

El Internet de las Cosas: beneficios y retos para su utilización en el transporte público de la Gran Área Metropolitana de Costa Rica

German Iván Chacón Arrieta¹, Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología
2022

Introducción

El servicio de transporte público que se brinda en la Gran Área Metropolitana (GAM) es en gran medida ineficiente debido a la poca información que la población tiene sobre cambios de rutas, horarios y atrasos que se puedan presentar. Además, como consecuencia de esto, muchas personas han optado por buscar sus propios medios de traslado, ya sea con un vehículo particular o bien de carácter privado. Esto causa un aumento de la flota vehicular en carretera, lo cual, a su vez, provoca que los tiempos de traslados sean más extensos de lo habitual, perjudicando aún más a las personas que continúan utilizando el transporte público.

La demanda del transporte público va en disminución y el problema se agrava aún más cuando se presentan las llamadas “horas pico”. Lamentablemente, esto afecta directamente la calidad de vida de las personas, debido a que una parte importante de su tiempo se gasta en movilizarse (Agüero Valverde *et al.*, 2021, pág. 1).

La mejora en estos servicios es, sin duda, una necesidad más que un capricho, por lo que la presente investigación es de suma importancia para mostrar la capacidad que tiene el Internet de las Cosas como medio para la mejora del servicio de transporte público en la GAM. Características tan sencillas como la planificación de los viajes puede ahorrarles tiempo a los expectantes usuarios que en una parada de autobús no saben si su transporte llegará a tiempo o si tuvo un atraso.

Además, la investigación busca brindarle a la población, la información necesaria para justificar la implementación del Internet de las Cosas en el transporte público, trayendo a colación los posibles beneficios que se obtendrían. Así mismo, se pretende evidenciar los principales retos de conectividad en su posible implementación, porque a pesar de

¹ Licenciado en Ingeniería Informática con énfasis en Redes y Sistemas Telemáticos de la Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología. Bachiller en Ingeniería en Sistemas de Computación de la Universidad Fidélitas. Miembro del Colegio de Profesionales en Informática. Sus estudios en el área de informática le han permitido participar en proyectos de automatización de procesos, así como la innovación de sistemas tipo ERP y sistemas telemáticos. Actualmente se desempeña en un puesto de jefatura de TI para la Caja de Préstamos y Descuentos de los Empleados del Poder Judicial.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7893-7950>

Correo: gchacon@outlook.com

que Costa Rica es un país con amplia conectividad, existen vacíos en torno a instituciones del Estado que al parecer no han tomado con seriedad una posible implementación de la red 5G (Angulo Zamora, 2021).

Una solución que no solamente brinde información de horarios, rutas y costos de los viajes, sino que además recolecte datos de monitoreo en tiempo real y análisis de la información relacionada para que sean utilizados por las empresas concesionarias con el fin de tomar mejores decisiones en pro de aumento de la calidad de estos servicios, puede acercarnos a tener ciudades inteligentes. El Internet de las Cosas puede llegar tan lejos como la imaginación pueda volar, pero al mismo tiempo se tiene que ser realista en torno a la cultura y legislación de Costa Rica, para que la solución aporte valor al cumplimiento del Objetivo 11 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Pregunta de investigación

¿Cómo puede ser aprovechado el Internet de las Cosas en la Gran Área Metropolitana para mejorar el transporte público, cumpliendo de esta forma con los Objetivos de Desarrollo Sostenible en Costa Rica?

Objetivo general

Justificar la importancia de la inclusión del Internet de las Cosas en la operación del transporte público del Gran Área Metropolitana, a fin de buscar un beneficio social para su población.

Objetivos específicos

1. Demostrar la eficacia de la tecnología del Internet de las Cosas en el planeamiento del sistema de transporte público.
2. Argumentar mediante un caso de éxito, la necesidad de implementar una solución automatizada en el sistema de transporte público de la Gran Área Metropolitana.
3. Comprobar si Costa Rica tiene en la Gran Área Metropolitana, la accesibilidad adecuada para la conexión a internet.
4. Hipotetizar el aprovechamiento que obtendría la sociedad utilizando el Internet de las Cosas en el transporte público, como medio para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.
5. Demostrar los principales retos que existen en el sistema de transporte público de la GAM, de cara al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Forma de alcanzar los objetivos

La presente investigación es de tipo cuantitativa, por lo que para cumplir con los objetivos propuestos se tomaron fuentes de información primarias tales como EBSCO, IEEE Xplore, Google Scholar, CONARE-PEN y los ODS.

Como apoyo a lo anterior, se utilizaron fuentes digitales secundarias, como sitios que ofrezcan casos de éxitos en ciudades de diferentes partes del mundo y testimonios que evidencien el valor que genera el uso de la tecnología en el diario vivir.

Revisión bibliográfica

El Internet de las Cosas (IoT) se usa en muchos ámbitos de la vida cotidiana, para entender mejor qué es lo que hace, Arias-Aranda *et al.* (2021) señalan sobre esta tecnología, que

permite que numerosos dispositivos permanezcan permanentemente conectados a la red y transmitan datos sin interrupción. De este modo, se genera una interacción constante con el entorno para tener un mayor control sobre las diferentes variables, minimizando los riesgos y controlando las posibles desviaciones. Permite la interconexión de dispositivos físicos y virtuales que pueden, a su vez, interactuar entre sí (p. 654).

