9. Ubicación en puertas.
10. Capacitación para el conteo de aforos según tipo de ingreso, por parte de los aforadores.
11. Capacitación para el diligenciamiento de la toma de registros, por parte de los líderes de punto.
12. Capacitación para el reporte de la toma de registros, por parte de los líderes de punto.

Los tipos de evasiones al pasaje en las distintas UPM se muestran en la figura 8.

Figura 8. Tipos de evasión del pasaje en las estaciones.

Fuente: Dirección Técnica de Seguridad



Ingreso por puertas laterales



Manipulación de torniquetes



Salto de torniquetes



Paso por debajo del torniquete



Ingreso por el torniquete de discapacitados – BCA Discapacitados



Ingreso 2X1



Ingreso por curvas en la zona de alimentadores de los portales

Durante las capacitaciones se difundieron guías paso a paso de acuerdo con cada rol con el propósito de que no hubiera confusiones durante la franja horaria asignada. Esta guía contenía las siguientes indicaciones:

Durante la operación en campo:

- Todos los roles deben presentarse al punto de observación sin distintivos de personal de TRANSMILENIO S.A. durante la medición de la muestra.
- Se debe realizar el conteo del número total de personas que ingresan al componente troncal en el punto de medición (Validación, Evasión por torniquetes, Evasión por BCA de discapacidad, Evasión lateral)
- No está permitido el uso de teléfono celular mientras se encuentre ejecutando la actividad en la franja horaria asignada.

Aforadores

- Llegarán a la cita con 15 minutos antes del inicio de la franja asignada.
- Participarán en la foto de activación con su equipo y su líder.
- Se alojarán en un punto visible para realizar el conteo de ingresos en la unidad asignada.
- Deberán iniciar el conteo a partir de la hora de inicio establecida en la franja horaria y finalizar el conteo en la hora establecida también por la franja.
- Se concentrarán únicamente en realizar bien el conteo que se les asignó.
- Llevarán el registro del conteo, usando lápiz y papel, para facilitar el conteo se apoyará con un contador manual de cuatro dígitos a cada aforador.
- Deberán reportar el conteo obtenido al líder de punto, y se asegurarán que el registro haya quedado bien consignado.
- Participarán en la foto de desactivación con su equipo y su líder.

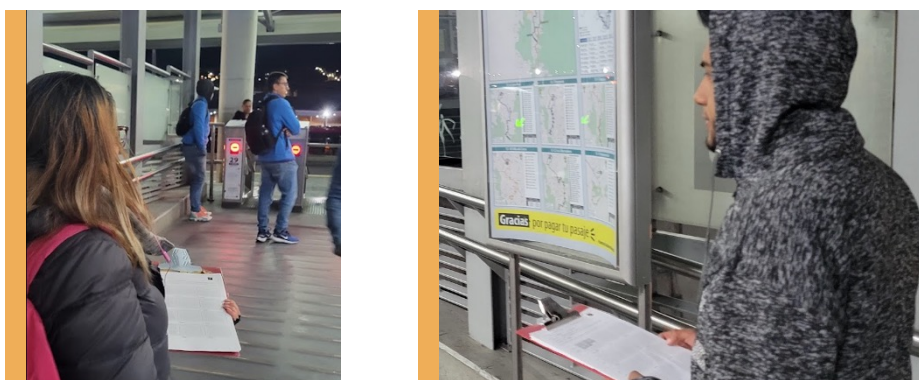
Líderes de punto:

- Llegarán a la cita con 15 minutos antes del inicio de la franja asignada.
- Participarán en la foto de activación con su equipo.
- Asignarán a cada aforador(a) el punto y el tipo de ingresos que va a contar, antes de la hora de inicio indicada por la muestra.
- Vigilarán la labor de sus personas a cargo durante toda la jornada y pondrán al tanto de las novedades a quien supervise la medición.
- Se reunirán con los aforadores(as) luego de la hora de cierre indicada por la muestra.
- Escribirán de forma legible y en un solo lado de una hoja los siguientes tres datos por cada aforador(a): 1) nombre 2) tipo de ingreso 3) conteo.
- Digitarán inmediatamente la información recolectada en la muestra en el formulario en Google Forms. Digite un solo formulario por cada muestra.

Para la toma de registros y su respectivo diligenciamiento, se usó la metodología reportada e implementada para el año 2022, la cual consistió en determinar parámetros y acciones operacionales de acuerdo con la función de cada uno de los Gestores en el tiempo de recolección teniendo en cuenta modo, tiempo y lugar.

Para las estaciones con dos vagones y dos ingresos se requirió la presencia de Gestores en ambos costados de ingreso por torniquete, y en las puertas de los vagones de las UPM. Para la toma de medición, el líder de punto tomaba fotografías del equipo gestor e indicaba el tipo de evasión a registrar a cada gestor: validaciones, evasiones por torniquete, evasiones por la BCA de discapacidad, evasiones por otros accesos (laterales y demás). En la figura 9 se muestran las ubicaciones de cada gestor en las UPM.

