



Barreras y oportunidades para la implementación de Inteligencia Artificial en el transporte público de Bogotá - Enfocado en el sistema de Transmilenio

Autores:

Juan Antonio Montoya Bonilla y Santiago Peralta Marulanda

Administración de Empresas Colegio de Estudios Superiores de Administración - CESA
Trabajo de Grado Bogotá
2025

Barreras y oportunidades para la implementación de Inteligencia Artificial en el transporte público de Bogotá - Enfocado en el sistema de Transmilenio

Autores:

Juan Antonio Montoya Bonilla y Santiago Peralta Marulanda

Tutor: Alvaro Fernando Moncada Nino

Administración de Empresas Colegio de Estudios Superiores de Administración - CESA
Trabajo de Grado Bogotá
2025

Tabla de Contenidos

Resumen	7
1. Introducción	7
1.1. Planteamiento Del Problema	9
1.2. Justificación de la investigación	12
1.3. Objetivos de la investigación	14
1.3.1. Objetivo general	14
1.3.2. Objetivos específicos	14
2. Revisión de la literatura	15
2.1. Costos de la implementación	16
2.3. Infraestructura tecnológica	21
3. Metodología de la investigación	27
3.1. Tipo y diseño de la investigación	27
3.2. Población y muestra	28
3.3. Instrumento de recolección de información	28
3.4. Procedimientos	28
4. Resultados	29
4.1 Factores Económicos y Financieros	30
4.2 Factores tecnológicos y operativos	36
4.3 Políticas gubernamentales y regulatorias en Colombia para la inteligencia artificial	42
4.4 Presupuesto	46
5. Conclusiones	48
5.1 Factores Económicos y Financieros	50
5.2 Factores tecnológicos y operativos	50
5.3 Políticas gubernamentales y regulatorias en Colombia para la inteligencia artificial	51
5.4 Presupuesto	51
6. Recomendaciones	52
6.1 Establecer un marco de políticas públicas favorables e incentivos gubernamentales	52
6.2 Modernizar la infraestructura tecnológica de TransMilenio (buses y estaciones)	53
6.3 Formar talento técnico especializado en la IA aplicada al transporte	53
6.4 Iniciar en ubicaciones y sistemas clave lanzando proyectos piloto	54
Referencias	

Índice de Tablas

Tabla 1	Propuesta de presupuesto para la implementación de IA en TransMilenio	57
----------------	---	-----------

Tabla de Figuras

Figura 1: Datos estructurados, cómo aporte al Big Data (Corporación Universitaria Remington, 2023)	13
Ilustración 2: Gráfica de documentos publicados por país en relación con el grado de adopción de la IA	21
Ilustración 3 Gráfica de documentos publicados por afiliación	22
Ilustración 4 Gráfica de documentos publicados por autor	22
Ilustración 5 Relación entre variable predictora y variable de resultado (BC Campus, 2020)....	29
Ilustración 6 Presupuesto estimado realizado por Inteligencia Artificial (Chat GPT)	39
Ilustración 7 “Nivel de conocimiento de inteligencia artificial” encuesta	42
Ilustración 8 “Actitud hacia la adopción de IA en su empresa” encuesta	43
Ilustración 9 “¿Su empresa utiliza soluciones de IA en sus operaciones?” encuesta.....	44
Ilustración 10 : Respuesta a “¿Se tiene la infraestructura tecnológica para la implementación de la IA?”, encuesta siendo 1 nada de infraestructura y 5 una infraestructura completa	45
Ilustración 11: Respuesta a “¿Su personal está capacitado para trabajar con IA?”, encuesta siendo 1 no y 5 absolutamente	46
Ilustración 12 Respuesta a “Proporción de incentivos por parte del gobierno” encuesta	47
Ilustración 13 Respuesta a “Regulaciones gubernamentales”	49
Ilustración 14 Respuesta a “Políticas gubernamentales” encuesta siendo 1 desacuerdo y 5 muy de acuerdo	50

Tabla de Anexos

Anexo 1 Encuesta	67
Anexo 2 Derecho de petición	68
Anexo 3 Respuesta derecho de petición	70
Anexo 4 Transcripción de la entrevista a Paula Gonzalez - CEO de copiloto.....	71
Anexo 5 Transcripción de la entrevista Mateo Rabbal de coltanques.....	73

Resumen

En la última década, vemos que las diferentes protestas sociales en los países en desarrollo, se basan sobre todo en las inequidades sociales, resaltando particularmente Colombia, se desenvuelven basándose en inequidades del sector de transporte. Esto ha llevado a diferentes entidades a buscar cambiar el modelo de transporte para que sea más efectivo y transparente. Una de las ideas que se ha planteado es que se usó la Inteligencia Artificial (IA) para lograr este objetivo; sin embargo, vemos que hay muchos obstáculos que no nos permiten llegar al nivel de un país desarrollado.

En este trabajo se intentará explicar factores determinantes que influyen en la adopción de la inteligencia artificial en el sector del transporte masivo en Colombia, utilizando las variables de costos de implementación, grado de adopción en empresas y nivel de infraestructura tecnológica. Se analizarán a través del método de investigación correlacional con entrevistas a gerentes, directores de tecnología y otros responsables en empresas de transporte en Colombia; intentando comprobar la hipótesis: los altos costos y la infraestructura insuficiente son los principales obstáculos que limitan la adopción de IA en el sector transporte en Colombia y que el nivel de adopción de IA en otras empresas del sector y el apoyo gubernamental son factores que pueden incentivar esta adopción, siempre que los costos y la infraestructura estén en niveles adecuados.

Palabras clave: Transporte, Inteligencia Artificial, Costos, Política, Colombia

1. Introducción

Los avances tecnológicos han aumentado exponencialmente en las últimas décadas, lo que plantea una posición muy preocupante en cuanto a los trabajos de labor humana y su futuro. Ya sea para la innovación financiera o con fines educativos, la inteligencia artificial parece estar

consumiendo cada vez más nuestras vidas diarias, cambiando nuestras reacciones cuando estamos expuestos a ciertas actividades. Por ejemplo, algo tan simple como la memoria se ve ahora comprometido, ya que los estudiantes se están acostumbrando a que la información siempre estará disponible en sus teléfonos móviles; por lo tanto, el acto de tomar fotos para retener información está reemplazando la comprensión y la memorización de la misma. Esta idea también se demuestra en el comercial de Google del Super Bowl del año pasado, en el cual se muestra cómo la IA se usa para ayudar a un personaje (que parece ser una persona mayor con cierto nivel de pérdida de memoria) a recordar eventos importantes y detalles sobre su esposa, con un alto componente emocional. En estos dos escenarios podemos ver el amplio espectro de la IA y cómo podría apoderarse de una de las funciones básicas de los humanos, que es la memoria. Al respecto, ha habido varios debates sobre dónde trazar la línea entre la IA y los humanos y sobre todo los cambios que sufriría la economía, si la IA continúa reemplazando la mano de obra humana.

Año tras año, la IA se ha convertido en un gran avance tecnológico y ha logrado reemplazar varios empleos en diferentes industrias, incluyendo la computación, fabricación y líneas de ensamblaje en fábricas. John Maynard Keynes, un economista comprometido, escribió un artículo sobre esta era emergente en la que la IA ha empezado a envolver nuestra economía. Keynes habla de los defectos anteriores y actuales en nuestra economía en relación con el desempleo desde que la tecnología comenzó a ocupar un lugar tan importante en nuestro mundo moderno. “El desempleo en Italia alcanza el 13,2%, con un aumento del 40% entre los jóvenes; otros países no están en una mejor situación” (Folgeri, 2016). Esto da una perspectiva sobre algunas de las conclusiones obtenidas de estudios previos sobre el impacto de los empleos en nuestra economía global, lo cual ha perjudicado nuestra economía de diversas maneras. Varios estudios han mostrado que las personas eligen sus empleos no porque les importe su felicidad y

satisfacción en el trabajo, sino principalmente por el dinero que podrían ganar para mantener a sus familias (Beard, 2016). Esto crea algunas de las necesidades tecnológicas que los humanos desean; muchos trabajadores de fábrica están descontentos con su ocupación actual y carecen de la motivación necesaria para cualquier tipo de trabajo. Es por eso que las empresas suelen utilizar robots para realizar el trabajo de manera más eficiente y rápida. Eso aplica también al sector de transporte, sobre todo en los países no desarrollados, que buscan optimizar los recursos en esta área. Este documento se enfocará en analizar los factores determinantes que influyen en la adopción de la inteligencia artificial en el sector del transporte masivo en Colombia.

1.1. Planteamiento Del Problema

En la última década, vemos que las diferentes protestas sociales en los países en desarrollo, se basan sobre todo en las inequidades sociales, resaltando particularmente Colombia, se desenvuelven basándose en inequidades del sector de transporte. El mejor ejemplo es el paro de septiembre del 2024, en donde los bloqueos de la vía nacionales y en los sectores urbanos generaron pérdidas estimadas en 30 mil millones de pesos diarios (Miranda, 2024). Esto no solo afectó este sector, si no que también se extrapoló a otros sectores clave como el comercio, la industria y la gastronomía, lo cual representó el 4,3% del Producto Interno Bruto (PIB) de un día en la capital (Miranda, 2024). Pero exactamente, ¿qué buscaban los trabajadores de este sector con el paro? Muchos protestaban sobre el precio del diésel, ya que el precio nacional tenía una diferencia significativa con el precio internacional; otros, como los conductores de transportes privados urbanos, luchaban en contra de las aplicaciones que podrían reducir su clientela. El problema recae en que estas protestas que generan tantas pérdidas se repiten múltiples veces en el año; un informe de Colfecar revela que entre enero y abril de 2024 se han registrado 212 bloqueos en las vías nacionales por comunidades inconformes en todo el territorio nacional, lo que implica pérdidas acumuladas de 1,1 billones de pesos (Quiroga, 2024). Cada vez se genera

un retraso en la economía del cual no es fácil recuperarse, “El paro puede tener un efecto significativo para la recuperación del crecimiento económico... puede tener un impacto en la inflación, en el aumento general de precios... los mayores afectados siempre serán la ciudadanía y en este caso los hogares de ingresos más bajos”, cómo lo explicó María del Pilar López, secretaria Distrital de Desarrollo Económico (Suarez, 2024).

Estas situaciones ponen a los diferentes economistas y políticos del país a analizar el sistema de transporte, uno de ellos fue Jorge Estela, un experto de la Pontificia Universidad Javeriana, quien indicó que se debe pensar todo el sistema de transporte (Martinez, 2024). Estela justifica esta idea por el hecho que el 95% de la mercancía en Colombia se transporta por camión, el ferrocarril se dejó de usar por la geografía del país; sin embargo, tener el monopolio del comercio con solo un método de transporte hace que sea “un sistema frágil e inestable” (Martinez, 2024) y que se generen tantas pérdidas con cada paro nacional (Martinez, 2024). Como solución, Estela plantea cambiar los temas estructurales, por ejemplo, pasarnos a un método de transporte con menor energía, cómo lo es el tren eléctrico utilizado en países desarrollados como Japón y China. Explica que en esta ocasión nuestra geografía servirá a nuestro favor, ya que tenemos múltiples ríos caudalosos, “2/3 partes de la electricidad se generan hidroeléctricamente con unas emisiones de dióxido de carbono muy bajas” (Martinez, 2024), y por ende deberíamos aprovechar más este tipo de energía. Para generar este tipo de cambio sería de gran ayuda la implementación de Inteligencia Artificial, que nos permite generar este tipo de cambios de manera sostenible.

Más allá de la importancia de variar nuestros métodos de transporte, Estela toca un tema de suma importancia y es la de generar energía sostenible (2024). Durante los últimos años esa ha sido la meta más clara de los países desarrollados, continuar con la economía, cuidando el

medio ambiente; la mayoría lo han logrado implementando la IA. Esto lo discute Molina en su artículo, “Implementación de una plataforma tecnológica para la vinculación de actores de transporte de carga terrestre alcanzando eficiencia energética y ambiental en Colombia” (2024), en el cual explica qué en el país no existe un marketplace que integre a los actores mediante la contratación digital directa con trazabilidad de las operaciones en tiempo real. Esto lleva a las prácticas ineficientes y deshonestas, “se estimó que se realizaron 8,4 millones de viajes, de los cuales aproximadamente 4,7 millones fueron vacíos” (Molina, 2024). Generando esta tecnología no solo se fortalece la economía del país, sino que también nos pone a un nivel de competencia más alto a nivel mundial.

Más allá de eso, Molina explica qué esta falta de información, no permite que los conductores tengan retroalimentación sobre la manera en la que conducen. Con esto entramos al último punto que resalta la importancia de la IA en el sector de transporte en Colombia. En los últimos años, se ha visto el incremento de la ilegalidad de pasajeros, sobre todo en las motocicletas, lo cual genera altos índices de accidentalidad y mortalidad (Valencia, 2022). Se realizó un estudio en una de las capitales del país en el cual se utilizó un sistema de IA que ayudó a los oficiales de tránsito a buscar activamente tres tipos de infracciones: no usar casco de protección; circular por zonas prohibidas; transportar parrillero en lugares donde no está permitido (Valencia, 2022). En este se encontró que este sistema tenía una precisión de 87.5% en la detección de infracciones, mostrando la importancia de utilizar estas tecnologías como una herramienta que no solo nos permite asegurar las vidas de los conductores, sino también evitar irregularidades.

Vemos que el sector de transporte en Colombia, sobre todo en la ciudad de Bogotá, que tiene gran cantidad de vehículos y de salida y entrada de camiones; tiene muchas fallencias que

podrían solucionarse con una adecuada implementación de la IA, es por esto que buscamos identificar las barreras que no permiten que esto se solucione. Específicamente vemos que a pesar de que hay evidencia que nos arroja a pensar que el uso de peajes electrónicos generaron un ahorro de dos salarios mínimos actualmente y 10 salarios mínimos en 20 años (Herrera, 2014); no contamos con la tecnología para implementarlos de manera masiva ni con la educación a la población para su utilización (Herrera, 2014). Las principales barreras que encontramos para la implementación de la IA en el sector de transporte en Bogotá son: la falta de infraestructura, la falta de economía y la falta de grado de adopción.

1.2. Justificación de la investigación

Cómo se mencionó anteriormente utilizar la inteligencia artificial en el sector de transporte, sobre todo en nuestro país, sería algo que beneficiará positivamente la economía y la seguridad vial. Sin embargo, cómo lo explicó Jorge Estela el gobierno Colombiano está discutiendo esta posibilidad del cambio; “Llevamos 70 años de atraso, y eso no se va a resolver ni siquiera en una sola década, pues requeriría una política de Estado, una política que trascienda los gobiernos para favorecer el transporte ferroviario. En todo este contexto, yo no veo que las autoridades estén promoviendo esta idea” (Martinez, 2024). Para lograr el cambio es de vital importancia identificar qué factores están afectando la implementación de la IA para ayudar a generar estos cambios.