Estos dispositivos pueden ser integrados en los autobuses; la serie de sensores con los que ya cuentan le ayudan al conductor a anticiparse a un posible riesgo, por lo que también es posible monitorear esto de manera remota. La iniciativa de conectar estos medios de transporte consiste en brindar una solución integral, como lo dicen Kang *et al.* (2016): “llamamos un Bus de Sensor Empresarial móvil (M-ESB) para el Internet de las Cosas, donde estos tres patrones de diseño inteligente, dispositivos inteligentes, ambientes inteligentes e interacción inteligente están combinados” (p.1). (Traducción libre del autor).

Los autobuses son dispositivos inteligentes porque actúan como un nodo en la red, esto es posible gracias a que el

sistema de transporte público utiliza etiquetas de Identificador de Radio Frecuencia para rastrear el transporte público para tener datos en vivo sobre las paradas cubiertas por los autobuses. Esto también usa GSM/GPRS (Sistema Global para Móviles / Procedimiento de búsqueda adaptativa) para notificar al pasajero acerca de su estado actual en carretera” (Patel *et al.*, 2019, p. 40). (Traducción libre del autor).

Es de gran ayuda saber el estado de un automotor, no solo para el conductor, sino también para las empresas, porque el “instalar dispositivos en su automóvil que

reconozcan problemas mecánicos y reduzcan el riesgo de un incidente”. (Patel, *et al.*, 2019, p. 1). (Traducción libre del autor).

Los ambientes inteligentes se pueden observar desde dos puntos, el primero está relacionada con el estado de la ruta de los autobuses, donde

el algoritmo de detección de congestión de tráfico basado en GPS fue propuesto como una aplicación de Sistema de Transporte Inteligente. Usando datos de GPS y un Sistema de Información Geográfica, la velocidad, la distancia recorrida y el tiempo de viaje que toman los autobuses se pueden derivar mediante los datos de flujo de vehículos de los sensores de tráfico integrados. (Kang *et al.*, 2016, p. 3) (Traducción libre del autor).

Además, es necesario la implantación de un sistema de predicción, como lo indican Foell *et al.* (2015) cuando señalan que “comprender el comportamiento de los usuarios de autobús es importante para el futuro desarrollo de la personalización de sistemas de información de transporte que pueden proveer asistencia proactiva a los usuarios” (p.6). (Traducción libre del autor).

El otro punto se relaciona con los autobuses en sí. Kange *et al.* (2016) mencionan que en una investigación se instalaron sensores para determinar la contaminación en el aire, para lo cual el primer paso fue realizar “un estudio de monitoreo del aire en un autobús escolar para resaltar que la exposición prolongada al aire contaminado podría causar enfermedades respiratorias a los niños” (p.2) (Traducción libre del autor). Se intuye que el estudio fue un éxito, debido a que posterior a esto “se instalaron 22 estaciones de monitoreo de la contaminación del aire en Beijing que cubren un área de 50 x 50 km” (p. 2) (Traducción libre del autor).

Cuando se habla de un sistema que interactúe de manera inteligente, deben contemplarse los medios de pagos electrónicos, o bien “un sistema de tiquetes que ayude a los usuarios en escoger entre diferentes tipos de tiquetes, por ejemplo, tarjetas de viaje mensual o semanal, las que se ajusten mejor a la necesidad de los viajeros” (Foell *et al.*, 2015, p. 3). (Traducción libre del autor).

En Londres, Inglaterra, la entidad gubernamental Transport For London “ha implementado una enorme red de recopilación de datos a través de dispositivos, como sistemas de emisión de tiquetes, sensores insertados en vehículos y señales de tránsito, pero también mediante encuestas, grupos focales y redes sociales” (Melis *et al.*, 2016) (Traducción libre del autor).

Además, los mismos autores, Melis *et al.* (2016), afirman que:

estos datos tienen múltiples usos: por ejemplo, en un solo “*journey mapping*” (nombre de aplicación para dispositivos móviles). La aplicación puede agregar datos anónimos para permitir el estudio de los flujos generales o producir mapas en tiempo real que muestren a los pasajeros el estado de la red, así como análisis

más individuales a través de hábitos de viaje personalizados. El análisis de datos también ayuda a Transport For London a responder de manera ágil cuando ocurren eventos inesperados y los datos de viaje también se utilizan para identificar a los clientes que usan rutas específicas regularmente y enviarles actualizaciones de viaje personalizadas (p.3). (Traducción libre del autor).

La ciudad de Lisboa, en Portugal, alberga en su área metropolitana 2.8 millones de habitantes, muy semejante a la población de la Gran Área Metropolitana de Costa Rica, con 3.1 millones de habitantes. El Internet de las Cosas se ha sabido manejar en esta ciudad europea debido a que cuentan con varios sistemas de predicción de llegadas del transporte público y de formas de pago.

De acuerdo con Oliveira Cruz y Sarmiento (2020),

en los últimos años, cada operador ha estado tratando de mejorar la experiencia de sus usuarios, así como facilitar los pagos e integrar los sistemas de tarifas. Esto impulsó hacia el sistema de emisión de boletos de transporte intermodal, que es utilizado por todos los principales operadores de transporte público en Lisboa (p.10). (Traducción libre del autor).