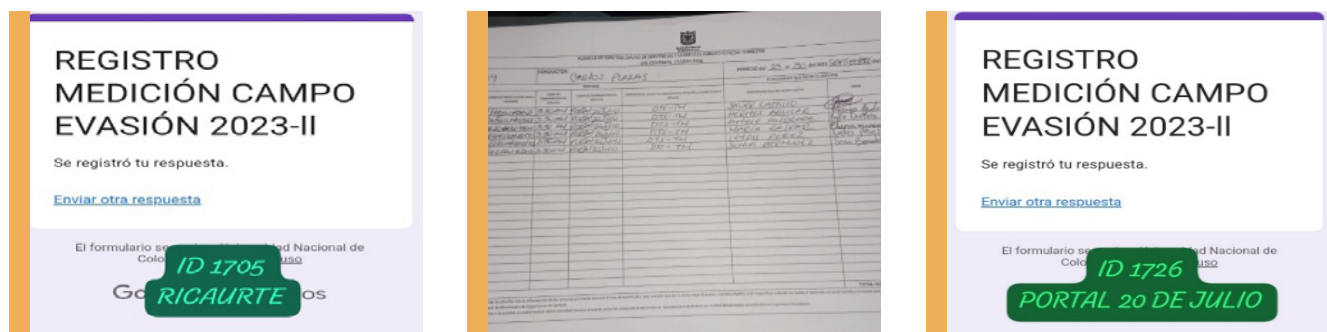
Figura 9. Ubicaciones de cada gestor en las UPM. Fuente: Dirección Técnica de Seguridad



Tal como se describe en la guía, el líder de punto registró en una hoja: el número identificador de muestra, nombre de la UPM, fecha, hora, nombre del líder de punto y el listado de nombres de los aforadores, con el respectivo tipo de acceso asignado, junto con el conteo obtenido para cada uno.

La figura 10 muestra la hoja de registro utilizada en cada UPM, la evidencia de asistencia de cada aforador y el Google Forms que debía diligenciarse y enviar inmediatamente al terminar la operación en el UPM.

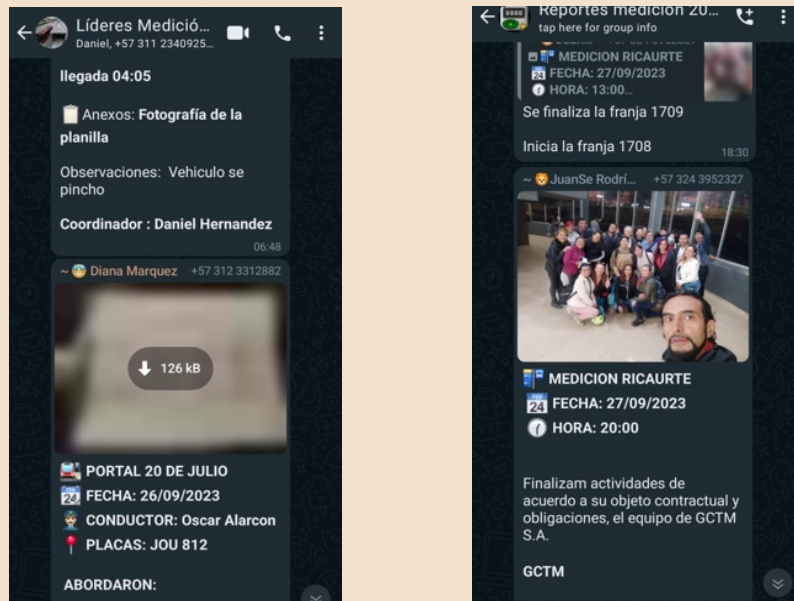
Figura 10. Evidencia del formato en físico a diligenciar en cada operación, asistencia de los aforadores y formato Google Forms.



Supervisión a los aforadores y líderes de punto

Se crearon grupos de WhatsApp entre los líderes de punto, enlaces territoriales y coordinación de evasión de la DTS, con el propósito de mantener un seguimiento de los Gestores durante la franja horaria, y reportar las irregularidades o novedades durante la medición a causa de situaciones externas. La figura 11 muestra el reporte de los distintos chats de WhatsApp usados para la supervisión y registro de novedades.

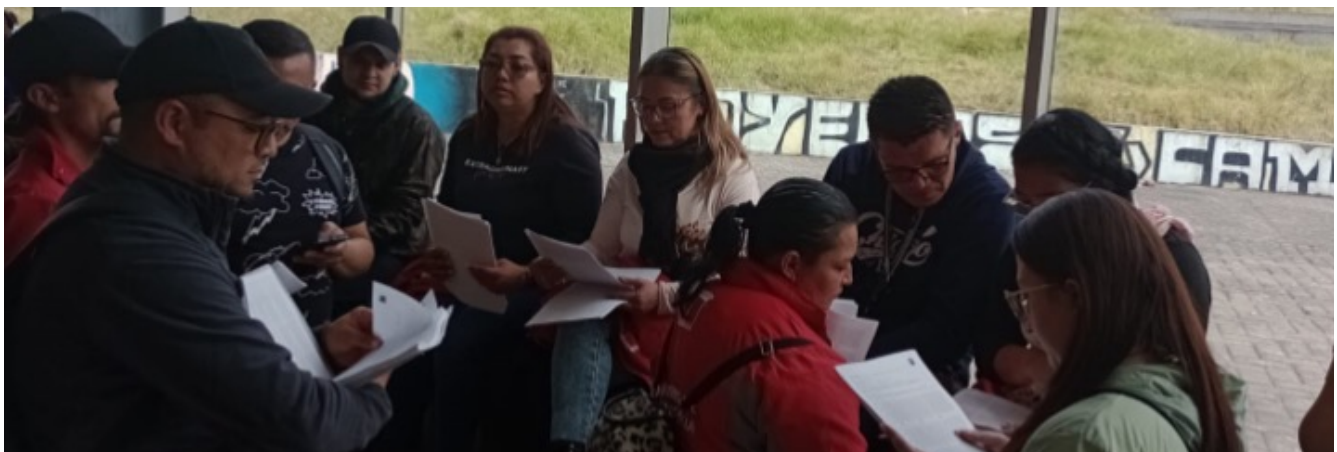
*Figura 11.
Reporte de los
distintos chats
de WhatsApp
usados para
la supervisión
y registro de
novedades.
Fuente: Dirección
Técnica de
Seguridad*