Más allá de entender estos factores, está la importancia de lograr implementarlos y cambiarlos una vez se identifiquen. Por ejemplo, Nancy Ochoa, investigadora de la Corporación Universitaria Remington publica un artículo en el cual explica que en los últimos años, debido al crecimiento poblacional de ciudades como Bogotá, “se exige una demanda de aporte a la proyección de sistemas inteligentes de transporte públicos y privados” (2023). Por ende, ella

realizó una investigación cualitativa y cuantitativa de los datos de contenido de la estructura organizada de la Secretaría Distrital de Movilidad en Bogotá, encontrando brechas y vacíos importantes. Esto lo realizó utilizando “Big Data”, que se basa en una técnica que recopila y analiza datos masivos y da soluciones complejas, en este caso se resume en los siguientes ítems (Figura 1):



Figura 1: Datos estructurados, cómo aporte al Big Data (Corporación Universitaria Remington, 2023)

Ochoa logró establecer algoritmos de aprendizaje en un modelo específico, en donde identificó “indicadores como: datos globales, demanda accidental, comportamiento de la carga urbana, caracterización sobre el uso del transporte privado, la percepción de calidad del servicio, cubrimientos y aspectos del transporte público colectivo entre otros, generados por los mismos transportistas por medio de sus dispositivos y periféricos electrónicos, visualizando con gran preocupación que todas presentan un alto porcentaje de errores” (2023). Identificando que existen errores en la IA que ya se está implementando en el país, se debe hacer un análisis más profundo de por qué se están generando estos errores y de esta manera hacer una proyección de los beneficios económicos y sociales, si se logra implementar de manera eficiente. Sin embargo, nada de esto es posible, si no se determinan los factores base que influyen en la adopción de estos sistemas.

Colombia necesita contar con servicios de transporte oportunos, seguros y confiables, lo cual se puede alcanzar utilizando en gran medida la IA, cómo se ha visto en los países desarrollados. Por lo anterior es importante resaltar qué factores determinan la aplicación de la tecnología en este sector, qué lo frena y qué lo promueve para lograr generar cambios.

Pregunta de Investigación: ¿Cuáles son las principales barreras que ha tenido la implementación de la inteligencia artificial (IA) en Bogotá?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Identificar y analizar los factores determinantes que influyen en la adopción de la inteligencia artificial en el sector del transporte en Bogotá, con el fin de comprender las barreras y facilitadores en su implementación para optimizar la eficiencia, seguridad y sostenibilidad en este sector. Con el fin de llegar a un presupuesto de implementación para el sistema de TransMilenio.

1.3.2. Objetivos específicos

- Analizar el impacto de los factores económicos y financieros, como los costos de implementación y el retorno de inversión, en la adopción de la inteligencia artificial en el sector del transporte en Bogotá.
- Evaluar los factores tecnológicos y operativos que afectan la integración de soluciones de inteligencia artificial, incluyendo la infraestructura tecnológica y las capacidades técnicas de los operadores y personal del sector.
- Examinar el rol de las políticas gubernamentales y regulatorias en Colombia para la adopción de la inteligencia artificial en el transporte, incluyendo incentivos, normativas y apoyo estatal.

- Crear un presupuesto creado con base en la información recolectada tanto en las encuestas cómo lo encontrado en las páginas públicas del gobierno.

El trabajo de grado está estructurado para que sea específico, medible, alcanzable, relevante y en un tiempo definido y para asegurar que cada objetivo sea claro y enfocado. Inicialmente, se hace un análisis comprensivo de los factores económicos que afectan (positiva y negativamente) la implementación de la inteligencia artificial en Colombia. Esto se realizó basado en la información disponible sobre costos para generar una evaluación cuantificable. En segundo lugar, se evaluará de manera analítica los factores tecnológicos, que limitan la implementación de la IA; se medirá la capacidad operativa y la visión de la infraestructura tecnológica. Finalmente, se realizó un análisis relevante y actualizado de las políticas que rigen en este momento la implementación de la IA en el sector de transporte, lo cual limita el grado de adopción de esta tecnología.

2. Revisión de la literatura

Siguiendo los objetivos del trabajo de grado, se analizaron las siguientes variables: costos de la implementación de la inteligencia artificial, grado de adopción de la inteligencia artificial e infraestructura tecnológica. Se escogieron estas variables ya que son de suma importancia para iniciar el enfoque de la pregunta de investigación. Se debe averiguar si la implementación de esto es económicamente viable, con qué tecnología se cuenta en este momento y qué tanto estamos dispuestos a adoptar.

El análisis de publicaciones en Scopus sobre los Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) muestra que los estudios comenzaron a ganar atención desde el 2002, con artículos importantes publicados en revistas especializadas como "Revista de Obras Públicas" y

"Carreteras." Los primeros documentos resaltan el desarrollo de tecnologías enfocadas en mejorar la eficiencia y la seguridad en el transporte. En 2005 y 2006, se publicaron artículos que presentaban avances en tecnologías inteligentes aplicadas a la infraestructura vial, como el control de infracciones y la detección de matrículas. Las publicaciones más recientes, como en 2020, siguen explorando cómo estas tecnologías se pueden usar para mejorar la seguridad, especialmente en áreas urbanas con alta densidad de tráfico. Los principales autores y grupos de investigación involucrados provienen de España y América Latina, destacando nombres como Alfredo Escribá Gallego y Fuencisla Sancho Gómez, quienes han aportado en el desarrollo de estas tecnologías a través de diferentes publicaciones académicas. Este conjunto de publicaciones muestra una progresión gradual en el desarrollo e implementación de los ITS, especialmente en países que están tratando de modernizar su infraestructura vial y mejorar la seguridad (2024).

2.1. Costos de la implementación

A medida que crece la IA y demuestra sus beneficios, muchas personas asumen de manera inmediata que esta es la mejor opción para solucionar problemas. Sin embargo, no siempre es evidente que el éxito en estas métricas se traduzca directamente en mejoras en las métricas comerciales, como el aumento de ingresos, flujo de caja y beneficios. A medida que se siguen proponiendo más proyectos de IA (costosos), impulsados tanto por presiones internas como externas, los líderes empresariales se enfrentan a la necesidad de medir el retorno de inversión (ROI) de estos proyectos o de realizar una valoración rigurosa de los mismos (Kejriwal, 2023). En parte, el problema surge porque la IA puede ser difícil de implementar correctamente y, al igual que muchas tecnologías emergentes, los beneficios pueden no ser inmediatos o directos. A partir de esto los investigadores analizaron los desafíos de implementar sistemas de IA prácticos, muchos de los cuales derivan de problemas relacionados con la

adquisición y calidad de los datos, seguido de una exploración detallada de las pautas y principios para medir el ROI y valorar objetivamente los proyectos de IA (Kejriwal, 2023).

El costo de implementación se refiere a la inversión económica que una organización o entidad debe realizar para adoptar IA, incluyendo costos iniciales, operativos y de mantenimiento. Los estudios recientes indican que este es uno de los factores más restrictivos para la adopción de IA en el sector transporte, particularmente en países en desarrollo, donde los altos costos pueden superar los beneficios a corto plazo. Desde la perspectiva de la teoría de costos y beneficios, las organizaciones comparan los costos de implementación con los beneficios esperados, y los altos costos iniciales pueden retrasar o detener la adopción. Los investigadores coinciden en que los incentivos gubernamentales y las asociaciones públicoprivadas pueden ser necesarios para superar esta barrera (Abduljabbar et al., 2019; Tselentis et al., 2023).

El costo de la implementación de la IA ha sido sobre todo evaluada en contextos cómo la medicina. En este caso, se hace énfasis en qué a raíz de la implementación de la IA en uno de los sectores de la medicina, cómo es la radiología, sectores menos propensos (cómo la patología) a utilizarla ya han ampliado el camino para buscar cómo utilizarla a su favor (Ahmad, 2021). Los investigadores insisten en qué al utilizar la IA se ha logrado aumentar la calidad de los servicios prestados a los pacientes y democratizar la experiencia y la sabiduría a los más necesitados. Explican qué el costo de la implementación es una inversión para mejorar la salud poblacional (Ahmad, 2021). Otros estudios han demostrado que, a pesar de qué la inversión puede ser elevada en un inicio; la implementación de la inteligencia artificial en el sector de la salud podría generar ahorros significativos. Varios estudios sugieren que estos ahorros podrían oscilar entre 200.000 millones y 360.000 millones de dólares solo en los Estados Unidos (Alnasser, 2023). En

este caso vemos qué los costos de la implementación son una ganancia a largo plazo en cuanto a la parte económica, pero también una ganancia en cuanto a la problemática social, qué se está solucionando de manera más eficaz.

La adopción de la IA en el sector del transporte está fuertemente influenciada por los costos asociados. Estos incluyen gastos de adquisición, implementación y mantenimiento. En países en desarrollo, como Colombia, este factor se convierte en un reto importante, pues los altos costos iniciales suelen superar los beneficios a corto plazo, frenando la adopción. Según estudios recientes, muchas organizaciones del sector del transporte no pueden costear las inversiones necesarias para implementar IA sin apoyo externo. Por ejemplo, Abdul Jabbar et al. (2019) señalan que los incentivos gubernamentales y asociaciones público-privadas son esenciales para superar esta barrera, ya que las empresas, por sí solas, no suelen contar con los recursos suficientes para afrontar dichos costos. Esta perspectiva se apoya en la teoría de costos y beneficios, la cual sugiere que las organizaciones comparan los costos iniciales con los beneficios esperados, y si los costos superan los beneficios, la adopción es significativamente retrasada (Tselentis et al., 2023).

2.2. Grado de adopción de la IA en el transporte

Mide el nivel en el que las tecnologías de IA se implementan y utilizan en el sector. Se evalúa a través de indicadores como el número de empresas que han adoptado IA, el porcentaje de procesos automatizados, y su impacto en la eficiencia operativa y la seguridad. En estudios recientes, esta variable ha sido usada para evaluar la incorporación de sistemas de tráfico inteligente, vehículos autónomos y optimización logística (Abduljabbar et al., 2019; Tselentis et al., 2023). La teoría de la difusión de innovaciones de Rogers (1962) respalda esta variable, argumentando que la adopción depende de factores como la infraestructura disponible y la aceptación social. Los investigadores interpretan que un mayor grado de adopción de IA está

asociado con mejoras significativas en la eficiencia y seguridad del transporte, mientras que una baja adopción refleja la existencia de barreras, como altos costos o falta de infraestructura (Jevinger et al., 2024; Nikitas et al., 2020).

El grado de adopción de la IA en el sector del transporte se mide a través de indicadores como el número de empresas que han implementado estas tecnologías y el impacto que estas tienen en la eficiencia operativa y la seguridad. La teoría de la difusión de innovaciones de Rogers (1962) apoya esta variable, indicando que la adopción depende de varios factores, entre los que se encuentran la infraestructura tecnológica y la aceptación social. Los estudios recientes subrayan que, en los casos donde la IA ha sido ampliamente adoptada, se han observado mejoras significativas en la eficiencia de los sistemas de transporte y una reducción considerable en los costos operativos. Por ejemplo, Javinger et al (2024). Demostraron que la implementación de IA en sistemas de tráfico inteligente y vehículos autónomos ha mejorado la seguridad y la optimización de rutas. Sin embargo, una adopción baja de estas tecnologías suele ser una señal de que existen barreras importantes, como los costos mencionados anteriormente o la falta de infraestructura adecuada.

Utilizando el análisis de publicaciones en Scopus sobre los Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS), logramos analizar. Los países que lideran la publicación sobre los sistemas inteligentes de transportes son Colombia (2 documentos), México (1 documento) y España (1 documento). Vemos, sin embargo, que un gran porcentaje de los documentos provienen de países indefinidos (3 documentos), lo cual se podría atribuir a la falta de investigaciones sobre esta tecnología, ya que se puede considerar una tecnología joven. Hasta el día de hoy apenas se está empezando a implementar para lograr ver el alcance tanto en zonas urbanas como en rurales. Logramos ver que Colombia es pionero en la implementación de esto, ya que tiene una alta tasa de accidentes y de irregularidades automovilísticas, por lo cual el gobierno le ha dado una oportunidad a utilizar tecnologías (Valencia, 2020).

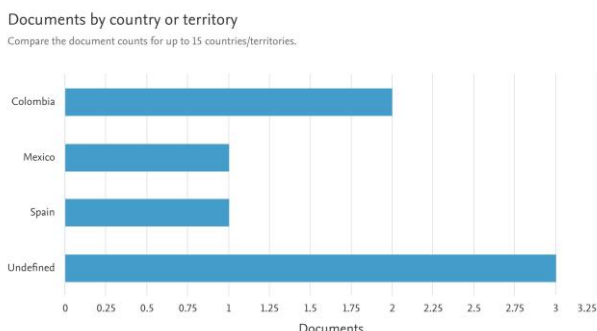


Ilustración 2 Gráfica de documentos publicados por país en relación con el grado de adopción de la IA

En cuánto a las instituciones qué publican evidencia sobre este tema, las lideran las entidades gubernamentales y educativas de España (1 publicación), México (1 publicación) y Colombia (3 publicaciones). Se podría correlacionar con las fechas de publicación, teniendo a España, como país desarrollado y pionero en implementar su tecnología en países tercermundistas cómo Tailandia. Posteriormente, siguen instituciones en países con una alta tasa de vehículos y tráfico, por lo cual las entidades del gobierno se benefician de conocer esta tecnología y sus alcances (Gallego, 2005) (Figura 3). Más allá de esto, aunque no se destaca ningún investigador en la gráfica, se mantiene la tendencia de investigadores colombianos, 2 autores de la EAFIT, 1 autor de la Universidad de Antioquia y 1 de la Institución Universitaria Pascual Bravo . Sin embargo, con más fuerza, siendo el pionero de la tecnología se encuentra el autor español Alfredo Gallego, el cual es parte de la compañía internacional Telvent, qué se ha logrado implementar en países cómo Estados Unidos (Gallego, 2005) (Figura 4). En Colombia, los esfuerzos están centrados en instituciones como la Universidad de Antioquia y EAFIT, donde los investigadores están aplicando estas tecnologías en ciudades como Medellín.

Documents by affiliation

Compare the document counts for up to 15 affiliations.

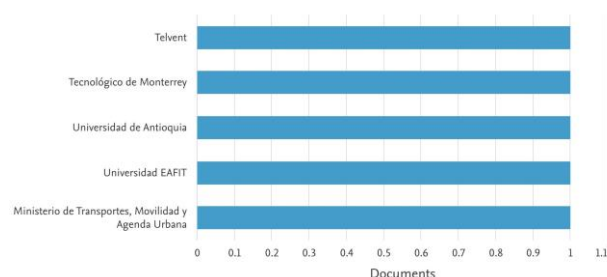


Ilustración 3 Gráfica de documentos publicados por afiliación

Documents by author

Compare the document counts for up to 15 authors.

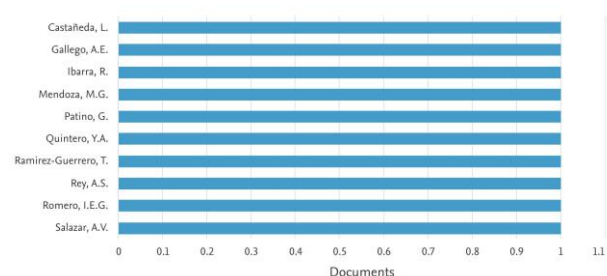


Ilustración 4 Gráfica de documentos publicados por autor

2.3. Infraestructura tecnológica

La infraestructura tecnológica es esencial para la adopción de la IA, ya que abarca el hardware, software, redes y sistemas que permiten la implementación y operación de nuevas tecnologías. En los últimos años, esta variable ha sido crucial para la adopción de IA en transporte, especialmente en sistemas de gestión del tráfico y vehículos autónomos, donde la capacidad de procesar datos en tiempo real es vital. Esta variable se relaciona con la teoría de la difusión de innovaciones, la cual sugiere que la infraestructura adecuada es un prerequisite para la adopción de nuevas tecnologías. Los investigadores coinciden en que una infraestructura deficiente ralentiza significativamente la adopción de IA, ya que las organizaciones necesitan sistemas robustos para manejar la gran cantidad de datos y procesos que la IA requiere (Abduljabbar et al., 2019; Nikitas et al., 2020).