Los mismos autores resaltan que dentro de sus fortalezas se encuentra que

el desarrollo de varias aplicaciones ha permitido un alto nivel de madurez en las soluciones existentes; las aplicaciones están bien establecidas y los usuarios se están familiarizando con la digitalización de la experiencia de transporte; hay un crecimiento en el uso del transporte público, al menos hasta la pandemia de COVID 19 (p.11). (Traducción libre del autor).

Por lo anterior es que no solamente es necesario que la flotilla de transporte público cuente con dispositivos conectados a internet, sino también los usuarios de este servicio. Angulo (2021) explica que “al 2020, el 96,3% de los costarricenses poseen teléfono celular, valor de crecimiento constante desde el 2010 siendo la principal forma de alcanzar la conexión a Internet” (p.19). Señala esta autor también que principalmente en la Gran Área Metropolitana de Costa Rica,

la tenencia de celular con conectividad ha sido una de las herramientas más importantes para combatir la brecha digital ya que los programas de Fonatel de espacios públicos conectados, hogares conectados y la instalación de torres celulares en Comunidades Conectadas, facilita que, cualquier ciudadano con un celular, acceda a Internet (Angulo, 2021, p.17).

De cara al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, Naciones Unidas (2018) menciona en el punto 11.3, el objetivo de que “de aquí a 2030, proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos y mejorar la seguridad vial” (p. 51).

El que en la GAM de Costa Rica se pueda contar con un sistema integral de monitoreo de los autobuses que a su vez sea seguro para las personas que lo utilicen es una realidad, debido a que “la tecnología de sensores debería ser capaz de visualizar accidentes y, por lo tanto, realizar un movimiento evasivo, disminuyendo su evento y gravedad” (Jalaney y Ganesh, 2019). (Traducción libre del autor).

Así mismo, es una solución sostenible debido a que, si se integran los sensores de contaminación en los autobuses se pueden tomar decisiones sobre la mejora del medio ambiente, tal y como se hace en Beijing, China, tal como lo afirman Kang *et al.* (2016), con respecto al

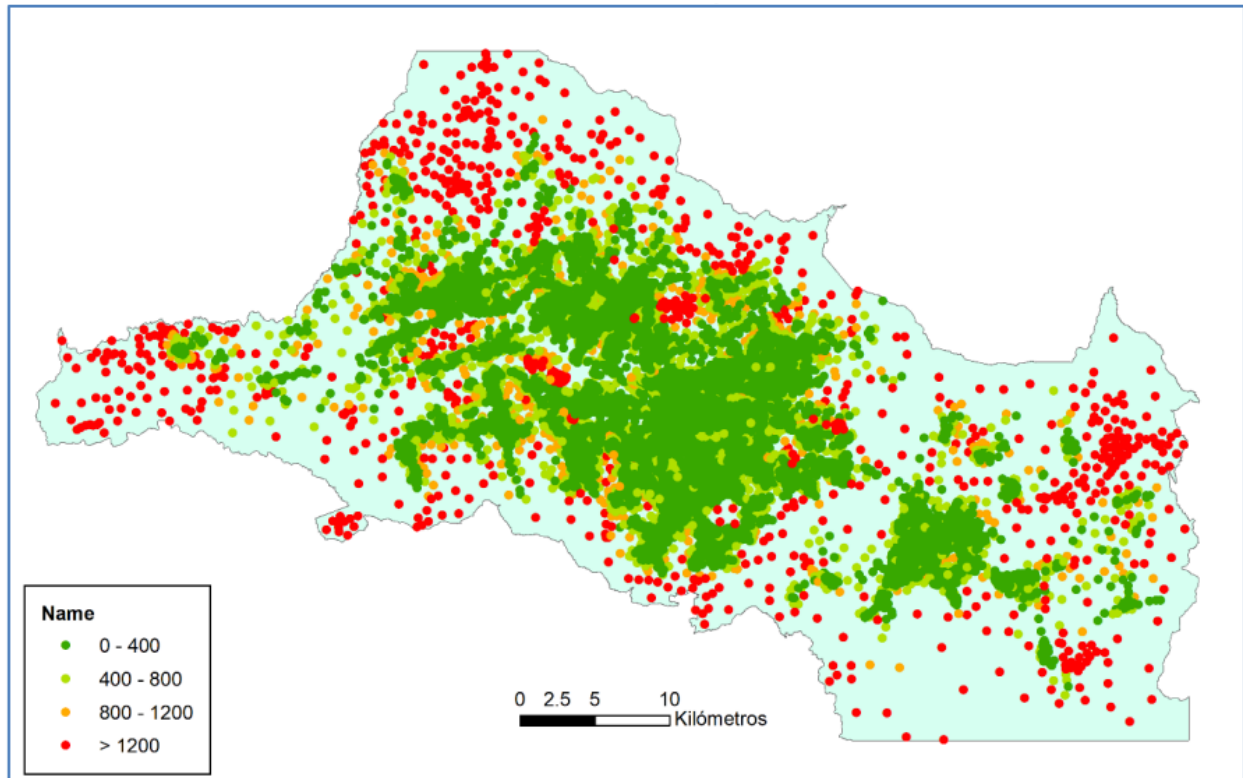
sistema de monitoreo de contaminación de CO en tiempo real basado en la nube para manejar datos híbridos de una red de recopilación de datos a bordo en el transporte público combinado con datos de dispositivos de detección personales, que consisten en sensores móviles de calidad del aire y el uso de teléfonos inteligentes como enrutadores de datos móviles (p. 3). (Traducción libre del autor).