Reuniones de retroalimentación en campo

Se realizaron reuniones de seguimiento semanal, en las cuales se reunían los líderes de equipo para la entrega y formalización de los muestreos y observaciones. Estas reuniones se convirtieron en puntos de control y retroalimentación, que permitieron identificar dificultades y encontrar soluciones para implementarlas en todos los equipos (figura 12).

*Figura 12. Evidencia de reuniones semanales de lideres de equipo.
Fuente: Dirección Técnica de Seguridad*



Reuniones de retroalimentación en campo

Antes de iniciar la jornada se llevó a cabo una reunión donde se observaban las posibles irregularidades o novedades con el propósito de que no se generaran cambios en la toma de datos. De esta manera, se llegaba a un consenso y solución para no afectar el estudio (figura 13).

*Figura 13.
Reuniones de
retroalimentación
en campo antes
de iniciar toma
de datos. Fuente:
Dirección Técnica
de Seguridad*



Para el sistema de control de registros, acompañamiento de funcionarios, seguimiento de los enlaces de territorio y la revalidación de franjas, se usó la metodología reportada e implementada para el año 2022 (metodología Universidad Nacional).

- **Sistema de control de registros:** se diseñaron acciones paralelas a la intervención de los equipos de Gestores en estaciones o portales y franjas establecidas para generar el control de los registros.
- **Acompañamiento de funcionario:** se realizaron de manera aleatoria conteos en paralelo al ejercido por parte de algunos Gestores. Se diligenciaron formatos de conteo en el mismo día, jornada y espacio por parte de otros funcionarios para, al terminar la franja, realizar comparación de datos y encontrar las similitudes y posibles novedades para el mejoramiento del registro, en el marco de una práctica de control de calidad de los datos.
- **Seguimiento de los enlaces de territorio:** las personas que ejercían este rol realizaron visitas dentro de algunas de las franjas, observando la dinámica de registro y generando las posibles observaciones en la operación. Las novedades encontradas fueron de tipo: bloqueos, contingencias o alteración del orden público por movilizaciones.
- **Revalidación de franjas:** dentro de las acciones de control se diseñó un cronograma basado en las novedades identificadas en las reuniones con los líderes de punto. Así, se realizaron franjas dobles que fueron registradas por equipos distintos para realizar comparaciones y establecer si las diferencias entre una y otra ameritarían la anulación de datos por encontrar discrepancias sustanciales. Con esto, el paso a seguir era encontrar las situaciones que pudieron generar el posible error y corregirlas para validar o realizar nuevamente el conteo en dicha franja. La tabla 4 presenta el cronograma de revalidaciones de franjas (tabla 2).

Tabla 2. Cronograma de revalidaciones de franjas.

Fecha	Horario inicio	Horario Fin
25/09/2023	06:00:00	07:59:00
25/09/2023	08:00:00	10:00:00
25/09/2023	10:00:00	13:59:00
26/09/2023	04:00:00	05:59:00
26/09/2023	06:00:00	08:59:00
26/09/2023	19:59:00	10:30:00

También se construyó base de datos que contiene los siguientes ítems:

- **Cantidad de gestores:** informa el número del recurso humano para la franja programada.
- **Fecha:** es la primera fecha de toma de datos para la franja y estación programada.
- **Torniquete de validación:** informa el número de usuarios registrados por los gestores en la franja que pagaron pasaje.
- **Torniquete evasión:** informa el número de usuarios que no pagaron pasaje y pasaron a la estación.
- **Otro acceso:** registra el número de ciudadanos que ingresaron a la estación por puertas laterales.
- **Fecha de revalidación:** menciona el día en que se realizó el segundo conteo programado desde la reunión de los líderes.
- **Revalidación Torniquete:** información segundo registro de número de usuarios que ingresan pagando pasaje.
- **Revalidación Evasión:** información segundo registro de número de ciudadanos que evaden pasaje por torniquete.
- **Revalidación otro acceso:** información del segundo registro de número de ciudadanos que ingresan a la estación por puerta lateral.

Con la información de la base de datos se realizaron comparaciones entre las dos fechas de toma de registros para validar la información y realizar control de la toma del indicador, es de mencionar que esta información se tomó teniendo en cuenta la no alteración de la estación o portal por situaciones que pudieran afectar la data en las dos jornadas.