La infraestructura tecnológica adecuada es un prerequisite fundamental para la adopción de IA en el sector del transporte. Esto incluye hardware, software, redes y sistemas que faciliten

la implementación y operación de tecnologías avanzadas. La capacidad de procesar grandes cantidades de datos en tiempo real es esencial en aplicaciones de IA como la gestión del tráfico y los vehículos autónomos. Nikitas et al (2020). sostienen que en los países donde la infraestructura tecnológica es insuficiente, la adopción de la IA es notablemente más lenta, ya que las organizaciones no pueden manejar las demandas técnicas de estas tecnologías sin sistemas robustos que soporten su implementación. Así, la falta de inversión en infraestructura actúa como una barrera crítica que limita el potencial de la IA para transformar el sector del transporte.

En cuanto al transporte analizamos dos partes claves, sistema de alerta de coalición y Vehículos conectados y comunicaciones V2X. El análisis de publicaciones en Scopus sobre "Collision Warning Systems" revela una creciente atención en los últimos años, con estudios recientes centrados en la integración de tecnologías avanzadas como la predicción de amenazas en tiempo real y algoritmos adaptativos para mejorar la seguridad vehicular. Investigaciones como las de Wang et al (2023). destacan el desarrollo de sistemas de alerta temprana en zonas de trabajo en carreteras, mientras que otros estudios exploran la aplicación de estas tecnologías en vehículos inteligentes y sistemas de transporte autónomos. La mayoría de las publicaciones provienen de fuentes especializadas en prevención de accidentes y tecnología vehicular, indicando un enfoque claro en mejorar la seguridad en diversas condiciones de conducción. Como líderes en esta tecnología tenemos a los países China y Estados Unidos, los cuales también son referentes a nivel mundial en fabricación de automóviles. El primer puesto lo ocupa China con 6038 documentos, seguida por Estados Unidos con 5746 documentos y en menor proporción el tercer lugar está Alemania con 1426 documentos. Los tres son países desarrollados con alta exportación de vehículos, los cuales han ido aumentando su tecnología para mayor seguridad y automatización. Vemos que el resto de países que publican (el último, siendo Italia, con 725)

tienen una alta capacidad en desarrollo de tecnologías y manufactura, les permiten innovaciones y avances en los sistemas de alerta de colisión (Scopus, 2024).

El análisis de VOSviewer para los sistemas de alerta de colisión muestra que la investigación se centra en varios aspectos clave, como la "collision avoidance" (evitación de colisiones) y "alarm systems" (sistemas de alarma). Estos términos sugieren un enfoque fuerte en el desarrollo de tecnologías que ayuden a prevenir accidentes mediante alertas tempranas y automatización.

También se destacan términos como "automobile drivers" y "reaction time", lo que indica que parte de la investigación está dirigida a mejorar la interacción entre los conductores y estos sistemas, buscando optimizar el tiempo de respuesta humana ante posibles peligros (Avedisov, 2021). Además, la conectividad entre vehículos y la precisión en la detección de objetos son áreas cruciales, como lo muestran las conexiones con términos como "object detection", "cameras" y "vehicles". Esto sugiere que los sistemas de alerta de colisión no solo se enfocan en evitar accidentes, sino también en mejorar la comunicación y la tecnología de sensores en los vehículos para lograr un entorno de conducción más seguro y conectado (Avedisov, 2021). Los sistemas de alerta de colisión se apoyan en tecnologías avanzadas como los radares automotores y las cámaras de detección a distancia, que son esenciales para prevenir accidentes. Estos sistemas incluyen tecnologías como el "Forward Collision Warning" (advertencia de colisión frontal), que ayuda a detectar y reaccionar ante posibles colisiones antes de que ocurran. Además, los algoritmos de detección de objetos son fundamentales para mejorar la precisión y la rapidez con la que los sistemas pueden identificar peligros en la carretera (Avedisov, 2021).

El análisis de publicaciones en Scopus sobre "Vehículos Conectados y Comunicaciones V2X" muestra una creciente atención en la investigación de esta tecnología, con estudios recientes que abordan diversos aspectos como el seguimiento de vehículos basado en IoT, control adaptativo de eventos, y el uso de aprendizaje profundo para mejorar la seguridad en

comunicaciones de emergencia (Todisco, 2024). Las publicaciones provienen de fuentes variadas, incluyendo revistas científicas de alto impacto como Scientific Reports e Information Sciences, lo que subraya la relevancia y el interés en estas tecnologías avanzadas. Este campo de investigación se está expandiendo rápidamente, con un enfoque en mejorar la seguridad, la eficiencia de la comunicación entre vehículos, y la integración de estas tecnologías en infraestructuras inteligentes. El análisis de VOSviewer para "Vehículos Conectados y Comunicaciones V2X" muestra que el término "deep learning" actúa como un puente entre dos grupos principales de investigación (Todisco, 2024). Por un lado, se conecta con tecnologías como "vehicular ad-hoc network," "blockchain," y "5G mobile communication system", que son fundamentales para la infraestructura y seguridad en las comunicaciones V2X. Por otro lado, "deep learning" también se asocia con tecnologías enfocadas en la detección y reconocimiento, como "object recognition," "aircraft detection," y "attention mechanisms," que son cruciales para la precisión y fiabilidad en la interacción de vehículos con su entorno (Todisco, 2024). Este análisis destaca la integración de aprendizaje profundo en el desarrollo de tecnologías avanzadas para la comunicación y la seguridad vehicular, evidenciando su rol central en la evolución de los sistemas V2X (Todisco, 2024). La tecnología de Vehículos Conectados y Comunicaciones V2X está en el corazón de la evolución hacia un ecosistema de transporte más inteligente y seguro. Aquí, se destacan las redes vehiculares ad-hoc (VANETs) y la comunicación entre vehículos y la infraestructura (V2I), que son cruciales para permitir que los vehículos se comuniquen de manera eficiente entre sí y con su entorno (Todisco, 2024). El uso de blockchain para garantizar la seguridad en estas comunicaciones es otra tecnología clave, al igual que el aprendizaje profundo (Deep Learning), que se utiliza para tomar decisiones en tiempo real en situaciones complejas de tráfico (Todisco, 2024).

2.4. Hipótesis de la investigación

La hipótesis H1 plantea que los costos de implementación tienen un efecto negativo y directo en la adopción de la inteligencia artificial (IA) en el sector del transporte en Colombia, específicamente en el sector de TransMilenio. Esta suposición se fundamenta en investigaciones que destacan cómo los altos costos iniciales representan una barrera significativa para la adopción de tecnologías avanzadas, especialmente en países en desarrollo (Abdul Jabbar et al., 2019). La hipótesis H2 y la hipótesis H3 sostiene que el grado de adopción y el nivel de infraestructura tecnológica tiene un efecto positivo y directo en la adopción de IA en el sector del transporte. La literatura revisada indica que una infraestructura robusta (que incluye conectividad estable, capacidad de almacenamiento y procesamiento de datos, y acceso a plataformas digitales) es esencial para implementar y mantener el uso de IA (Nikitas et al., 2020) (Ochoa, 2023) (Martinez, 2024).

La investigación está guiada por las siguientes hipótesis, que han sido formuladas a partir de la revisión crítica de la literatura existente:

H1: Los costos de implementación tienen un efecto negativo y directo en la adopción de la inteligencia artificial en el sector del transporte en Colombia. Esta hipótesis está fundamentada en estudios que indican que los altos costos iniciales impiden una adopción generalizada de estas tecnologías en contextos de países en desarrollo.

H2: El grado de adopción de la inteligencia artificial por parte de las empresas tiene un efecto positivo en la implementación de la IA en el sector del transporte. La adopción de IA ha demostrado mejoras en la eficiencia y seguridad del transporte, como se ha evidenciado en múltiples estudios.

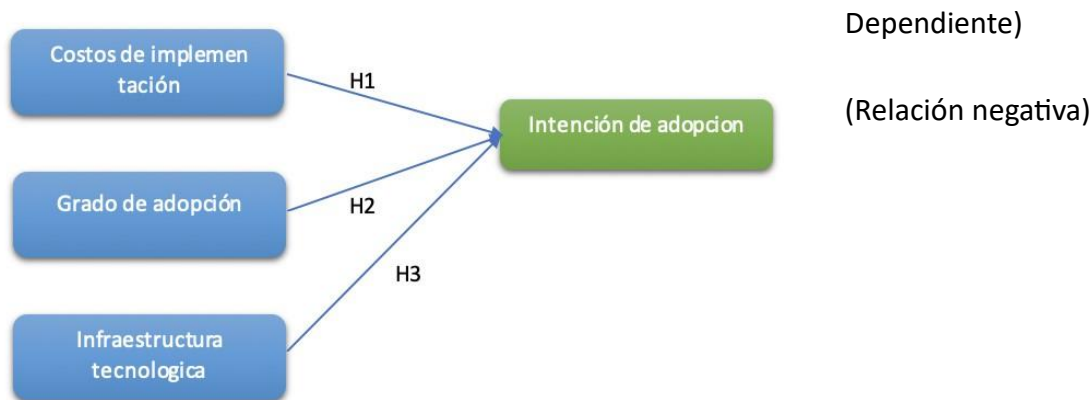
H3: El nivel de la infraestructura tecnológica tiene un efecto positivo y directo en la implementación de la IA en el sector del transporte. La literatura revisada respalda que una

infraestructura robusta es esencial para que las empresas puedan adoptar y mantener el uso de la IA.

EJEMPLO 1. MODELO DE INVESTIGACIÓN

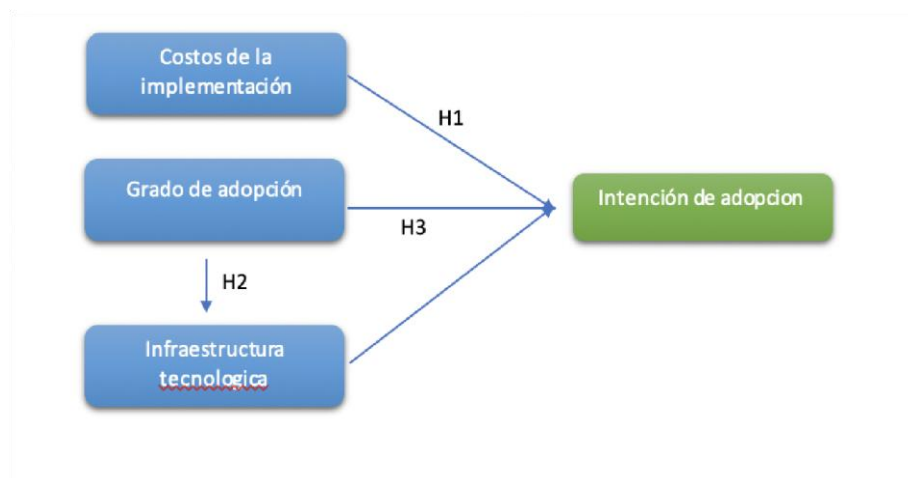
El modelo propuesto relaciona las variables independientes (costos de implementación e infraestructura tecnológica) con la variable dependiente (grado de adopción de la IA). Las relaciones causales se establecen a partir de la revisión de la literatura, identificando cómo los costos altos frenan la adopción de IA, mientras que una infraestructura tecnológica adecuada facilita su implementación.

- Costos de Implementación (Variable Independiente) → Grado de Adopción de IA (Variable



- Infraestructura Tecnológica (Variable Independiente) → Grado de Adopción de IA
(Variable Dependiente) (Relación positiva)

EJEMPLO 2. MODELO DE INVESTIGACIÓN



3. Metodología de la investigación

3.1. Tipo y diseño de la investigación

Para alcanzar el propósito de este estudio, se utilizó un diseño de investigación correlacional, definido como el método de investigación que "involucra la medición de dos o más variables relevantes y una evaluación de la relación entre esas variables" (Stangor y Walinga, 2020). En este tipo de método, las dos variables se clasifican como variable predictora y variable de resultado para observar la relación entre ambas, como se muestra en la figura 5. En este caso se utilizaron las tres hipótesis como se demuestra en el modelo de investigación 1.



Ilustración 5 Relación entre variable predictora y variable de resultado (BC Campus, 2020)

El método correlacional se ha dividido en tres categorías: observación naturalista, método de encuesta e investigación de archivo (Stangor y Walinga, 2020). En este caso se utilizó la metodología de la encuesta y la investigación de archivo para tener tanto datos cualitativos como cuantitativos.

Este método permite analizar la relación entre los factores determinantes y la adopción de la inteligencia artificial en el sector de transporte en Colombia, con especial énfasis en el sistema

de Transmilenio. La metodología incluye la recopilación de datos mediante encuestas a personas expertas en el tema y el análisis de información secundaria proveniente de estudios previos y bases de datos.

3.2. Población y muestra

En cuanto a la población se realizaron entrevistas a gerentes, directores de tecnología y otros responsables en empresas de transporte en Colombia. Para asegurar la diversidad, incluimos empresas de diferentes tamaños y áreas del país. Se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia, seleccionando aquellas empresas y expertos con mayor experiencia en la implementación de tecnologías en el sector.

3.3. Instrumento de recolección de información

Se utilizó una encuesta estructurada con preguntas cerradas y escalas de Likert, abarcando las siguientes secciones:

- Datos generales de la empresa (tamaño, alcance de operación, nivel de digitalización)
- Costos de implementación (barreras económicas, fuentes de financiamiento, retorno de inversión esperado)
- Infraestructura tecnológica (estado actual de la infraestructura en las empresas, nivel de conectividad, seguridad de datos)
- Grado de adopción de la IA (conocimiento sobre IA, nivel de implementación en empresas similares, interés en adopción futura)
- Políticas gubernamentales (percepción sobre incentivos, regulaciones, apoyos estatales)

La encuesta completa se podrá encontrar en el Anexo 1.

3.4. Procedimientos

Se realizó un análisis de correlación, basado en el diseño de investigación correlacional, para determinar el efecto de cada variable independiente en la adopción de IA en el transporte.

Para el análisis de los datos recolectados a través de la encuesta, se utilizó estadística descriptiva. Este enfoque permitió identificar patrones de percepción, nivel de adopción, barreras y oportunidades respecto a la implementación de IA en el sector del transporte en Bogotá. Se procesaron las respuestas con herramientas de análisis de datos y se generaron gráficos para ilustrar los hallazgos. Asimismo, se realizó una triangulación con los resultados de las entrevistas para validar y complementar los hallazgos obtenidos.

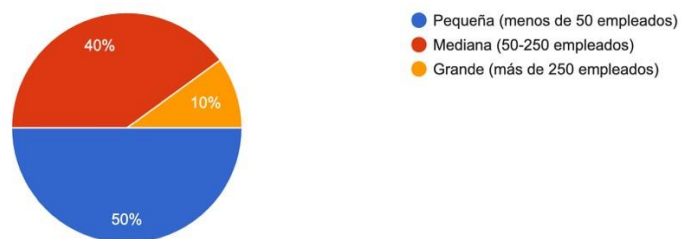
En cuanto al componente cualitativo, se realizaron entrevistas semiestructuradas a dos actores del sector transporte en Colombia: Paula González, CEO de Copiloto, Mateo Rabbal, profesional en la empresa Coltanques y Andres Montoya, fundador y CEO de ENERGY Logistica. Estas entrevistas fueron diseñadas para explorar percepciones sobre la adopción de IA, identificar barreras específicas y conocer experiencias reales de implementación. Se aplicó un análisis temático a las transcripciones, identificando patrones de respuesta y categorías relevantes en torno a infraestructura, regulación, formación técnica y visión institucional. Esta técnica permitió contrastar las respuestas con los hallazgos de la encuesta y fortalecer la interpretación de los datos desde una perspectiva práctica.