Por otra parte, la implementación de una solución de IoT en el sistema de transporte público de la Gran Área Metropolitana representa retos, tales como la construcción de carreteras, pues “el 84% de la construcción en carreteras durante el periodo 2014-2020 se concentró en 23 cantones” (Sánchez Hernández, 2021). De estos cantones se pueden mencionar los de la Gran Área Metropolitana, Alajuela, Heredia, Cartago, San José, Curridabat, Tibás, Santa Ana. “La GAM abarca 31 cantones de cuatro provincias y se espera que al año 2030 su desarrollo inmobiliario sea aún mayor” (Quesada Acuña, 2018), lo cual es preocupante debido a que los esfuerzos por igualdad cantonal no existen.

Otro tema que preocupa es la accesibilidad al transporte público. La figura 1 muestra la clasificación de las distancias hacia las paradas de buses más cercanas.

Figura 1.

Clasificación de las unidades geoestadísticas mínimas según la distancia a la ruta de bus más cercana.



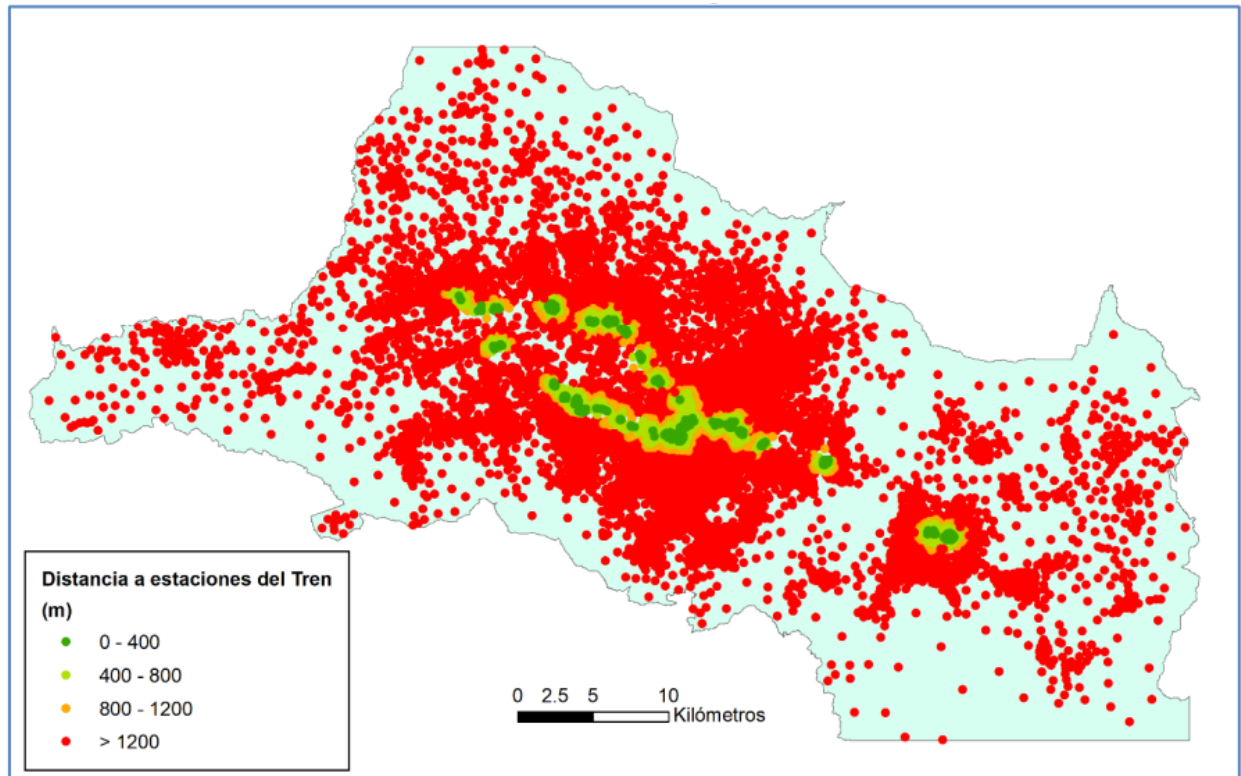
Fuente: *Patrones de movilidad en transporte público en la Gran Área Metropolitana de Costa Rica: desafíos e impactos*, Agüero Valverde, J., Pujol Mesalles, R., y Pérez Molina, E., 2021, CONARE-PEN, p. 6

Por lo anterior, Agüero *et al.* (2021) afirman que “hay algunas zonas en la parte central de la GAM que presentan deficiencias en la cobertura espacial del sistema de transporte público pues no tienen una ruta a menos de 1.200 m” (p. 6), lo que equivale a 15 minutos promedio caminando, para llegar a su parada de autobús.

El servicio de tren urbano tampoco queda lejos del alcance de esta investigación, ya que todo lo referente al Internet de las Cosas que se ha mencionado hasta el momento aplica de igual forma para este medio de transporte. La figura 2 muestra la clasificación de las distancias a la parada de tren más cercana.

Figura 2.

Clasificación de las unidades geoestadísticas mínimas según la distancia a la estación de tren más cercana.



Fuente: Patrones de movilidad en transporte público en la Gran Área Metropolitana de Costa Rica: desafíos e impactos, Agüero Valverde, J., Pujol Mesalles, R., y Pérez Molina, E., 2021, CONARE-PEN, p. 7

El reto más grande en este medio es la accesibilidad, ya que es mucho más marcado que en el caso de autobuses. “Más de un 87% de la población se encuentra a más de 1.200 m de una estación de tren” (Agüero Valverde, *et al.*, 2021, p.6).