3.4 Verificación de los datos tomados en campo

Se realizó una verificación de la calidad de estos datos con ayuda de los conteos de número de validaciones reportados por el Sistema Integrado de Recaudo, Control e Información y Servicio al Usuario – SIRCI.

Se realizaron varias visitas de campo al equipo aforador, con la finalidad de verificar, comprobar que la información consolidada estuviera siendo realizada de manera adecuada. Esta labor se realizó de manera aleatoria y teniendo en cuenta varios puntos de interés como los portales.

3.5 Ejecución de la implementación para la estimación de la evasión

Para el cálculo de la estimación de la tasa de evasión en el componente troncal, se utilizó la metodología reportada e implementada para el año 2022. Esto se estimó a partir de los siguientes datos recolectados por UPM y franja horaria:

Los registros de los agregados por tipo de ingreso, para cada estación y franja horaria en la muestra: validación, evasión lateral, evasión por torniquete normal, evasión por BCA de discapacidad.

El número de validaciones en una semana típica por estación y franja horaria en la muestra, con el fin de obtener los estimadores de razón mediante factores de expansión corregidos. Los factores de expansión provenientes de la probabilidad de inclusión por unidad de muestreo, es decir, por combinación entre estación y franja horaria. Las probabilidades de inclusión en la muestra provienen del diseño muestral generado para el estudio.

Como se mencionó en Informe de evasión en el componente troncal de Transmilenio 2022-II, los reemplazos en las entradas del script en relación con las estaciones fueron obtenidos luego de explorar las estaciones de reemplazo con mayor similitud. Esto de acuerdo con el total de validaciones y comportamiento estacionario diario dentro de una semana típica. En el caso de los reemplazos en las entradas del script en relación con las franjas horarias, desplazó la franja horaria en los horarios de operación de la estación; para los casos en que éste no tuviese diferencias sustanciales de horario, o en caso tal, midiendo la franja horaria en una estación de la muestra en la que sí hubiese operación.

Dentro del código de implementación de la estimación, suministrado como parte de los productos del estudio de la Universidad Nacional de Colombia, se agregó la opción de generar

estimaciones desagregadas por el acceso de la BCA de discapacidad para la medición del 2023-II. La ejecución del script se realizó desde un computador típico de escritorio con el software R v.4 y la librería survey.

4. RESULTADOS

Los resultados reportados, se generaron a partir de las franjas reportadas para cada uno de los sistemas de medición (Tabla 3).

Tabla 3. Información consolidada con corte al 22 de septiembre de 2023.

Medición	Franjas reportadas	% avance
Cámaras	483	100%
Campo	324	100%
SIDEST	819	100%
TOTAL	1626	100%

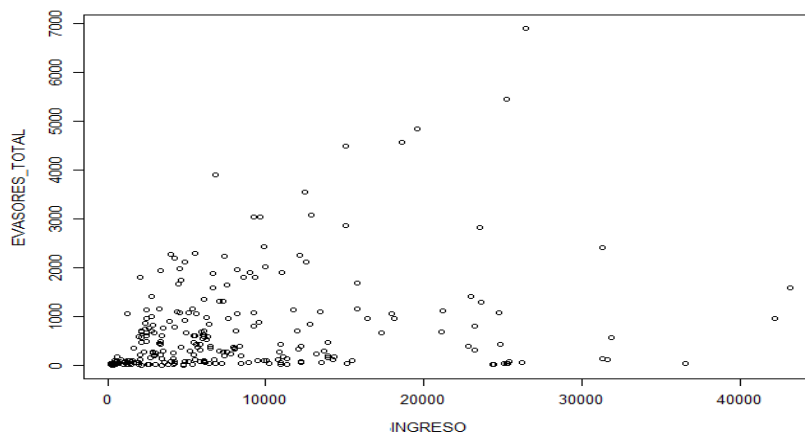
4.1 ANÁLISIS DE DATOS

Una vez se consolidó la base de registro de la evasión del componente troncal del Sistema, se procesaron, analizaron y presentaron los resultados de la medición discriminada por:

- Porcentaje de evasión global dentro del componente troncal para el periodo 2023-II
- Porcentaje de evasión discriminado por tipo de acceso (Torniquete, BCA discapacidad, evasión lateral – otros)
- Porcentaje de evasión discriminado por día de la semana
- Porcentaje de evasión discriminado por franja horaria (pico, transición, valle)
- Porcentaje de evasión discriminado por portal o estación
- Identificación de las líneas de operación con mayor evasión

Los que se describirán adelante con mayor detalle.

Figura 14. Número de ingresos contra evasores totales.