4. Resultados

Se realizó encuestas a personas con experiencia en el sector de transporte del país (más de 20 años de experiencia), se obtuvieron en total 10 Respuestas con una variedad demográfica adecuada en cuanto a tamaño y alcance de operación (Gráfica 1 y 2). Estas empresas son: Blu Cargo®, Energy Logistics®, Coltanques®, Envía®, Microempresarios con 2+ camiones, Rápido Ochoa®, Botero Soto® y Copiloto Colombia®.

Tamaño de la empresa

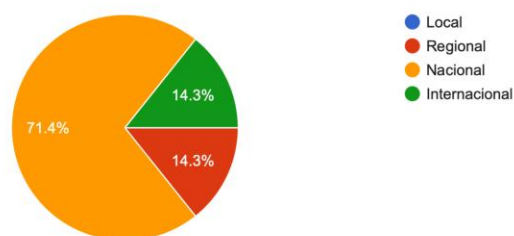
10 responses



Gráfica 1: Respuesta a “Tamaño de empresa” encuesta

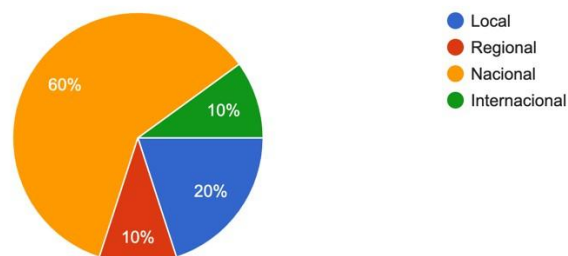
Alcance de operación

7 responses



Alcance de operación

10 responses



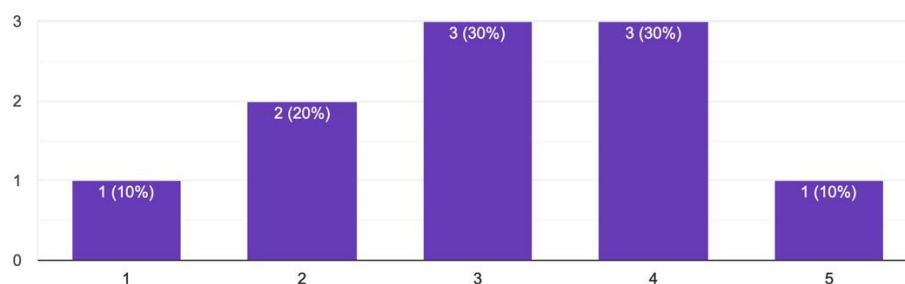
Gráfica 2: Respuesta a “Alcance de operación de la empresa ” encuesta

4.1 Factores Económicos y Financieros

Posterior al análisis demográfico, la encuesta se centró en entender la posición de estos expertos en cuanto a las barreras previamente expuestas en el análisis de literatura. Iniciando por los costos iniciales, se encontró una posición neutra, un 42.9% de los encuestados no creían que

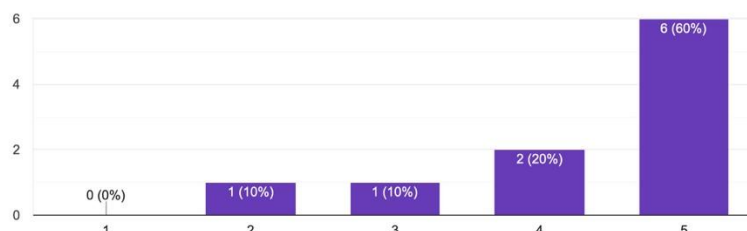
era un factor determinante para la implementación (Gráfica 3); sin embargo, vimos qué para las pequeñas empresas sí fue un factor que influenciaba un punto más en la escala. Concluimos entonces qué la implementación de la IA, puede depender de los costos cuándo se trata de una empresa con un presupuesto limitado. Hablando con los encuestados, vemos qué pasa a una necesidad secundaria, primero se prioriza el funcionamiento adecuado de la empresa tanto a nivel de metas cómo a nivel financiero. Posteriormente, se puede empezar a buscar eficiencia costoefectiva a través de la IA. Para las empresas grandes, los costos no son una barrera, ya qué lo invertido se devuelve en productividad tanto gerencial como financiera, cómo se ve en la Gráfica 4 y 5. Si extrapolamos los resultados obtenidos, se podría decir qué cómo él TransMilenio es una empresa pública de gran tamaño, los costos no deberían ser una barrera para la implementación de la IA.

Los costos iniciales de implementar IA son una barrera significativa para nuestra empresa (utilizando una escala de 1 a 5, donde 1 ...mente en desacuerdo" y 5 "Totalmente de acuerdo")
10 responses



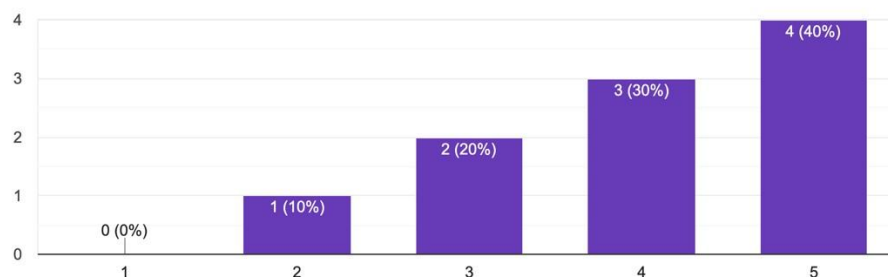
Gráfica 3: Respuesta a “Los costos son una barrera significativa en la implementación de la IA” encuesta

La adopción de IA mejorará la eficiencia operativa de nuestra empresa
10 respuestas



Gráfica 4: Respuesta a “Eficacia con la IA” encuesta, siendo 1 no lo optimiza y 5 lo optimiza al máximo

La IA puede optimizar las rutas y horarios de transporte, mejorando la eficiencia
10 respuestas



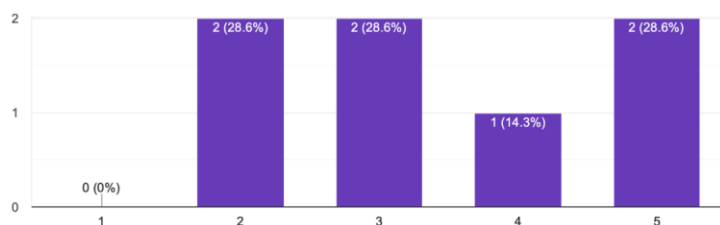
Gráfica 5: Respuesta a “Optimización de rutas y horarios con IA” encuesta, siendo 1 no lo optimiza y 5 lo optimiza al máximo

Se identificaron claramente los beneficios que se obtienen, cuándo se aplica la inteligencia artificial, cómo aumento de la seguridad y mejora de la satisfacción de los clientes (Gráficas 6 y 7). La mayoría de los encuestados llegaron a un consenso en cuanto a qué reduciría los costos a largo plazo. Las respuestas con 4-5 vienen de empresas que ya utilizan la inteligencia artificial (Gráfica 8).

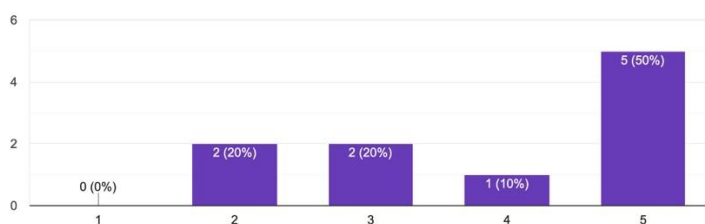
Según el análisis descriptivo realizado, el promedio fue de 4.0 sobre 5, indicando un fuerte acuerdo en que la IA mejora la experiencia del usuario. Este hallazgo refuerza la

importancia de la transformación digital en la experiencia ciudadana y concuerda con Jevinger et al. (2024), quienes resaltan el rol de la IA para optimizar la percepción de servicio en sistemas de transporte masivo.

La implementación de IA puede aumentar la seguridad en las operaciones de transporte
7 responses



La implementación de IA puede aumentar la seguridad en las operaciones de transporte
10 responses

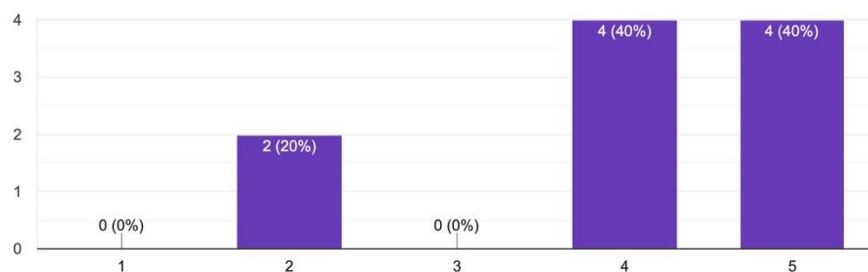


Gráfica 6: Respuesta a “IA en seguridad de operaciones” encuesta, siendo 1 desacuerdo y 5 muy de acuerdo

Se aplicó un análisis de tendencia central, obteniendo un promedio de 3.9, lo que refleja una valoración alta sobre el impacto positivo de la IA en seguridad. Esto coincide con estudios como el de Valencia et al. (2020), donde se demostró que tecnologías como la visión artificial y el reconocimiento de infracciones pueden disminuir los niveles de riesgo en entornos urbanos de transporte.

El uso de IA mejorará la experiencia y satisfacción de nuestros clientes

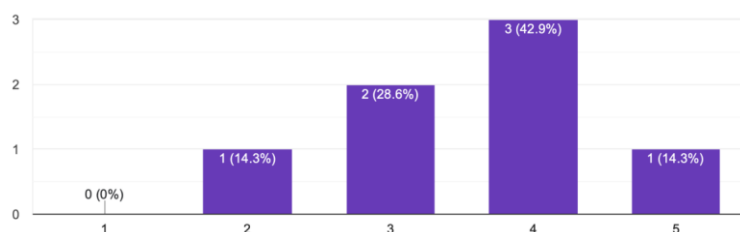
10 responses



Gráfica 7: Respuesta a “IA en satisfacción de clientes” encuesta, siendo 1 desacuerdo y 5 muy de acuerdo

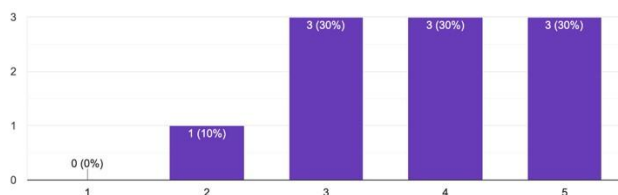
La IA contribuirá a la reducción de costos operativos a largo plazo

7 responses



La IA contribuirá a la reducción de costos operativos a largo plazo

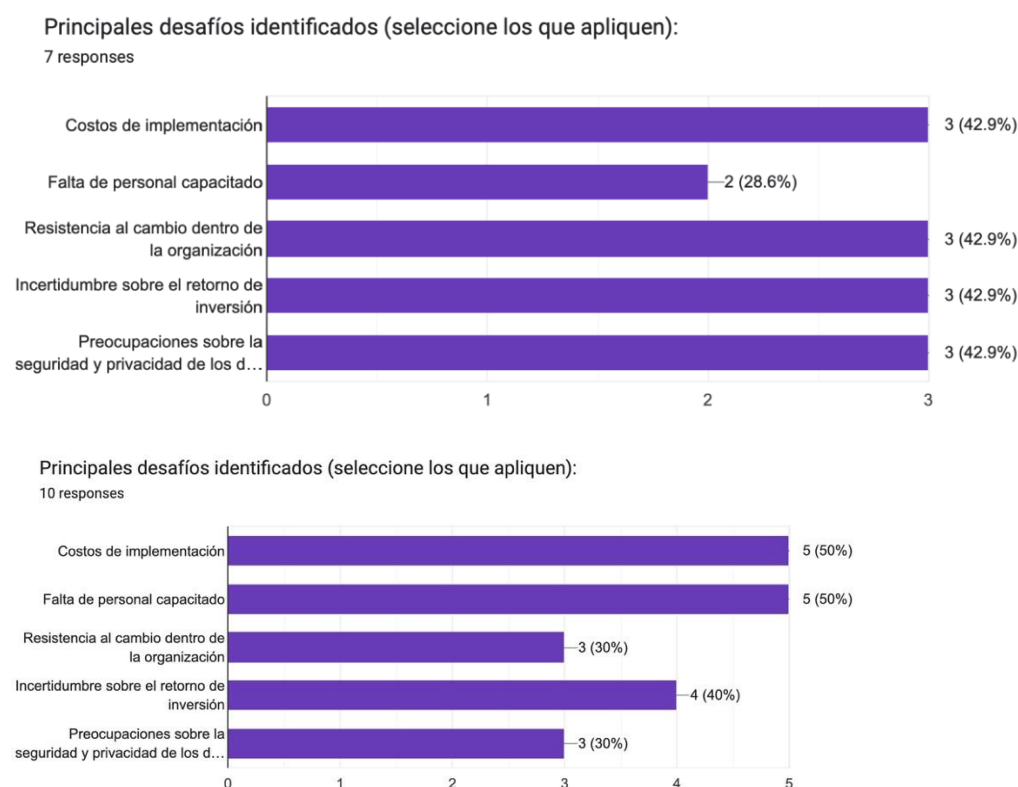
10 responses



Gráfica 8: Respuesta a “Reducción costos de operación a largo plazo” encuesta, siendo 1 desacuerdo y 5 muy de acuerdo

Para responder específicamente la pregunta de investigación y después de los elementos identificados en la revisión de literatura, se les preguntó a los encuestadores sobre las barreras específicas. Encontramos que el factor menos contribuyente, pero no menos importante era la falta de personal capacitado, y un empate entre el resto de las barreras. Vemos como tendencia, que las empresas grandes no vean los costos, ni la incertidumbre como retorno de inversión, como barreras; sin embargo, las empresas pequeñas sí lo rectifican (Gráfica 9).

El análisis de promedios arrojó un valor de 3.8, lo que muestra una percepción general positiva respecto a la reducción de costos a largo plazo gracias a la implementación de IA. Este resultado apoya lo discutido por Abduljabbar et al. (2019), quienes destacan el ahorro operativo como uno de los beneficios estructurales más relevantes de esta tecnología.



Gráfica 9: Respuesta a “Principales desafíos identificados en la implementación de la IA”

A partir del análisis de frecuencias, los tres desafíos más mencionados fueron: costos de implementación, resistencia al cambio y falta de personal capacitado. Este patrón es consistente con estudios recientes (Abduljabbar et al., 2019; Ochoa et al., 2023), los cuales resaltan que estos factores suelen limitar la adopción de IA especialmente en países en desarrollo.