Metodología de la investigación

La presente investigación es de tipo cuantitativa, ya que “intenta generalizar los resultados encontrados en un grupo o segmento (muestra) a una colectividad mayor (universo o población). También se busca que los estudios efectuados puedan replicarse” (Hernández Sampieri, *et al.*, 2014, p. 6). Los mismos autores afirman que este enfoque “sigue rigurosamente el proceso y, de acuerdo con ciertas reglas lógicas, los datos generados poseen los estándares de validez y confiabilidad, las conclusiones derivadas contribuirán a la generación de conocimiento” (p. 6).

Ahora bien, no existe un proyecto o investigación consolidada en torno al Internet de las Cosas aplicada en el transporte público del Gran Área Metropolitana de Costa Rica, por lo que el alcance de esta investigación es de tipo exploratorio, ya que su “objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes” (Hernández Sampieri *et al.*, 2014, p. 91). Así mismo este documento es la base para indagar sobre nuevos temas de investigación, ya que, como lo continúan mencionando estos autores,

los estudios exploratorios sirven para preparar el terreno y, por lo común, anteceden a investigaciones con alcances descriptivos, correlacionales o explicativos. Por lo general, los estudios descriptivos son la base de las investigaciones correlacionales, las cuales a su vez proporcionan información para llevar a cabo estudios explicativos que generan un sentido de entendimiento y están muy estructurados (Hernández Sampieri *et al.*, 2014, p.90).

La población de la Gran Área Metropolitana es de aproximadamente 3.1 millones de personas, por lo que la recolección de datos se realizó por medio de una encuesta (véase el anexo 1). Se tomó una muestra de 50 personas mayores de 18 años, siendo esta una muestra de tipo probabilística, debido a que

todos los elementos de la población tienen la misma posibilidad de ser escogidos para la muestra y se obtienen definiendo las características de la población y el tamaño de la muestra, y por medio de una selección aleatoria o mecánica de las unidades de muestreo/análisis (Hernández Sampieri *et al.*, 2014, p. 175).

La herramienta utilizada para la recolección y análisis de la información de las encuestas es SurveyMonkey, dado que es posible compartirla por diferentes medios digitales, como el correo electrónico y mensajería de texto por teléfonos celulares. Esto permite que las personas puedan contestar la encuesta desde cualquier dispositivo y en cualquier momento.

Tomando en cuenta el alcance exploratorio del estudio, “no en todas las investigaciones cuantitativas se plantean hipótesis” ((Hernández Sampieri *et al.*, 2014, p. 104). Sin embargo, se ha planteado la siguiente hipótesis aplicable al tema de esta investigación, la cual parte del hecho de que los beneficios en torno a la implementación de una solución del IoT en el sistema de transporte público son de gran valor, como se evidenció en países que han optado esta iniciativa y que han logrado sacarle provecho debido a que invita a más personas a utilizarlo. Considerando esto, se pretende que la implementación de esta iniciativa sirva como medio para el cumplimiento de los ODS, ya como se ha demostrado, ofrece muchas más ventajas que los retos planteados anteriormente.

Análisis de resultados

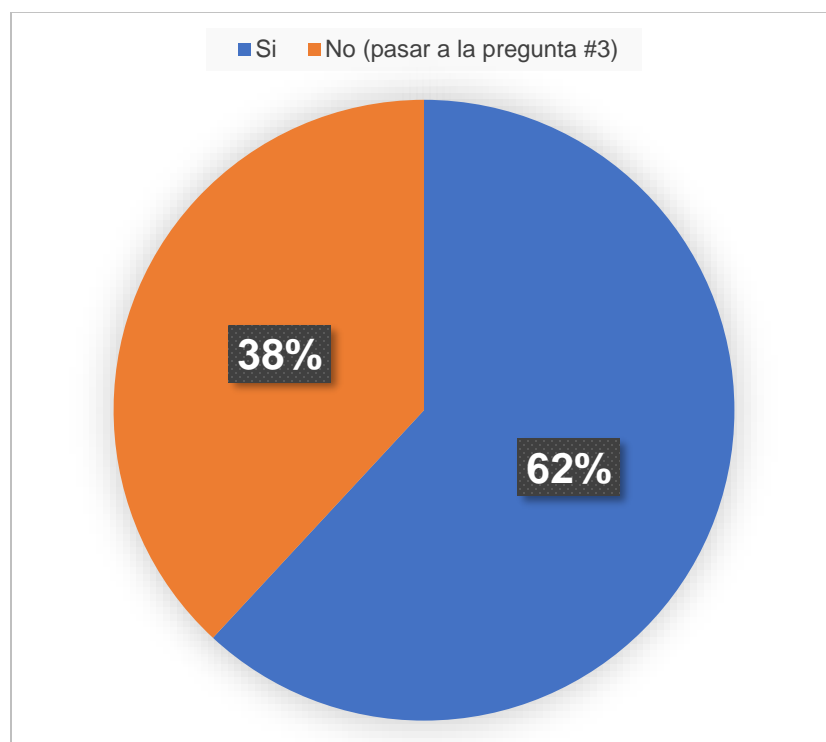
Para esta investigación, se aplicó la encuesta entre el 3 y el 7 de marzo de 2022, a 63 personas de la Gran Área Metropolitana de Costa Rica, las cuales fueron seleccionadas

de forma aleatoria. Por correo electrónico, WhatsApp y Facebook, se les invitó a completarla mediante la herramienta digital SurveyMonkey. En el anexo 2 se muestra el resultado de las encuestas realizadas. Además, desde la pregunta 4 a la 8, se abrió la opción de que el encuestado emitiera una opinión de manera opcional, acerca del tema de la pregunta en concreto.