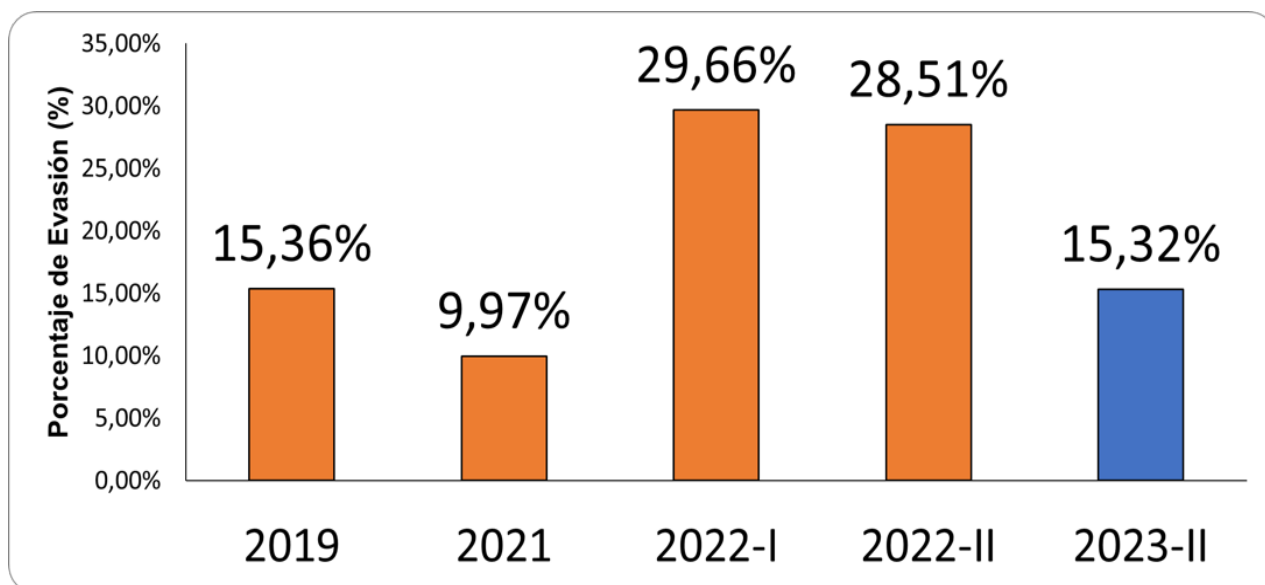


Evasión global dentro del componente troncal para el periodo 2023-II

Al analizar la cantidad de ingresos contra la cantidad de evasores (Figura 14), no existe una correlación lineal entre las variables, lo cual indica que la evasión no depende únicamente del factor ingresos y puede ser afectada por otras variables.

La estimación de la evasión del componente troncal del Sistema ha sido del 15,36% para el 2019, 9,97% para el periodo del 2021-II, 29,66% en el 2022-I y 28,51% para el periodo 2022-II. Para el periodo 2023-II el porcentaje de evasión es del 15,32% (Figura 15). El periodo evaluado (2023-II) se encontró entre el 14,28% y 16,35%, entre un intervalo de confianza del 95%.

Figura 15. Estimación de evasión Troncal



Se observó que del cien por ciento de la cifra del 15,32% de evasión, el 45,76% correspondió a ingresos sin validar el pasaje por los torniquetes de acceso (7,01%), seguido de los accesos laterales con 36,36% (5,57%), BCA-Discapacidad con 14,49% (2,22%) y otras entradas con 3,39% (0,52%).

Tabla 4. Evasión total

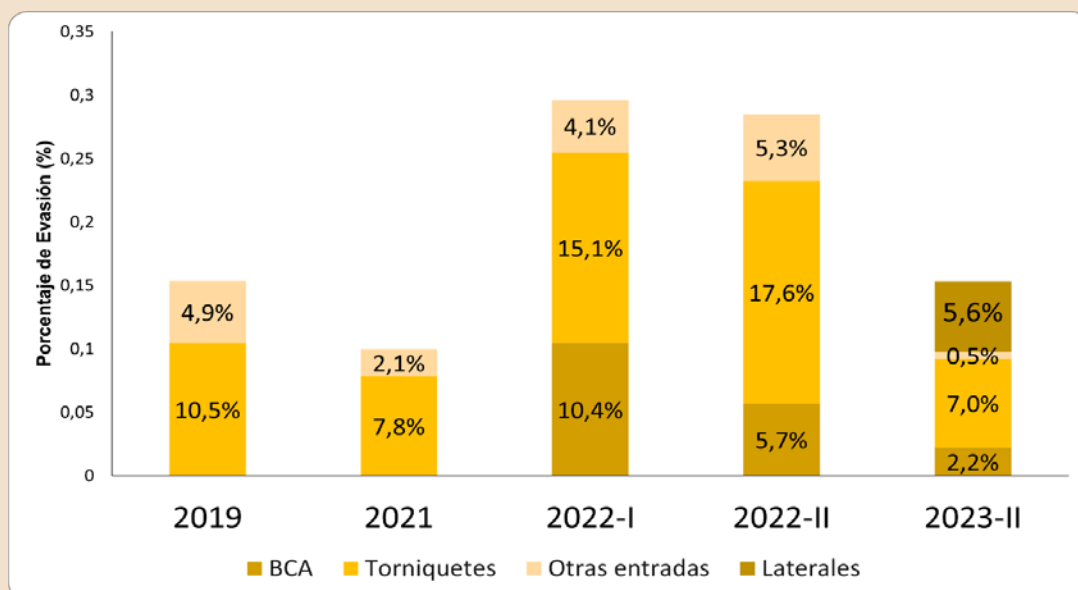
Evasión total	C.V	Limite Inferior	Limite Superior
15,32%	3,44	14,28%	16,35%

Porcentaje de evasión discriminado por tipo de acceso (Torniquete, BCA discapacidad, evasión lateral – otros)

La evasión, en su mayoría, es cometida a través de los torniquetes (7,01%), seguido de las puertas laterales (5,57%).