Además de las encuestas se decide buscar también información de primera instancia, sin embargo, por la dificultad de obtención de información del presupuesto nacional, se decidió enviar una solicitud de información sobre los costos de implementación de Inteligencia Artificial en el sector del transporte al Ministerio de Transporte (Anexo 2). Sin embargo, no se obtuvo la

información solicitada. Se decide entonces utilizar la inteligencia artificial para estimar el presupuesto de la implementación de la inteligencia artificial en el Transmilenio de los últimos baños basado en estas diferentes categorías. Se pide a la aplicación que estime la cantidad requerida de inversión basada en proyectos pasados y políticas nuevas. Por ejemplo, la implementación de la tarjeta “TransMiPass” que permite la compra anticipada de 65 viajes mensuales por 160.000 pesos, lo que equivale a 2.460 pesos por viaje en lugar de los 3.200 pesos estándar, generando un ahorro del 23%. Esta es el presupuesto estimado por la aplicación:

Categoría	Rango de Inversión (USD)
Infraestructura Tecnológica	\$3,000,000 - \$8,000,000
Desarrollo e Implementación de Software	\$800,000 - \$1,700,000
Sistemas de Seguridad y Vigilancia	\$1,500,000 - \$2,800,000
Capacitación y Desarrollo de Talento	\$300,000 - \$600,000
Integración y Pruebas Piloto	\$500,000 - \$1,000,000
Total Estimado	\$6,100,000 - \$14,100,000

Ilustración

6 Presupuesto estimado realizado por Inteligencia Artificial (Chat GPT)

4.2 Factores tecnológicos y operativos

Al realizar la búsqueda en bases de datos, se encontró que el 64% de los usuarios de TransMilenio en Bogotá pasa más de 2 horas al día en este medio de transporte (Rodríguez, 2022), lo cual refuerza la importancia de optimizar este método de transporte. Según la información encontrada en las páginas públicas del ministerio de transporte, se decide dividir la implementación de la inteligencia artificial en este sistema de transporte masivo en diferentes categorías, están serán las mismas utilizadas en el presupuesto:

1. Infraestructura tecnológica
2. Desarrollo e implementación de un software de inteligencia artificial
3. Sistema de seguridad y vigilancia.
4. Capacitación y desarrollo de talento
5. Integración y pruebas piloto

Para la primera categoría encontramos qué gran parte del presupuesto del Transmilenio se ha gastado en plataformas que le ayuden a generar información sobre qué tantas personas utilizan el transporte en horas pico, necesidad de más buses, etc. Para esto describe “El plan estratégico de tecnologías de la información y las comunicaciones”, el cual busca generar BigData para poder percibir las necesidades de las plataformas y sus usuarios (Transmilenio, 2022). Esto incluyó la instalación en sensores de buses y estaciones para recopilar datos en tiempo real sobre el flujo de pasajeros, las condiciones del tráfico y el estado de los vehículos. En la red pública se desconoce la cantidad exacta de dinero qué se invirtió en esta tecnología, sin embargo, estas mismas fuentes, aunque con un poco de imparcialidad, afirman qué con esta implementación se obtuvieron datos, qué mejoran la calidad de los pasajeros y el flujo de tráfico.

Seguido a esta categoría encontramos la implementación de software, para esta categoría en específico buscamos específicamente fuentes externas al ministerio de transporte y la página oficial de TransMilenio. En esta búsqueda encontramos a expertos cómo Alejandro Linares, consultor en la modernización del estado y digitalización de procesos, quien describe en un artículo cómo la inteligencia artificial nos está ayudando a optimizar soluciones (2024). Específicamente habla de cómo se adoptaron medidas similares a las que hay en ciudades desarrolladas cómo Tokyo o Japón, en donde se da demostrado qué él usó de estas plataformas, mejoran hasta un 30% la puntualidad del transporte y por ende de las personas qué lo habitan (Linares, 2025). Adicionalmente, se encontró información de compañías cómo Protekto, la cual se encarga de ofrecer tecnología de rastreo a transporte de carga (2024). Esta tecnología se implementó en el sector de transporte público, el cual no solo ayudó a analizar datos de rendimiento de buses, sino también monitoreos de seguridad. Estos autores aseguran que la

compra de este tipo de software solo se encuentra en una etapa inicial, y tiene potencial para continuar creciendo y generar predicciones.

Esto va de la mano con los sistemas de seguridad y vigilancia. A raíz de varios cambios políticos en el país vemos un alza en las tasas de inseguridad, sobre todo en robos en sectores públicos. Para esto, parte del presupuesto se ha ido en implementar cámaras equipadas con inteligencia artificial, esto con el fin de evitar evasiones de pago, con el uso de reconocimiento facial para poder asegurar las acciones correctivas.

En la penúltima categoría realizamos la búsqueda del mantenimiento de estos sistemas de inteligencia artificial que ya están instaurados, esto implica capacitar al personal del TransMilenio en el uso de estas tecnologías, cómo promover su uso adecuado y sus mantenimientos en caso de daño. Para esto el presupuesto no solo está destinado a talleres de personal, sino también una parte a reparaciones de los sistemas y actualizaciones. Se ha visto el beneficio de la implementación de los sistemas de inteligencia artificial, cómo bien se expuso en la revisión de literatura, por lo cual es importante dejar una parte de presupuesto a proyectos pilotos de nuevas tecnologías que se han demostrado efectivas en países desarrollados.

Nuestras encuestas mostraron que en cuanto a nivel de conocimiento sobre la IA vemos que la mayoría de los encuestados refieren tener conocimiento moderado, a excepción de uno que refiere tener un alto nivel de conocimiento (Gráfica 10). Aunque esto pudo generar polarización en los resultados, indagando más a cerca del rol de la IA en sus diferentes empresas, refirieron tener un equipo específico para esta función. Esto se reflejó en la siguiente pregunta en donde la gran mayoría tuvo una actitud positiva o muy positiva hacia la adopción de la inteligencia artificial en sus empresas (Gráfica 11). Sin embargo, vemos que cuando se trata de la práctica de la implementación, muchas de las empresas no utilizan la IA para solucionar sus problemas

(Gráfica 12). Esto nos ayuda aún más ya qué pudimos explorar específicamente qué barreras se tienen al momento de implementarla.

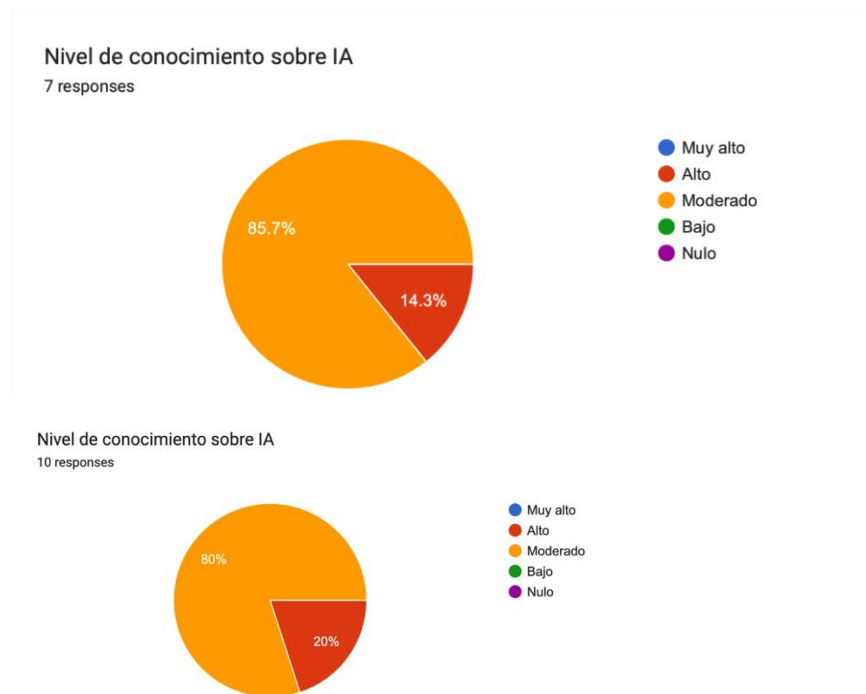


Ilustración 7 Respuesta a “Nivel de conocimiento de inteligencia artificial” encuesta

Gráfica 10: Respuesta a “Nivel de conocimiento de inteligencia artificial” encuesta



Ilustración 8 Respuesta a “Actitud hacia la adopción de IA en su empresa” encuesta

Gráfica 11: Respuesta a “Actitud hacia la adopción de IA en su empresa” encuesta

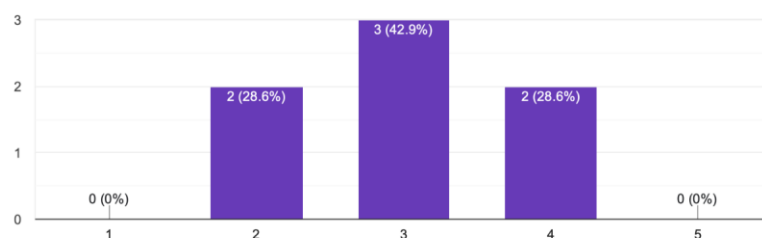


Ilustración 9 Respuesta a “¿Su empresa utiliza soluciones de IA en sus operaciones?” encuesta

Gráfica 12: Respuesta a “¿Su empresa utiliza soluciones de IA en sus operaciones?” encuesta

En cuanto a infraestructura vimos que las empresas también tienen una posición neutra (Gráfica 13). Se logró identificar qué tipo de tecnología estaban utilizando en las empresas encuestadas, la mayoría hacían referencia a softwares que se podían aplicar a diferentes vehículos con pocas restricciones, es decir, no se necesita tecnología previa para poder aplicar la IA. Nuevamente, vemos la tendencia, las empresas grandes tienen mayor capital para invertir en tecnologías, que las de pequeñas empresas, por lo cual se considera que las empresas que ya han invertido previamente tienen una mejor base, que el resto.

Contamos con la infraestructura tecnológica necesaria para implementar soluciones de IA
7 responses



Contamos con la infraestructura tecnológica necesaria para implementar soluciones de IA
10 responses

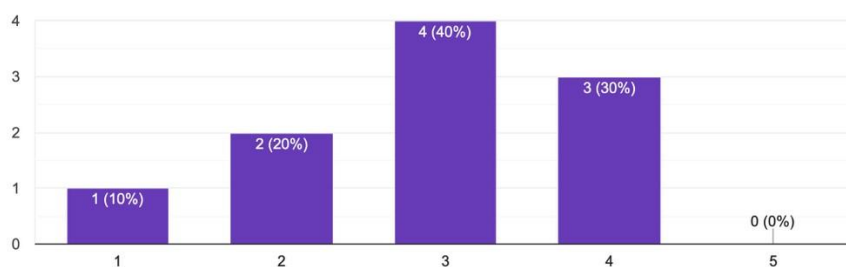


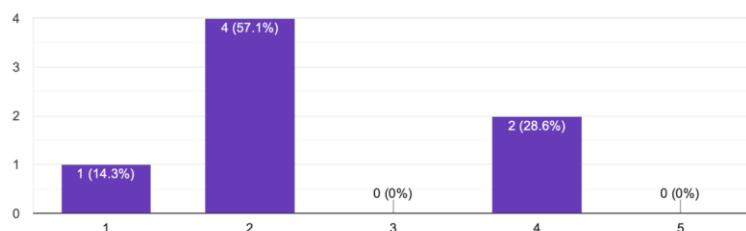
Ilustración 10 : Respuesta

a “¿Se tiene la infraestructura tecnológica para la implementación de la IA?”, encuesta siendo 1 nada de infraestructura y 5 una infraestructura completa

Gráfica 13: Respuesta a “¿Se tiene la infraestructura tecnológica para la implementación de la IA?”, encuesta siendo 1 nada de infraestructura y 5 una infraestructura completa

Se les preguntó también sobre la capacitación qué reciben sus empleados para utilizar la inteligencia artificial, en donde se encontró qué la mayoría de las empresas no tienen a su personal suficientemente capacitado (Gráfica 14). A pesar de tener áreas específicas qué se encargan de implementación, actualización y mantenimiento de la inteligencia artificial, los demás empleados no reciben capacitación sobre él tema. La explicación va relacionada con la gráfica anterior, dado qué la tecnología qué utilizan la mayoría es para optimizar él tiempo en carreteras e identificación de vehículos, no ven indispensable la necesidad de capacitar al resto del personal.

Nuestro personal está capacitado para trabajar con tecnologías de IA
7 responses



Nuestro personal está capacitado para trabajar con tecnologías de IA
10 responses

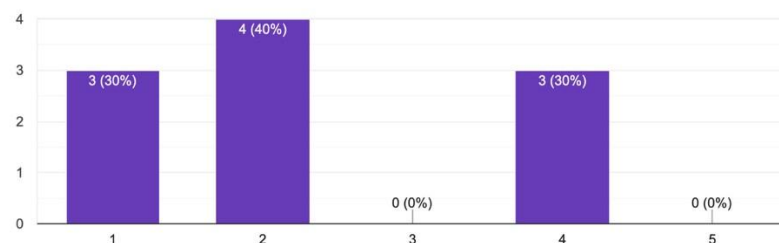


Ilustración 11 Respuesta a

“¿Su personal está capacitado para trabajar con IA?”, encuesta siendo 1 no y 5 absolutamente

Gráfica 14: Respuesta a “¿Su personal está capacitado para trabajar con IA?”, encuesta siendo 1 no y 5 absolutamente

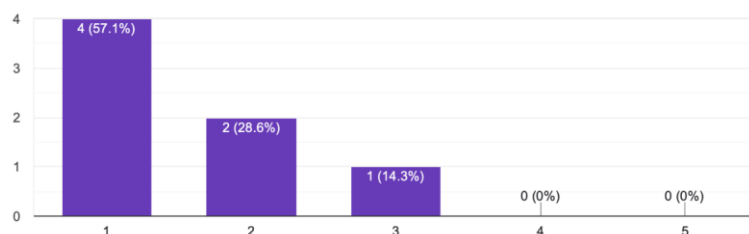
4.3 Políticas gubernamentales y regulatorias en Colombia para la inteligencia artificial

La mayoría de los encuestados opinan qué implementación de la inteligencia artificial en el sector del transporte mejoraría la eficacia de una gran proporción; sin embargo, vemos qué cuando se trata de incentivos por parte del gobierno, son escasos (Gráfica 15). Esto explicaría él por qué vemos qué en el sector público tampoco se han implementado de manera masiva, dándole importancia a nuestra pregunta de investigación.

Aplicando un análisis descriptivo sobre esta variable, se encontró que el promedio fue de 1.5 sobre 5, con baja dispersión. Esto refleja una percepción generalizada de que no existen incentivos gubernamentales suficientes para promover la adopción de IA. Este resultado se alinea con el CONPES 4144 (Cuantico, 2025), que reconoce la necesidad de una política pública estructurada para la transformación digital del transporte.