Como referencia, las respuestas de los encuestados, la figura 3 muestra que un 62 % de los participantes utilizan un medio de transporte público para trasladarse dentro de la GAM en Costa Rica. Quienes contestaron de forma negativa debían saltar a la pregunta 3.

Figura 3.

Utilización de medios de transporte público en la GAM de Costa Rica.

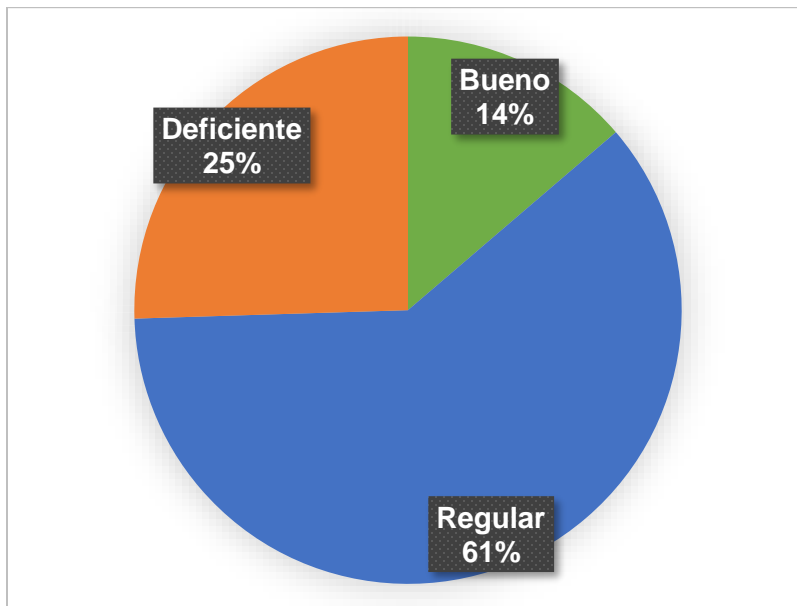


Nota. Elaboración propia, con base en los datos de las encuestas aplicadas, 2022.

Se intuye que quienes no utilizan el transporte público, es porque no requieren un medio de estos para traslados o bien no necesitan ningún tipo de traslado. Ese 61.90 % que se beneficia del transporte público califica de regular el servicio que ofrecen las empresas concesionarias de la(s) ruta(s) que acostumbra a tomar, con un 61 %, tal como se muestra en la figura 4.

Figura 4.

Calificación del servicio de los medios de transporte público de la GAM en Costa Rica.

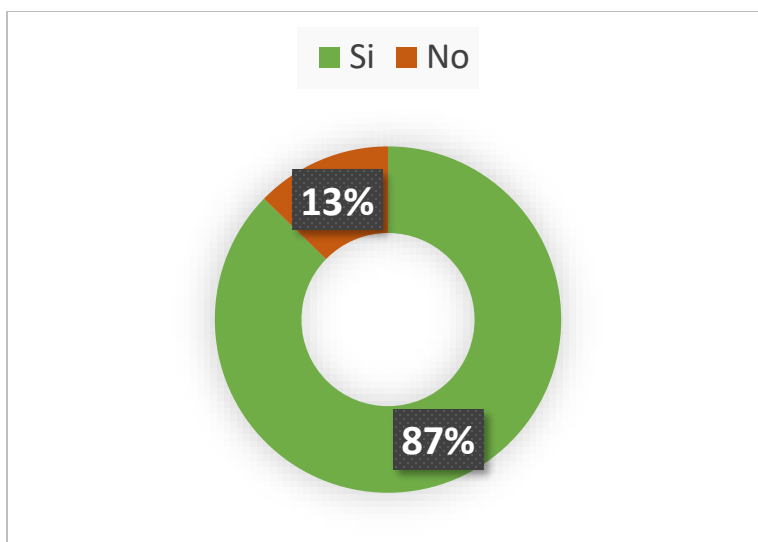


Nota. Elaboración propia, con base en los datos de las encuestas aplicadas, 2022.

No obstante, la figura 5 muestra que el 87 % de todos los encuestados considera atractivo que el transporte público tuviese una aplicación de llegadas de autobuses. Se tomó en cuenta a la totalidad de la muestra (63 encuestados).

Figura 5.

Calificación del servicio de los medios de transporte público de la GAM en Costa Rica.



Nota. Elaboración propia, con base en los datos de las encuestas aplicadas, 2022.

Por otra parte, en la figura 6 se refleja que el 97 % de las personas están de acuerdo con la implementación de un sistema de pagos electrónicos para facilitar el uso del transporte público.

Figura 6.

Uso de sistema de pago por tiquetes o tarjetas electrónicas como medio de pago alternativo.