Tabla 5. Evasión diferenciada por tipo de ingreso

Tipo Ingreso	Evasión (División del 15.32%)	Evasión Relativa (división del 100% de la cifra oficial)
Torniquetes	7,01%	45,76%
BCA – Discapacidad	2,22%	14,49%
Laterales	5,57%	36,36%
Otras Entradas	0,52%	3,39%

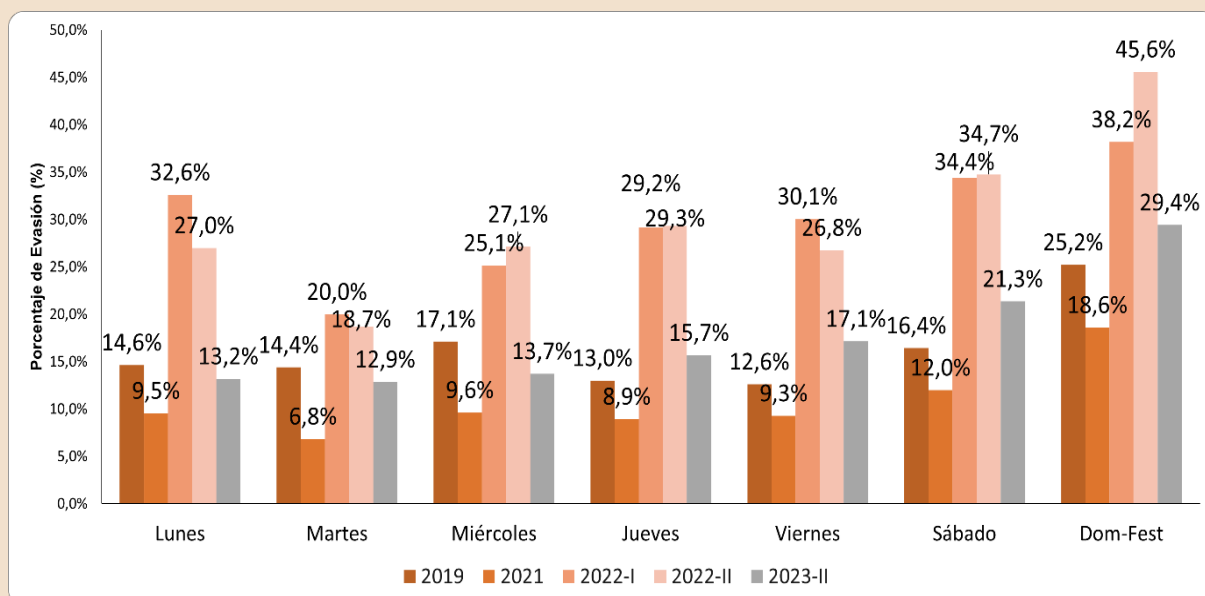


Porcentaje de evasión discriminado por día de la semana

En cuanto a los días de la semana, la mayor evasión se presentó los días domingos - festivos (29,41%) y sábados (21,34%), contribuyendo con 29,43% de la evasión total en el sistema troncal, mientras que en los días típicos de operación en la semana (lunes a viernes) el mayor porcentaje de evasión se presentó los viernes con 17,13%, seguido de los días jueves con 15,66%, los días lunes, martes y miércoles el porcentaje de evasión fue del 13,18%, 12,85% y 13,71% respectivamente.

Tabla 6. Evasión diferenciada por día

Día	Evasión	C.V	Lim. Inferior	Lim. Superior	Eva. Relativa	Evasión (división del 15.32%)
Domingo-Festivo	29,41%	5,03	26,51%	32,31%	12,69%	1,94%
Lunes	13,18%	15,60	9,15%	17,22%	14,02%	2,15%
Martes	12,85%	9,09	10,56%	15,14%	13,08%	2,01%
Miércoles	13,71%	8,67	11,37%	16,03%	14,10%	2,16%
Jueves	15,66%	8,57	13,03%	18,29%	13,08%	2,01%
Viernes	17,13%	8,01	14,44%	19,81%	16,29%	2,49%
Sábado	21,34%	5,74	18,94%	23,74%	16,74%	2,56%