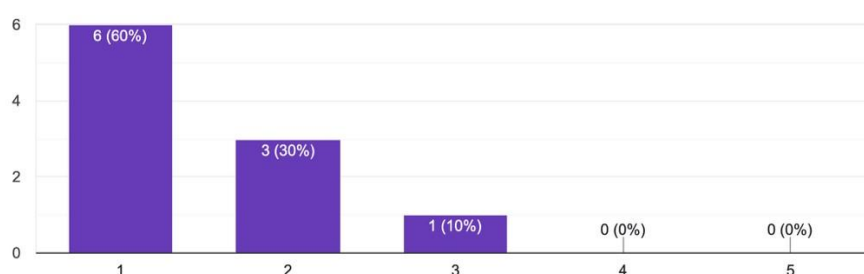
El gobierno proporciona incentivos adecuados para la adopción de IA en el sector transporte

7 respuestas



El gobierno proporciona incentivos adecuados para la adopción de IA en el sector transporte

10 respuestas



Ilustración

12 Respuesta a “Proporción de incentivos por parte del gobierno” encuesta

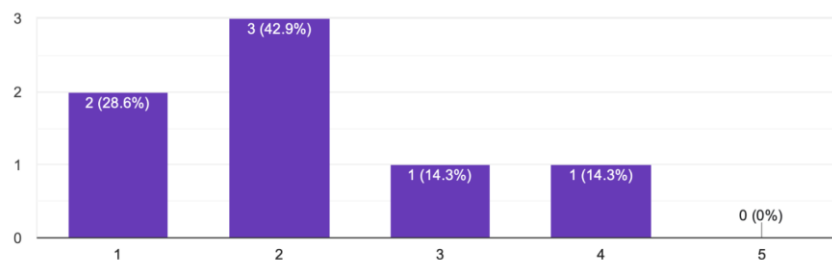
Gráfica 15: Respuesta a “Proporción de incentivos por parte del gobierno” encuesta

Ya que nuestra tesis se enfoca en uno de los transportes públicos más grandes del país, decidimos también hacer preguntas sobre su visión en cuanto al rol del gobierno. Como vimos también en la gráfica 15, el gobierno tiene muy pocos incentivos que inviten a las compañías a implementar un rol más activo con la IA. Tampoco existen regulaciones claras que indiquen la mejor manera de implementar la tecnología, ni informes sobre cómo ha mejorado al sistema de transporte a nivel nacional. De manera específica nos dejan como comentario en la encuesta, *“sería bueno tener incentivos para el uso de la IA y un poco más de información en torno a cómo se podría implementar en el sector.”* Explican que al tener esto les daría más confianza, eliminando un poco las barreras de la resistencia al cambio en la organización y la incertidumbre en el retorno de la inversión.

A través del análisis de frecuencias y promedios, se encontró que la percepción de existencia de regulaciones claras obtuvo un valor promedio de 2.2, evidenciando una tendencia hacia el desacuerdo o neutralidad. Esta carencia normativa puede frenar procesos de adopción tecnológica, como señalan Nikitas et al. (2020), quienes vinculan la regulación con la aceleración de procesos de innovación en movilidad.

El análisis estadístico descriptivo de esta variable arrojó un promedio de 3.7 sobre 5, lo que sugiere que la mayoría de los encuestados están de acuerdo en que se requieren políticas más robustas. Esto respalda la hipótesis H3 de esta investigación y lo señalado por el CONPES 4144, donde se reconoce la necesidad de crear marcos normativos y de incentivos que habiliten la transformación digital del sector.

Existen regulaciones claras que facilitan la adopción de IA en el sector transporte.
7 responses



Existen regulaciones claras que facilitan la adopción de IA en el sector transporte.
10 responses

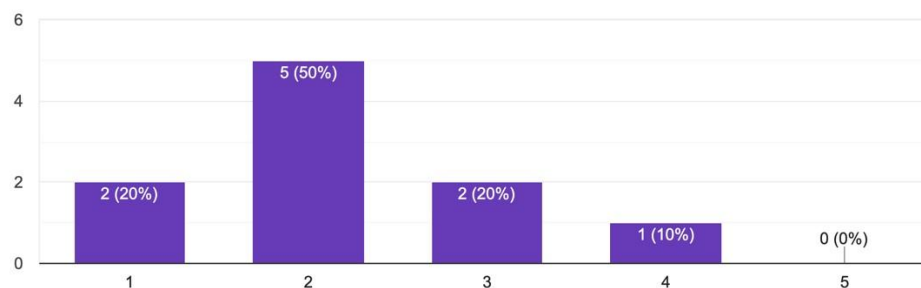
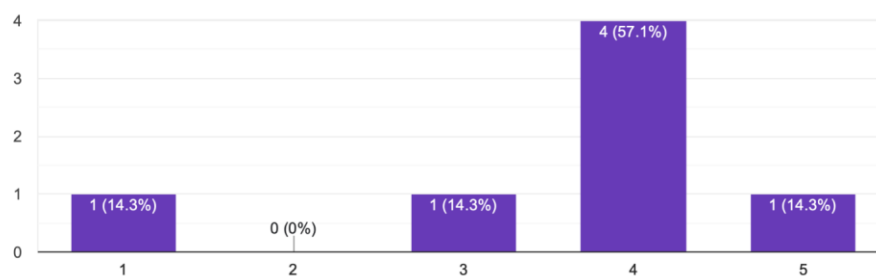


Ilustración 13 Respuesta a “Regulaciones gubernamentales”

Gráfica 16: Respuesta a “Regulaciones gubernamentales”

Se requieren políticas gubernamentales más robustas para incentivar la adopción de IA.

7 responses



Se requieren políticas gubernamentales más robustas para incentivar la adopción de IA.

10 responses

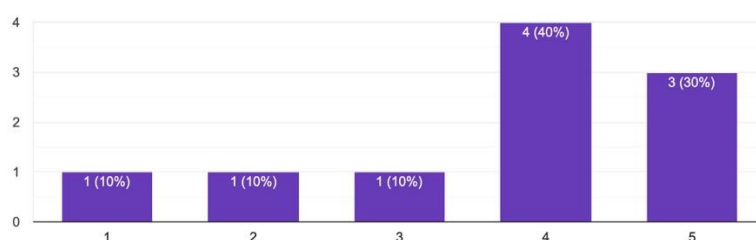


Ilustración 14 Respuesta a “Políticas gubernamentales” encuesta siendo 1 desacuerdo y 5 muy de acuerdo

Gráfica 17: Respuesta a “Políticas gubernamentales” encuesta siendo 1 desacuerdo y 5 muy de acuerdo

La adopción de la inteligencia artificial (IA) en el transporte público colombiano, particularmente en sistemas masivos como TransMilenio en Bogotá, está fuertemente condicionada por el marco de políticas públicas vigente, el cual puede incidir de forma positiva o negativa en dicho proceso. Por un lado, estrategias nacionales recientes como el CONPES 4144 de 2025 (Política Nacional de IA) y el CONPES 3975 de 2019 (Política de Transformación Digital e IA) han establecido directrices que favorecen la incorporación de estas tecnologías en el sector transporte. Dichos lineamientos promueven un entorno regulatorio habilitante, la interoperabilidad de datos públicos y la integración interinstitucional, impulsando la innovación y orientando a las entidades públicas –tanto nacionales como locales– a aprovechar la IA para mejorar servicios como el de TransMilenio (DNP, 2025; DNP, 2019). Asimismo, el país cuenta con una “Hoja de Ruta Nacional en IA” formulada por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación en 2023, que complementa estas políticas al trazar acciones para la adopción ética y

sostenible de la IA en distintos sectores (MinCiencias, 2023). En paralelo, la declaratoria de la conectividad a Internet como derecho y servicio público esencial mediante la Ley 2108 de 2021 refuerza la infraestructura digital del país, condición necesaria para desplegar soluciones de movilidad inteligente apoyadas en IA (Congreso de Colombia, 2021). Por otro lado, subsisten importantes barreras que limitan la adopción de la IA en el transporte público. Diversos análisis señalan vacíos normativos –es decir, la ausencia de regulaciones específicas aplicables a estas tecnologías– y la falta de incentivos concretos como obstáculos clave que han ralentizado su implementación (Stacey, 2025; Arroyave, 2025). Por ejemplo, se advierte una escasa articulación entre las agendas nacionales y las locales: a la fecha no existe una política distrital de IA para la movilidad en Bogotá, lo que dificulta la integración de soluciones inteligentes en TransMilenio (PNUD, 2024). Con todo, el marco público existente sienta bases importantes: las directrices éticas y técnicas nacionales, junto con el énfasis en la interoperabilidad de datos, la conectividad y el fomento a la innovación, constituyen catalizadores potenciales para la implementación de la IA en sistemas como TransMilenio, siempre que se fortalezcan las capacidades institucionales locales y se subsanen las brechas regulatorias identificadas (DNP, 2025; PNUD, 2024).

4.4 Presupuesto

Con base en los hallazgos empíricos de esta investigación y la revisión de literatura, se plantea una propuesta presupuestal integral estimada en COP 32.000 millones, destinada a la implementación progresiva de tecnologías de inteligencia artificial (IA) en el sistema TransMilenio. Esta inversión se basa en cinco componentes clave: primero, infraestructura tecnológica (COP 12.000 millones), que incluye la adquisición e instalación de sensores, cámaras inteligentes y servidores que permitan recolectar y procesar datos en tiempo real, así como la ampliación de la conectividad en estaciones (Abduljabbar., 2019; Nikitas, 2020). Segundo, el Desarrollo e implementación de software de IA (COP 8.500 millones), comprende la creación o

adquisición de plataformas analíticas para predicción de demanda, optimización de rutas y automatización operativa, tomando como referencia casos exitosos en ciudades como Tokio (Linares, 2025). Tercero, el Sistema de seguridad y vigilancia con IA (COP 6.000 millones), contempla el uso de tecnologías de reconocimiento facial, análisis de patrones para mejorar la seguridad y reducir la evasión de pagos; con base en experiencias locales que han demostrado una precisión del 87.5% en la detección de infracciones (Valencia, 2020). Cuarto, el componente de capacitación y desarrollo de talento humano (COP 3.000 millones) se orienta a formar operadores y personal técnico en el uso, mantenimiento y aprovechamiento de estas herramientas digitales, una necesidad evidenciada por la baja preparación reportada en las encuestas realizadas. Finalmente, se propone una inversión de COP 2.500 millones para la Integración y pruebas piloto, enfocada en validar estas tecnologías en troncales específicas antes de su escalamiento total, siguiendo las mejores prácticas internacionales en gestión del cambio y reducción de incertidumbre (Todisco, 2024). Esta propuesta no solo responde a las principales barreras identificadas; costos, infraestructura y grado de adopción, sino que se alinea con las oportunidades detectadas para fortalecer la movilidad urbana en Bogotá de manera inteligente, segura y sostenible.

Como complemento al análisis descriptivo de cada variable evaluada, a continuación se presenta una tabla resumen con los promedios, desviaciones estándar y una interpretación cualitativa basada en los resultados obtenidos en la encuesta aplicada.

Variable	Promedio (1–5)	Desviación estándar	Interpretación
Costos como barrera	3.1	1.2	Barrera media
Infraestructura tecnológica	2.9	0.99	Neutral / moderada
Capacitación del personal	2.3	1.25	Baja capacidad
Eficiencia operativa esperada	4.3	1.06	Alta confianza en beneficios
Uso actual de IA	2.4	1.17	Baja implementación
Plan de implementación a 1–2 años	3.8	1.13	Alta intención de adopción
IA mejora experiencia del cliente	4	1.15	Valoración positiva
IA reduce costos	3.8	1.03	Valoración positiva
Incentivos gubernamentales	1.5	0.7	Percibidos como muy bajos
Regulaciones claras	2.2	0.92	Percibidas como poco claras
Necesidad de políticas más robustas	3.7	1.34	Alto consenso en necesidad estatal

Ilustración 15 Elaboración propia con base en resultados de la encuesta aplicada a empresas del sector transporte en Bogotá (marzo 2025).

6. Conclusiones

Esta investigación permitió identificar y analizar las principales barreras y oportunidades para la implementación de inteligencia artificial (IA) en el transporte público de Bogotá, con especial enfoque en el sistema de TransMilenio. El análisis se desarrolló mediante un enfoque mixto, combinando encuestas estructuradas y entrevistas a expertos del sector, complementadas con revisión documental y análisis de políticas públicas.

Los resultados muestran que la percepción sobre los costos de implementación es variable según el tamaño de la empresa. Las empresas pequeñas perciben los costos como una barrera relevante, mientras que las grandes los consideran una inversión con retorno a mediano plazo. Esto se refleja en el promedio de 3.1 en la escala de Likert utilizada, lo que indica una barrera media, pero no determinante. En cuanto a la infraestructura tecnológica, el promedio de 2.9 evidencia que muchas empresas tienen condiciones mínimas para implementar IA, pero carecen de plataformas robustas. La falta de personal capacitado fue una de las barreras más consistentes, con un promedio de 2.3. Esta debilidad fue confirmada por las entrevistas, donde se mencionó que sin formación técnica, la implementación pierde efectividad y sostenibilidad. Pese a esas barreras, la investigación identificó una alta expectativa de beneficio: la eficiencia operativa

(promedio 4.3), la mejora en experiencia del usuario (4.0) y la reducción de costos a largo plazo (3.8) fueron valoradas de manera muy positiva por los encuestados. Esto sugiere que las empresas tienen una actitud favorable frente a la IA si se superan las limitaciones estructurales actuales.

En cuanto al rol del Estado, los análisis indican una percepción muy baja sobre los incentivos existentes (promedio 1.5) y una falta de regulaciones claras (promedio 2.2). Sin embargo, se reconocen avances positivos como la existencia del CONPES 4144 y la Hoja de Ruta de IA (MinCiencias), que establecen bases para avanzar en esta transformación. En conclusión, la adopción de IA en TransMilenio es viable y estratégica, pero depende de: superar barreras económicas y técnicas, especialmente en capacitación e infraestructura; implementar una política distrital de IA para la movilidad; fortalecer las capacidades locales, en línea con las estrategias nacionales ya formuladas.

Esta investigación entrega un marco útil para que tomadores de decisión en el sector público y privado puedan impulsar la transformación digital del transporte en Bogotá de manera efectiva y sostenible.

Los avances en la tecnología, como la velocidad de transmisión de datos, el poder y la conectividad de red, han aumentado de manera drástica, así como la rápida adopción de sistemas informáticos, lo que ha llevado a una forma más sencilla de hacer negocios y generar oportunidades a nivel global. Todos estos grandes avances tecnológicos que se han desarrollado a lo largo de los años se han introducido en casi todos los aspectos de nuestras vidas, como la ciencia, la comunicación e interactividad, los negocios e incluso la música. Por esta razón, la tecnología tendrá un impacto en los niveles de empleo y productividad en el mundo; donde haya una necesidad, siempre habrá tecnología para respaldarla. Por eso, tendremos que encontrar mecanismos para adaptarnos; incluyendo el transporte público, qué no solo es la vía en donde se movilizan los trabajadores, sino también lo que genera una gran parte de empleos en el país.

5.1 Factores Económicos y Financieros

Cómo se explicó en los resultados, el acceso a los presupuestos de las entidades públicas de nuestro país no es fácil; lo cual lo convierte en una limitación grande para nuestro estudio. Más allá de esos, los casos de corrupción, que se han conocido, nos hace pensar que el presupuesto de las empresas no suele ser tan alto como debería. Es por eso que como primer paso no solo se debe tener acceso a unos balances reales del TransMilenio, con números actualizados, sino también un incentivo gubernamental que les permite adquirir las nuevas tecnologías. Al hacerlo, como vimos en las encuestas de las empresas grandes, se verá una reducción en el costo de las operaciones y mayor productividad. Concluimos entonces que factores económicos, como los costos de la implementación no son barreras definitivas, ya que la mayoría de las empresas de gran tamaño ven un retorno en la inversión.

5.2 Factores tecnológicos y operativos

En cuanto a la infraestructura vemos que sucede lo mismo, que con los factores económicos, si la empresa es de gran tamaño, no es una barrera para la implementación de la IA. Sin embargo, vemos que al extrapolar estos resultados al transporte público de Bogotá, va más allá de una infraestructura de oficina, sino también la infraestructura de la ciudad, en cuanto a carriles, capacidad de implementación de la IA en las estaciones y en los buses. Sin embargo, hemos visto que la ciudad ha convertido esto una de sus prioridades, no solo para la seguridad, sino también para la que sea más efectivo el método de transporte. Además de esto, vemos que hay tecnologías que se pueden aplicar sin necesidad de cambios en infraestructuras masivas.