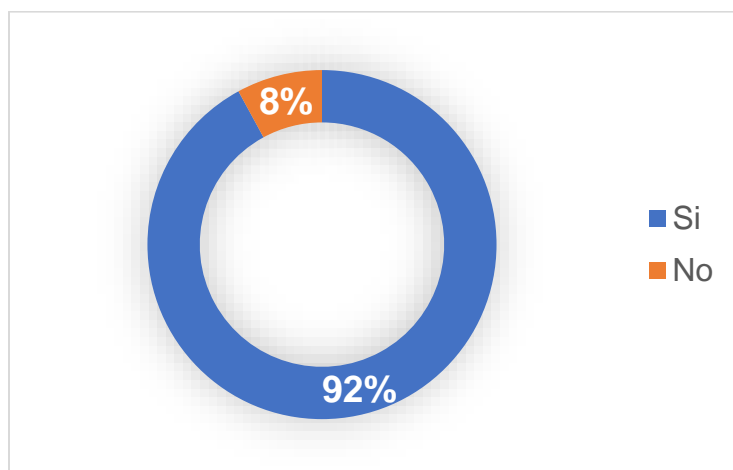


Nota. Elaboración propia, con base en los datos de las encuestas aplicadas, 2022.

Como país con conciencia de la huella de carbono, era de esperarse que la mayor parte de los encuestados estuviera de acuerdo con la implementación de sensores de contaminación ambiental en los medios de transporte público, tal como se presenta en la figura 7, con un 92 %.

Figura 7.

Aceptación de instalación de sensores de monitoreo de contaminación en el aire en las unidades de transporte público.

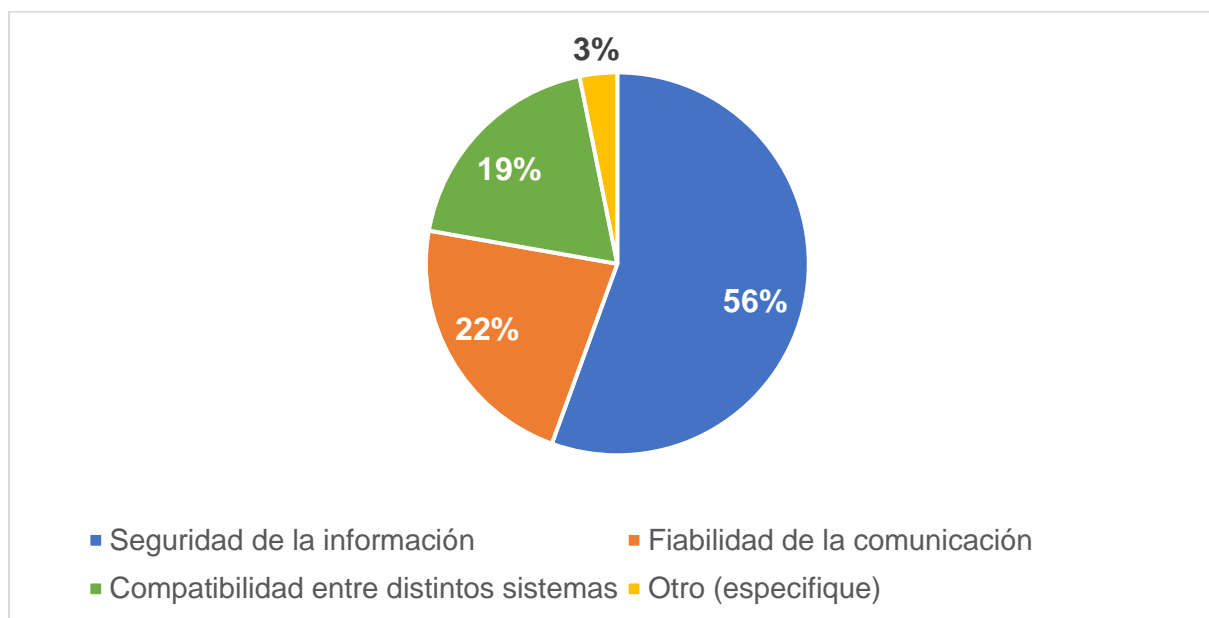


Nota. Elaboración propia, con base en los datos de las encuestas aplicadas, 2022.

Si bien los beneficios de utilizar el IoT son atractivos, el pesimismo de los encuestados se evidencia en el aspecto más importante por considerar para implementar una solución de IoT en el sistema de transporte público. La figura 8 muestra que el 56 % hace hincapié en que el manejo de la información de los potenciales usuarios de esta solución debe darse de manera privada y con su consentimiento como dueños.

Figura 8.

Aspecto más importante que considerar para implementar una solución de Internet de las Cosas en el sistema de transporte público de Costa Rica.