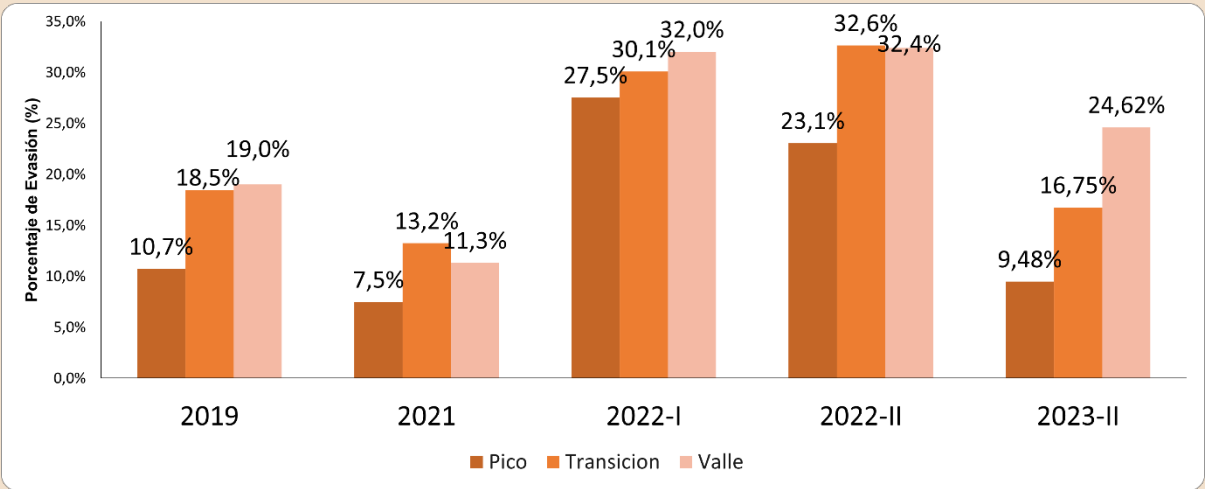


Porcentaje de evasión discriminado por franja horaria (pico, transición, valle)

La franja horaria con mayor evasión para el periodo 2023-II es la hora valle con el 39,75% de la evasión total, siendo el 24,62% de las entradas al componente troncal ingresos no validados en esta franja. Seguido de la hora pico donde representó el 34,38% de la evasión total siendo el 9,48% de los ingresos, entradas no validadas en la franja.

Tabla 7. Evasión diferenciada por franja horaria pico- transición y hora valle

Dominio	Evasión	C.V	Lim. Inferior	Lim. Superior	Eva. Relativa	Evasión (división del 15.32%)
Pico	9,48%	6,54	8,27%	10,7%	34,38%	5,27%
Transición	16,75%	5,67	14,88%	18,6%	25,87%	3,96%
Valle	24,62%	5,16	22,13%	27,11%	39,75%	6,09%

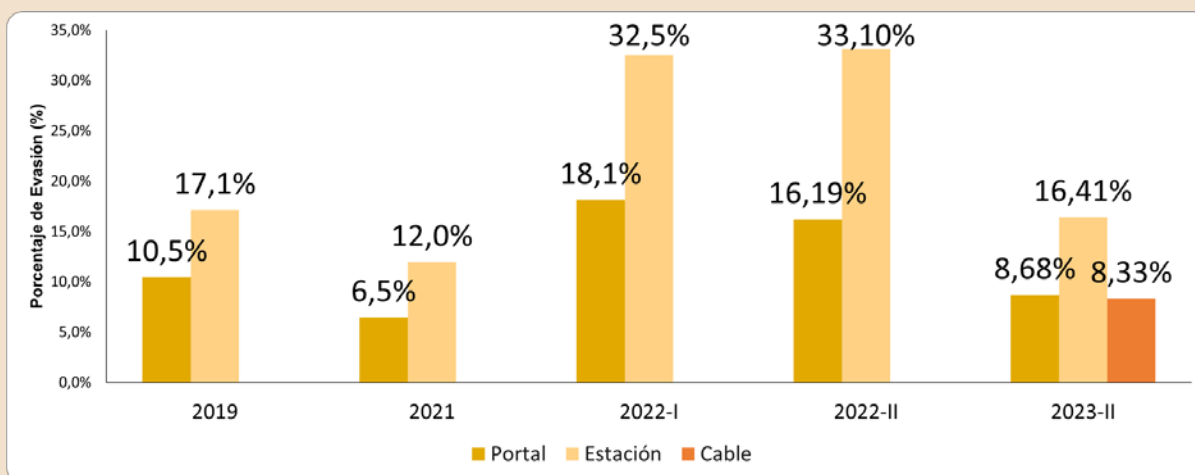


Porcentaje de evasión discriminado por portal o estación

Las estaciones del sistema troncal son las que mostraron la mayor tasa de evasión (16,41%) contribuyendo al 69,00% de la evasión total. los portales mostraron una evasión del 8,68%, siendo el 30,53% de la evasión total. Para la medición 2023-II se contempló la medición de las estaciones del cable arrojando que el 8,33% de las validaciones dentro del cable evade la validación de pago, aportando a la evasión total del sistema troncal el 0,47%.

Tabla 8. Evasión diferenciada por Estación Portal Cable

Dominio	Evasión	C.V	Lim. Inferior	Lim. Superior	Eva. Relativa	Evasión (división del 15.32%)
Estación	16,41%	3,71	15,22%	17,61%	69,00%	10,57%
Portal	8,68%	8,68	7,20%	10,10%	30,53%	4,68%
Cable	8,33%	18,13	5,37%	11,28%	0,47%	0,07%



Identificación de las líneas de operación con mayor evasión

Las líneas troncales con mayor evasión son la H (Caracas Sur), la J (Eje Ambiental), F (Américas) en la calle 13, con el 27,45%, 21,18% y 19,7% respectivamente. Se debe resaltar que la línea troncal H contribuye al 25,11% de la evasión total dentro del sistema, seguido por G (NQS SUR) con 16,30% y la línea F con el 13,69%.