Vimos tanto en las encuestas como en la investigación en redes que la capacitación al personal es insuficiente, en nuestra opinión, es la barrera más grande al momento de implementar la IA. Sobre todo se ve esto en empresas grandes, donde capacitar a muchos empleados se vuelve

una logística operacional complicada. Sin embargo, es crucial iniciar con planes pilotos para capacitar a la mayoría de trabajadores, ya que esto nos lleva a mayor eficiencia y crecimiento en la IA.

5.3 Políticas gubernamentales y regulatorias en Colombia para la inteligencia artificial

Evaluando las encuestas y lo encontrado en nuestras fuentes secundarias, se concluye que lo que más ayudaría a las empresas a implementar la IA sería unas políticas gubernamentales claras e incentivos para que se adquirieran las tecnologías en las empresas. En el caso específico del sistema de TransMilenio en Bogotá, concluimos que el gobierno debe ver el presupuesto planteado como una inversión ya que esto no solo mejoraría la productividad de los trabajadores (al llegar más rápido a sus destinos), sino también llevaría a que más personas utilizarán este medio de transporte, al ser él más eficiente. Vemos que a medida que las compañías implementan “*softwares*” para la tecnología es más fácil continuar creciendo con la inteligencia artificial. Podemos extrapolar esos resultados a la empresa de Transmilenio, que al ser una empresa grande con más de 250 empleados, tiene la capacidad de organizar un presupuesto para la implementación de un sistema que les permita ser más efectivos.

Creemos que en conjunto con las diferentes mejoras en la infraestructura de la ciudad de Bogotá, la implementación de una IA, sería el complemento perfecto para hacer de nuestra ciudad una comparable con Madrid o Medellín, las cuales se destacan por tener un sistema de transporte público efectivo, de fácil acceso y organizado para sus residentes y turistas.

5.4 Presupuesto

Componente	Valor estimado (COP millones)
Infraestructura tecnológica (sensores, cámaras, servidores)	12.000
Desarrollo e implementación de software de IA	8.500
Sistema de seguridad y vigilancia con IA	6.000
Capacitación y desarrollo de talento humano	3.000
Integración y pruebas piloto	2.500

Total estimado	32.000
----------------	--------

Tabla 1 Propuesta de presupuesto para la implementación de IA en TransMilenio

6. Recomendaciones

La adopción de la inteligencia artificial en el sistema TransMilenio de Bogotá se puede ver mejorada gracias a una serie de recomendaciones explicadas y argumentadas. Cada recomendación se enfoca en las principales dimensiones indicadas durante la investigación - políticas públicas, infraestructura tecnológica, talento humano y sostenibilidad económica- y propone acciones prácticas orientadas a resultados que se centrarán en cómo enfrentar las barreras actuales y anteriormente discutidas (altos costos, infraestructura limitada, escasa capacitación, etc.)

6.1 Establecer un marco de políticas públicas favorables e incentivos gubernamentales

Bogotá debe alinear la modernización de TransMilenio con las directrices del CONPES 4144, que establece la Política Nacional de Inteligencia Artificial de Colombia. Esta política promueve el desarrollo de un entorno regulatorio habilitante, la integración interinstitucional, la interoperabilidad de datos públicos y el uso ético de la IA. En este sentido, se recomienda formalizar una política distrital de IA para movilidad que:

1. Incentive la innovación en concesiones de operación.
2. Establezca marcos de gobernanza de datos abiertos del sistema.
3. Priorizar transparencia y el enfoque ciudadano en su diseño.

El CONPES también enfatiza el rol de las entidades territoriales en adoptar IA para resolver desafíos sociales y de infraestructura, como lo es la congestión y la eficiencia del transporte público (Cuántico, 2024).

6.2 Modernizar la infraestructura tecnológica de TransMilenio (buses y estaciones)

Para habilitar soluciones de IA, se requiere una infraestructura robusta que permita la captura, procesamiento y análisis de grandes volúmenes de datos en tiempo real. Conforme al CONPES 4144, es indispensable contar con:

1. Redes de conectividad estables (mínimo 4G).
2. Sistemas de almacenamiento y procesamiento en la nube.
3. Dispositivos de captura (sensores, cámaras, GPS, etc.)
4. Arquitectura de datos interoperable.

La integración de esta infraestructura permitirá, por ejemplo, habilitar mantenimiento predictivo en la flota, optimización dinámica de rutas, monitoreo de seguridad con visión artificial y análisis de patrones de demanda ciudadana, alineándose con el objetivo del CONPES de usar la IA para mejorar la eficiencia institucional y la prestación de servicios (Cuántico, 2024).

6.3 Formar talento técnico especializado en la IA aplicada al transporte

El CONPES 4144 prioriza la consolidación del talento humano como un pilar esencial para la implementación de la IA. En el caso de TransMilenio, esto se traduce en la necesidad de:

1. Capacitar personal técnico en manejo de datos, algoritmos y plataformas inteligentes.
2. Crear convenios con universidades para formación continua.
3. Establecer unidades de análisis dentro de TransMilenio con enfoque en IA.

Además, se recomienda promover esquemas de pasantías y vinculación temprana de jóvenes profesionales en ciencia de datos, como lo sugiere el eje estratégico del CONPES enfocado en el desarrollo de habilidades digitales (Cuántico, 2024).

6.4 Iniciar en ubicaciones y sistemas clave lanzando proyectos piloto

El CONPES plantea la importancia de estructurar casos de uso estratégicos que permitan demostrar los beneficios de la IA con bajo riesgo. Para TransMilenio, se recomienda:

1. Implementar pilotos focalizados en troncales de alta congestión.
2. Evaluar soluciones de IA para predicción de demanda, control de evasión o asignación de buses.
3. Escalar las tecnologías con base en resultados validados.

Este enfoque de “prototipado ágil”, promovido por la política nacional, permite construir capacidades institucionales mientras se obtienen resultados medibles, generando una hoja de ruta progresiva para la transformación del sistema (Cuántico, 2024).

Referencias

- Abduljabbar, R., Dia, H., Liyanage, S., & Bagloee, S. A. (2019). Applications of artificial intelligence in transport: An overview. *Sustainability*, 11(1), 189.
<https://doi.org/10.3390/su11010189>
- Ahmad, Z., Rahim, S., Zubair, M., et al. (2021). Artificial intelligence (AI) in medicine, current applications and future role with special emphasis on its potential and promise in pathology. *Diagnostic Pathology*, 16, 24. <https://doi.org/10.1186/s13000-021-01085-4>
- Alnasser, B. (2023). A review of literature on the economic implications of implementing artificial intelligence in healthcare. *E-Health Telecommunication Systems and Networks*, 12, 35–48.
<https://doi.org/10.4236/etsn.2023.123003>
- Avetisov, S., Sakr, A. H., Higuchi, T., Yamamuro, A., & Altintas, O. (2021). Awareness assessment of connected vehicles in highway driving: A perceived safety approach. *IEEE Vehicular Technology Magazine*, 16(3), 129–136. <https://doi.org/10.1109/MVT.2021.3076982>
- Beard, M. (2016, September 26). With robots, is a life without work one we'd want to live? The Guardian. <https://www.theguardian.com/sustainable-business/2016/sep/26/with-robots-is-a-life-without-work-one-we-want-to-live>
- Cuantico, W. (2025, April 9). CONPES 4144: Colombia's National Artificial Intelligence Policy.

<https://cuantico.com/en/conpes-4144-national-artificial-intelligence-policy/>

Escriba Gallego, A. (2005, April 30). La tecnología española aplicada a los sistemas inteligentes de transporte en la red de accesos a Bangkok. Carreteras, Revista Técnica de la Asociación Española de la Carretera. <https://trid.trb.org/view/945977>

Folgieri, R. (2016). Technology, artificial intelligence and Keynes' utopia: A realized prediction? In Bait M., Brambilla M., & Crestani V. (Eds.), Utopian Discourses Across Cultures (pp. 73–86). Frankfurt am Main: Peter Lang AG. <http://www.jstor.org/stable/j.ctv2t4bv7.8>

Herrera, L. A. (2014, December 4). Evaluación de la implementación de un sistema de recaudo electrónico de peajes en las carreteras nacionales de Colombia. <http://hdl.handle.net/10654/13298>

Jevinger, Å., Zhao, C., Persson, J. A., & Davidsson, P. (2023, November 20). Artificial intelligence for improving public transport: A mapping study. SpringerLink. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12469-023-00334-7>

Kejriwal, M. (2023). AI in practice and implementation: Issues and costs. In Artificial Intelligence for Industries of the Future. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-19039-1_2

Linares, A. (2025). La digitalización del transporte público: lecciones desde Asia. Revista de Innovación Pública y Tecnología, 8(2), 15–29.

Martinez, M. (2024, September 26). Paro camionero demostró que el sistema es frágil e inestable. Revista Pesquisa Javeriana.

<https://www.javeriana.edu.co/pesquisa/paro-camionero-2024/>

Miranda, A. (2024, September 6). Paro de transporte genera pérdidas económicas por \$30 mil millones en Bogotá. Secretaría Distrital de Desarrollo Económico.

[https://desarrolloeconomico.gov.co/paro-de-transporte-genera-perdidas-economicas-por-](https://desarrolloeconomico.gov.co/paro-de-transporte-genera-perdidas-economicas-por-30-mil-millones-en-bogota)

[3](https://desarrolloeconomico.gov.co/paro-de-transporte-genera-perdidas-economicas-por-30-mil-millones-en-bogota)

[0-mil-millones-en-bogota](https://desarrolloeconomico.gov.co/paro-de-transporte-genera-perdidas-economicas-por-30-mil-millones-en-bogota)

Molina, B. V., Tovar, J. M., & Valencia, G. E. (2024). Implementación de una plataforma tecnológica para la vinculación de actores de transporte de carga terrestre alcanzando eficiencia energética y ambiental en Colombia. Revista Disciplinaria en Ciencias Económicas y Sociales.

Nikitas, A., Michalakopoulou, K., Njoya, E. T., & Karampatzakis, D. (2020). Artificial intelligence, transport and the smart city: Definitions and conceptual dimensions. Urban Science, 4(3), 36. <https://doi.org/10.3390/urbansci4030036>

Ochoa, N. E., Ochoa Guevara, S. P., & Garzón Martínez, P. A. (2023). Big data y áreas de oportunidad para la proyección del sistema inteligente de transporte en Bogotá, Colombia. RHS - Revista Humanismo y Sociedad, 11(1).

<https://doi.org/10.22209/rhs.v11n1a09>

Quiroga, L. (2024, May 23). Sector transporte pierde \$5.000 millones por cada bloqueo en las vías de Colombia. El Tiempo.

<https://www.eltiempo.com/economia/sectores/sector-transporte-pierde-5-000-millones-por-cada-bloqueo-en-las-vias-de-colombia-3345396>

Stangor, C., & Walinga, J. (2020). 3.2 Psychologists use descriptive, correlational, and experimental research designs to understand behaviour.

<https://opentextbc.ca/introductiontopsychology/chapter/2-2-psychologists-usedescriptive-correlational-and-experimental-research-designs-to-understand-behavior/>

Suarez, A., & Alvarez, M. (2024, September 6). Colombia: Paro de transportistas afecta abastecimiento de alimentos, transporte público y colegios. Los Angeles Times.

<https://www.latimes.com/espanol/internacional/articulo/2024-09-06/colombia-paro-de-transportistas-afecta-abastecimiento-de-alimentos-transporte-publico-y-colegios>

Todisco, V., Campolo, C., Molinaro, A., Berthet, A. O., Stirling-Gallacher, R. A., & Bazzi, A.

(2024). Full duplex based collision detection to enhance the V2X sidelink autonomous mode. Computer Networks, 254, 110763. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2024.110763>

Tselentis, D. I. (2023, March 28). The usefulness of artificial intelligence for safety assessment of different transport modes. Accident Analysis & Prevention.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457523000817>

Valencia, J., Ramírez, T., Castañeda, L., & Toro, M. (2020). Detección de infracciones y matrículas en motocicletas mediante visión artificial. Revista Ibérica de Sistemas e

Tecnologias de Informação, 37, 1–15. <https://doi.org/10.17013/risti.37.1-15>

Wang, H., Zhang, X., Li, J., Li, B., Gao, X., Hao, Z., Fu, J., Zhou, Z., & Atia, M. (2023). Driving risk cognition of passengers in highly automated driving based on the prefrontal cortex activity via fNIRS. *Scientific Reports*, 13(1).

<https://doi.org/10.1038/s41598-023-41549-9>

Zach, S., & Ophir, M. (2020, April 4). Using simulation to develop divergent and reflective thinking in teacher education. *Sustainability*, 12(7), 2879.

<https://www.mdpi.com/2071-1050/12/7/2879>

Anexo 1: Encuesta

Sección 1: Información General

1. ¿Cuál es el tamaño de su empresa?
 - a) Pequeña (menos de 50 empleados)
 - b) Mediana (50-250 empleados)
 - c) Grande (más de 250 empleados)
2. ¿Cuál es el alcance de operación de su empresa?
 - a) Nacional
 - b) Regional
 - c) Internacional

Sección 2: Costos de Implementación

3. ¿Considera que los costos de implementación de IA son una barrera para su empresa?
 - a) Sí, una barrera muy significativa
 - b) Sí, una barrera moderada
 - c) No, no es una barrera significativa
4. ¿Qué porcentaje del presupuesto de su empresa se destina a la tecnología y digitalización?
 - a) Menos del 5%
 - b) 5-10%
 - c) Más del 10%
5. ¿Qué aspecto del costo considera más desafiante para la adopción de IA?
 - a) Costo de hardware y software
 - b) Costo de capacitación del personal
 - c) Costo de mantenimiento y soporte técnico
 - d) Todos los anteriores

Sección 3: Infraestructura Tecnológica

6. ¿Cuenta su empresa con la infraestructura tecnológica adecuada para implementar IA (conectividad, almacenamiento, seguridad de datos, etc.)?
 - a) Sí, completamente
 - b) Parcialmente
 - c) No, carece de infraestructura adecuada
7. En una escala del 1 al 5, ¿qué tan importante considera que es contar con una infraestructura tecnológica robusta para adoptar IA?
 - 1 - Nada importante
 - 2 - Poco importante
 - 3 - Neutral
 - 4 - Importante
 - 5 - Muy importante

Sección 4: Grado de Adopción de IA en el Sector

8. ¿Cuánto conoce sobre la adopción de IA por parte de otras empresas en su sector?
- ☐ a) Conozco mucho
 - ☐ b) Conozco algo
 - ☐ c) No tengo información
9. ¿La adopción de IA en otras empresas del sector influye en la decisión de su empresa de implementar IA?
- ☐ a) Sí, influye mucho
 - ☐ b) Sí, influye algo
 - ☐ c) No influye

Sección 5: Políticas Gubernamentales

10. ¿Considera que el gobierno proporciona suficiente apoyo e incentivos para la adopción de IA en el sector del transporte?
- ☐ a) Sí, suficiente apoyo
 - ☐ b) Algo de apoyo
 - ☐ c) No, apoyo insuficiente
11. En una escala del 1 al 5, ¿qué tan importante cree que es el apoyo gubernamental (incentivos fiscales, subvenciones, etc.) para la adopción de IA en el transporte?
- ☐ 1 - Nada importante
 - ☐ 2 - Poco importante
 - ☐ 3 - Neutral
 - ☐ 4 - Importante
 - ☐ 5 - Muy importante

Sección 6: Opinión General

12. ¿Cuáles cree que son los principales beneficios de adoptar IA en el sector del transporte? (Seleccione los que considere más relevantes)
- ☐ a) Mayor eficiencia operativa
 - ☐ b) Reducción de costos a largo plazo
 - ☐ c) Mejora en la seguridad
 - ☐ d) Otros (especifique): _____
13. ¿Cuál es su nivel de interés en implementar IA en su empresa en los próximos 2 años?
- ☐ a) Muy interesado
 - ☐ b) Algo interesado
 - ☐ c) Poco interesado
 - ☐ d) No interesado

Gracias por su participación en esta encuesta.

Anexo 2: Solicitud Ministerio de Transporte

Bogotá, Colombia 11 de marzo 2025

**Señores
Ministerio de Transporte de Colombia**

Atención: Oficina de Atención al Ciudadano

Asunto: Solicitud de información sobre los costos de implementación de Inteligencia Artificial en el sector transporte.

Yo, **Juan Antonio Montoya** identificado(a) con cédula de ciudadanía No. **1000944793** domiciliado(a) en **Carrera 2 este #70ª-82** correo electrónico **pollomont17@gmail.com**, en ejercicio del derecho de petición consagrado en el artículo 23 de la Constitución Política de Colombia y la Ley 1755 de 2015, me permito solicitar la siguiente información:

1. **Proyectos actuales o planificados** por el Ministerio de Transporte que involucren la implementación de Inteligencia Artificial en el sector transporte.
2. **Costos estimados o reales** asociados a la implementación de IA en dichos proyectos.
3. **Fuentes de financiación** utilizadas o previstas para cubrir estos costos.
4. **Beneficios esperados o alcanzados** con la implementación de IA en el sector transporte.

Fundamentos Legales:

Esta solicitud se fundamenta en el artículo 23 de la Constitución Política de Colombia y en la Ley 1755 de 2015, que regulan el derecho fundamental de petición.

Notificaciones:

Agradezco que la respuesta a esta petición sea enviada al correo electrónico **pollomont17@gmail.com** o a la dirección física **Carrera 2 este #70ª-82 apto 301**

Atentamente,



**Juan Antonio Montoya Bonilla
Marzo 11, 2025**



Para contestar cite:

Radicado MT No.: 20253070365221



27-03-2025

Bogotá

Señor:

JUAN ANTONIO MONTOYA

Carrera 2 este #70A-82 Apto 301

Correo electrónico: pollomont17@gmail.com

Ciudad.

Asunto: Respuesta a solicitud de información sobre costos de implementación de Inteligencia Artificial en el sector transporte

Respetado señor Montoya,

En atención a su derecho de petición, consagrado en el artículo 23 de la Constitución Política de Colombia y regulado por la Ley 1755 de 2015, nos permitimos dar respuesta a su solicitud relacionada con la implementación de Inteligencia Artificial (IA) en el sector transporte.

El Ministerio de Transporte, en su constante proceso de innovación tecnológica, se encuentra en fase de evaluación para la adopción de tecnologías emergentes como la Inteligencia Artificial. Esta evaluación busca garantizar una implementación segura y responsable de la IA en sistemas y procesos, con el objetivo de transformar la entidad y agilizar operaciones que hoy en día podrían beneficiarse de esta tecnología, siempre priorizando la eficiencia y los beneficios generales para la ciudadanía.

A continuación, damos respuesta a sus inquietudes específicas:

1. **Proyectos actuales o planificados con IA:** Actualmente, el Ministerio de transporte se encuentra en fase de exploración y análisis de viabilidad para la adopción de IA en procesos de gestión del transporte y optimización de datos. Algunos de los estudios preliminares incluyen su posible aplicación en análisis predictivos, automatización, y monitoreo inteligente de infraestructura.
2. **Costos estimados o reales de implementación:** Al encontrarse en una fase de evaluación, los costos específicos aún no han sido determinados. Sin embargo, dentro del estudio de viabilidad se consideran variables como infraestructura tecnológica, capacitación del personal, desarrollo e integración con los sistemas actuales, licenciamientos.
3. **Fuentes de financiación:** La financiación de estos proyectos podría involucrar recursos propios de la entidad, cooperación internacional todo dependiendo del alcance y los resultados de la evaluación en curso.
4. **Beneficios esperados** con la implementación de IA: Se prevé que la adopción de IA contribuya a:

1

Ministerio de Transporte

Recuerde que no debe hacer ningún tipo de pago para agilizar trámites en el Ministerio de Transporte.

Denuncie presuntos actos de corrupción en los trámites y servicios de la Entidad al 018000 110950

Atención virtual de lunes a viernes de 7:00 a.m. A 5:00 p.m., agendando su cita a través del enlace: <https://bit.ly/2UFieTF>

Línea de servicio al ciudadano: (+57 601) 3240800 opción 1. Línea gratuita nacional: 01 8000 112042

Radicación de PQRS-WEB: <https://mintransporte.powerappsportals.com>

Correo electrónico: servicioalciudadano@mintransporte.gov.co de lunes a viernes de 7:30 a.m. A 4:30 p.m.

Documento firmado digitalmente por el Ministerio de Transporte.
Esta es una copia auténtica de documento electrónico.
Generado el: 2025-03-27

www.mintransporte.gov.co





Para contestar cite:

Radicado MT No.: 20253070365221



27-03-2025

- Optimizar los tiempos de respuesta en trámites y servicios.
- Mejorar la toma de decisiones basada en datos, incorporando componente de IA que permita a usuarios interactuar en lenguaje natural con los sistemas que se definan.
- Fortalecer la seguridad y eficiencia.
- Reducir costos operativos a largo plazo mediante la automatización de procesos y consultas clave.

Agradecemos su interés en este tema y lo invitamos a mantenerse atento a futuras actualizaciones sobre el proceso de adopción de IA en el Ministerio de Transporte.

Atentamente,

GUSTAVO ADOLFO VELEZ ACHURY
Asesor del despacho – Coordinador GTIC

Anexo: No aplica
Copia: No aplica

Elaboró: Jhonatán Cubillos
Revisó: Solangel Villarreal

Documento firmado digitalmente por el Ministerio de Transporte.
Esta es una copia auténtica de documento electrónico.
Generado el: 2025-03-27
www.mintransporte.gov.co



2

Ministerio de Transporte

Recuerde que no debe hacer ningún tipo de pago para agilizar trámites en el Ministerio de Transporte.

Denuncie presuntos actos de corrupción en los trámites y servicios de la Entidad al 018000 110950

Atención virtual de lunes a viernes de 7:00 a.m. A 5:00 p.m., agendando su cita a través del enlace: <https://bit.ly/2UFieTF>

Línea de servicio al ciudadano: (+57 601) 3240800 opción 1. Línea gratuita nacional: 01 8000 112042

Radicación de PORS-WEB: <https://mintransporte.powerappsportals.com>

Correo electrónico: servicioalciudadano@mintransporte.gov.co de lunes a viernes de 7:30 a.m. A 4:30 p.m.

Anexo 3 Respuesta derecho de petición

Anexo 4 Transcripción de la entrevista a Paula Gonzalez - CEO de copiloto

Santiago Peralta:

Bueno, listo, Paula. Primero que nada, muchísimas gracias por aceptar esta entrevista. De verdad que tu experiencia en el sector y como CEO de Copiloto es muy valiosa para esta investigación. Te cuento un poco: mi tesis de grado trata sobre la implementación de inteligencia artificial en el transporte público de Bogotá. Esta conversación tomará menos de 30 minutos y será utilizada únicamente con fines académicos. Primero, quería preguntarte, desde la perspectiva de Copiloto, ¿cuáles son los principales desafíos de movilidad y logísticos que enfrentan actualmente en Bogotá?

Paula González:

Gracias, Santiago. Para darte un poco de contexto, en Copiloto nos especializamos en transporte por carretera, pero también estamos trabajando en el ecosistema de movilidad urbana y transporte en general. Uno de los principales desafíos en Bogotá es la falta de integración entre los diferentes modos de transporte, lo que reduce la predictibilidad del tráfico. Esto genera congestión vehicular e ineficiencias que impactan tanto a las empresas como a los ciudadanos.

Santiago:

Perfecto. ¿Qué tan eficiente consideras que es el sistema de transporte público actual y qué impacto tienen las operaciones del sector privado?

Paula:

Ha habido avances importantes e inversiones significativas, pero persisten desafíos en cobertura, calidad del servicio y seguridad. Esto ha llevado a que muchas personas opten por soluciones privadas, lo cual incrementa la carga vial.

Santiago:

En cuanto a estas soluciones privadas, ¿cuáles crees que son los mayores retos en su adopción por parte de la ciudadanía?

Paula:

Hay un tema cultural importante. Muchos ciudadanos tienen miedo o desconfianza hacia las nuevas tecnologías. Aunque su implementación puede implicar un costo inicial, los beneficios en eficiencia y reducción de costos son significativos. Un ejemplo claro es el recaudo electrónico con tags, donde solo se ha logrado un 30% de penetración después de varios años.

Santiago:

¿Copiloto ha explorado o implementado soluciones basadas en inteligencia artificial?

Paula:

Sí, estamos explorando IA en atención al cliente y experiencia de usuario (UX). Buscamos mejorar la eficiencia operativa y la analítica de datos para facilitar la toma de decisiones. La IA es una herramienta clave para lograr eso.

Santiago:

¿Cuáles aplicaciones de IA crees que tienen mayor potencial en el sector transporte en Bogotá?

Paula:

La analítica de datos es fundamental, especialmente para el análisis de demanda y la planificación del servicio. También la predicción del tráfico, la optimización de rutas en tiempo real, el mantenimiento predictivo y la gestión inteligente de flotas.

Santiago:

¿Consideras que los costos de adopción de IA son una barrera para las empresas privadas?

Paula:

Sí, especialmente para pequeñas y medianas empresas. Aunque las grandes ya están viendo el retorno de inversión en el mediano plazo, muchas pymes aún no están listas cultural ni financieramente para esta transformación.

Santiago:

¿Qué beneficios económicos y operativos podría traer la IA al transporte urbano?

Paula:

Reducción del consumo de combustible, menor desgaste de vehículos, menos errores humanos, mejor planificación y alertas tempranas. Todo eso se traduce en eficiencia operativa.

Santiago:

¿Consideras que Bogotá tiene la infraestructura tecnológica necesaria para soportar soluciones inteligentes de movilidad?

Paula:

Sí, se han hecho inversiones importantes, incluso en zonas rurales. Lo que falta es interoperabilidad entre sistemas y plataformas abiertas. Hay semáforos inteligentes que incluso la ciudadanía desconoce.

Santiago:

¿Ves viable que la IA optimice la operación de TransMilenio?

Paula:

Totalmente. La IA puede adaptarse en tiempo real a los flujos de vehículos, mejorar la planificación, reducir tiempos de espera y optimizar la movilidad general.

Santiago:

¿Ha habido apoyo del gobierno para estas iniciativas?

Paula:

Poco. Se han hecho esfuerzos aislados, pero no hay una estrategia integrada. Hace falta una alianza público-privada y capacitación en talento humano. El gobierno aún no ha tomado un rol activo en esto.

Santiago:

¿Cómo imaginas el sistema de transporte de Bogotá en 10 años si se implementa bien la IA?

Paula:

Sueño con un sistema integrado como en otras ciudades del mundo. Una app que te diga qué ruta tomar, cuánto se demora el bus o si tomar una patineta eléctrica. Para lograrlo, necesitamos inversión tecnológica, cultura y regulación. Hoy cada actor trabaja por su lado: taxis, Uber, TransMilenio, etc. Hace falta articular e integrar.

Santiago:

Totalmente de acuerdo. Paula, muchísimas gracias por tu tiempo y por compartir tu experiencia.

Te enviaré los resultados de la tesis. ¡Mil gracias!

Paula:

Gracias a ti, Santiago. Muchísimos éxitos.

Anexo 5 Transcripción de la entrevista Mateo Rabbal

Santiago Peralta:

¿Cuáles son los principales desafíos que enfrenta su empresa en términos de movilidad y logística dentro de Bogotá?

Mateo Rabbal:

Los principales desafíos que enfrentamos son las restricciones en las diferentes zonas de la ciudad y las limitaciones de movilidad asociadas al pico y placa, tanto para el ingreso como para el recorrido dentro de Bogotá.

Santiago:

¿Qué tan eficiente considera el sistema de transporte público en la ciudad, y qué impacto tiene en el sector privado?

Mateo:

El sistema de transporte público aún no cumple con la cobertura necesaria para todos los usuarios, aunque sí contempla la cobertura del área de Bogotá.

Santiago:

¿Ha explorado su empresa la posibilidad de implementar inteligencia artificial en la gestión de transporte y logística? ¿Por qué sí o por qué no?

Mateo:

Sí, la hemos explorado porque buscamos siempre mejoras continuas que nos permitan disminuir los costos y los tiempos de respuesta en los procesos internos.

Santiago:

¿Qué aplicaciones de IA cree que serían más útiles para mejorar la eficiencia y seguridad del transporte en Bogotá?

Mateo:

La optimización de rutas y la gestión de flotas.

Santiago:

¿Considera que los costos de implementación de IA representan una barrera significativa para su adopción en el sector transporte?

Mateo:

No. Aunque las inversiones iniciales son altas, se proyecta un retorno a largo plazo mediante mejoras en los procesos internos, con avances sostenidos en un periodo superior a siete años.

Santiago:

¿Qué impacto cree que tendría la IA en la reducción de costos operativos y la optimización del servicio de transporte?

Mateo:

Tendría un impacto significativo: reducción de costos de nómina, mejora en los tiempos de proceso y disminución de costos operativos.

Santiago:

¿Cómo califica la infraestructura tecnológica actual de Bogotá en relación con la implementación de soluciones inteligentes en el transporte?

Mateo:

No conozco a profundidad la infraestructura tecnológica de la ciudad.

Santiago:

¿Cree que la inteligencia artificial podría mejorar la sincronización de semáforos y la gestión del tráfico en la ciudad?

Mateo:

Sí, considero que sería una implementación con impacto significativo. Ya ha sido aplicada en otras ciudades del mundo con éxito.

Santiago:

¿Considera que la IA podría mejorar la planificación y operación de sistemas de transporte masivo como TransMilenio? ¿De qué manera?

Mateo:

Sí, aunque es necesario invertir más en equipos para ampliar la cobertura a toda la población de Bogotá.

Santiago:

¿Qué tan viable cree que es la implementación de sistemas de detección de infracciones y control de tráfico basados en IA?

Mateo:

Muy viable. La IA puede generar controles de cumplimiento tanto para vehículos como para conductores.

Santiago:

¿Cómo imagina el sistema de transporte de Bogotá en los próximos 10 años con el avance de la IA y otras tecnologías?

Mateo:

Mucho más robusto, con mayor cobertura, sistemas distintos a TransMilenio y mejores vías para circular.

Santiago:

¿Qué recomendaciones haría a las autoridades para fomentar la implementación de IA en el transporte de Bogotá?

Mateo:

Realizar socializaciones a las empresas sobre las ventajas de implementar herramientas de inteligencia artificial.

Santiago:

¿Algún comentario adicional?

Mateo:

Se deberían generar incentivos económicos a las empresas que promuevan la adopción de IA en sus operaciones, con el fin de beneficiar al usuario final.