Tabla 9. Evasión diferenciada por La línea de operación

Dominio	Evasión	CV	Min	Max	Evasión (división del 15.32%)
Américas	13,16%	11,81	10,11%	16,20%	1,64%
Américas – Calle13	28,68%	8,58	23,86%	33,50%	0,45%
Cable	6,16%	11,28	4,80%	7,53%	0,08%
Caracas	11,32%	9,66	9,17%	13,46%	2,51%

Caracas Sur	27,45%	5,08	24,72%	30,18%	3,84%
CL26	15,93%	12,26	12,10%	19,76%	0,63%
CL80	14,70%	10,49	11,68%	17,72%	0,47%
Eje ambiental	13,37%	15,14	9,40%	17,34%	0,47%
KR10	17,02%	7,14	14,64%	19,4%	1,67%
Norte	5,51%	11,15	4,31%	6,72%	0,46%
NQS Central	11,31%	17,82	7,36%	15,26%	0,10%
NQS Sur	15,74%	10,95	12,36%	19,12%	1,27%
NQS Sur - Soacha	14,70%	14,07	10,64%	18,78%	1,00%
Suba	11,42%	7,79	9,68%	13,17%	0,73%

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Los datos emanados de esta medición son la fotografía del momento de captura de los datos, es decir del mes de septiembre de 2023, mes típico de operación del Sistema (comportamiento normal de la demanda).
- Los resultados de esta medición muestran que gracias a las estrategias desplegadas del Plan Estratégico Anti-evasión no solo se logró revertir la tendencia al alza de la evasión del pago, sino mitigarla al punto de llevarla de nuevo a los niveles de la época pre-pandemia en la ciudad.
- Estrategias como la ampliación del equipo en vía para la prevención, contención y disuasión de evasores, el análisis más detallado de datos, así como la implementación de infraestructura dura (nuevas puertas automáticas), que han tenido un marcado fortalecimiento en el año 2023, han contribuido a la disminución de la evasión.
- La disminución de la evasión se puede explicar a partir de un enfoque integral del Sistema Seguro, en el que el despliegue territorial, la infraestructura, el análisis de datos, el control y fiscalización, y la cultura ciudadana junto con la comunicación estratégica, han dado frutos en la mitigación de la problemática.
 - En materia del Despliegue Territorial, se han ampliado los equipos (más de 3.900 personas) para ayudar a prevenir, generar pedagogía, contener, disuadir y controlar la evasión del pago, a saber, los Reguladores de Evasión, los Gestores de Convivencia TM, los guardas de seguridad, la Policía Nacional, e igualmente se han fortalecido las sinergias para mejorar la articulación de estos equipos en campo y la cobertura de presencia institucional en todos los portales y estaciones.
 - En relación con Infraestructura, entre febrero y septiembre de 2023 se instalaron nuevas puertas automáticas en 24 estaciones. Estas puertas han contribuido a

reducir en promedio el 70% de la evasión que se presenta por los accesos laterales. Adicionalmente se instalaron barreras perimetrales en 20 nuevos puntos de estaciones del Sistema, con lo cual se ayuda a disuadir el ingreso irregular lateral. En suma, en julio de 2023 se pusieron en operación Barreras de Control de Acceso tipo piso a techo y pasillo motorizado en las estaciones Héroes y Calle 22.

- En cuanto a Cultura Ciudadana y Comunicación, en el año 2023 se diseñó e implementó una complementariedad de estrategias entre el manejo más asertivo de redes sociales promoviendo los reportes ciudadanos y dando respuesta a los mismos; la presencia institucional en portales y estaciones haciendo sensibilización sobre la evasión del pago; la retoma de acciones de tipo preventivo y pedagógico con evasores del pago y con potenciales usuarios del Sistema en colegios, universidades, empresas, comunidades; así como la estrategia 50+ en la que se ha difundido el mensaje de que en cualquier momento y punto del Sistema se puede hacer fiscalización y verificación del medio de pago de ingreso a buses, estaciones y portales, y se ha procedido a aplicar controles y sanciones con la imposición de comparendos cuando se evidencia la evasión.
- Los resultados de esta medición reflejan las acciones implementadas en el año 2023, especialmente las que se han visto materializadas y ampliadas en cobertura durante el segundo semestre. Sin embargo, hay proyectos (especialmente de infraestructura) que están en curso y tendrán una puesta en marcha en el último trimestre del año, por lo tanto, se espera que su impacto se vea evidenciado en la o las mediciones que se hagan en el año 2024, especialmente hacia el 30 de junio de 2024, fecha de cierre del actual Plan Distrital de Desarrollo y, por ende, de las metas previstas en el mismo.
- Es importante que la próxima Administración mantenga en sus prioridades el sostenimiento, el fortalecimiento y la complementariedad de las acciones de las distintas líneas de trabajo del Plan Estratégico Antievasión, con el fin no solo de sostener los niveles de evasión del año 2023, sino de continuar con la tendencia hacia la reducción para llevar el fenómeno a corto y mediano plazo a niveles de un dígito.

Elaboró:

Diego González – Dirección Técnica de Seguridad

Johan Mena- Dirección Técnica de Seguridad

Kristell Quiroga – Dirección Técnica de Seguridad

Revisó y Aprobó:

Natalia Tinjacá Mora – Directora Técnica de Seguridad