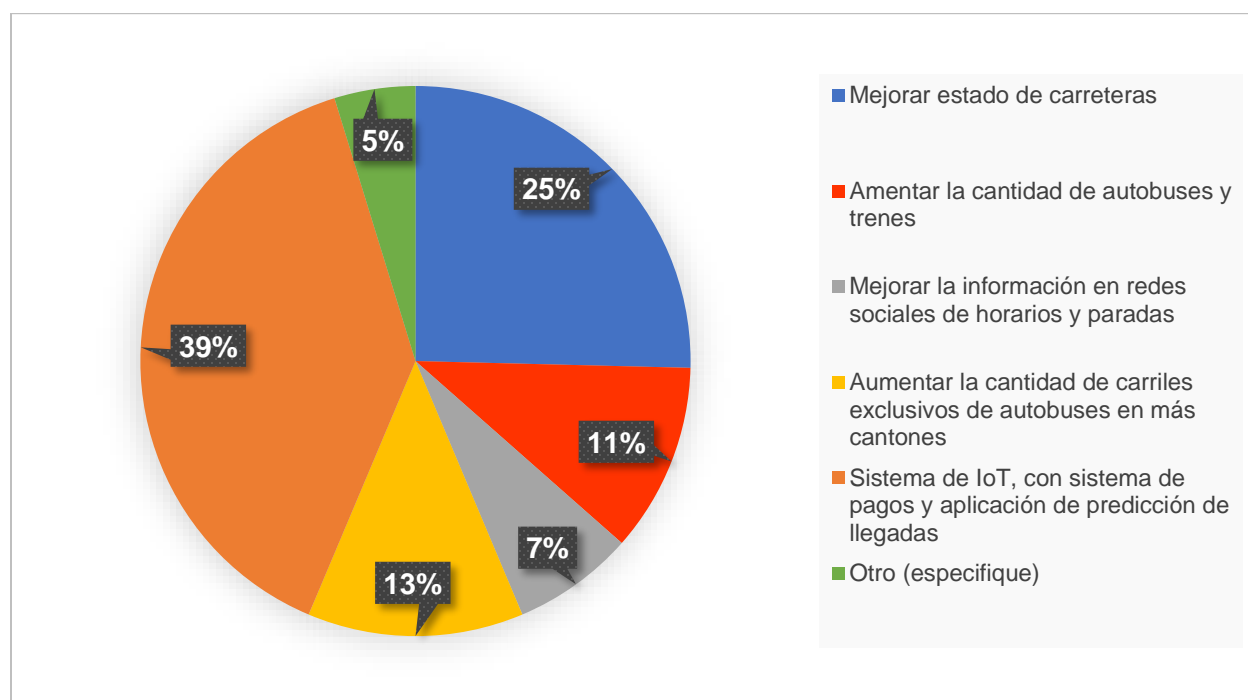


Nota. Elaboración propia, con base en los datos de las encuestas aplicadas, 2022.

Ahora bien, cuando se les preguntó a los encuestados sobre el aspecto más importante para mejorar —como un todo— el sistema de transporte público, en la figura 9 se evidencia que el 39 % de los encuestados está de acuerdo en que el sistema de transporte público necesita una urgente intervención disruptiva, en la forma que los usuarios lo utilizan para trasladarse.

Figura 9.

Aspectos más importantes para mejorar el sistema de transporte público.



Nota. Elaboración propia, con base en los datos de las encuestas aplicadas, 2022.

De los 31 cantones que conforman la GAM, solamente de 18 hubo participantes que respondieron la encuesta. La tabla 1 muestra en orden los cantones donde hubo mayor participación, los cantones que no tuvieron participación no se contemplaron en esta tabla. Un dato por resaltar es que hubo participación de todas las provincias que conforman la zona de estudio de esta investigación.

Tabla 1.

Porcentaje de participación en la encuesta por cantones.

Cantón	Porcentaje de participación
La Unión	28.57 %
San José	12.70 %
Desamparados	9.52 %
Curridabat	9.52 %
Goicoechea	6.35 %
Tibás	6.35 %
Vázquez de Coronado	4.76 %

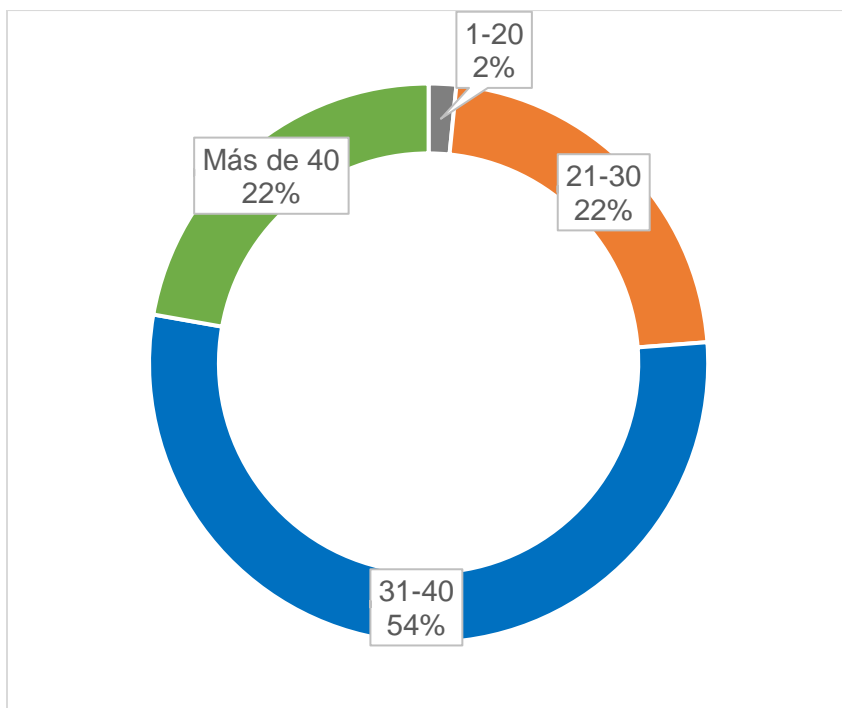
Cantón	Porcentaje de participación
Santa Ana	3.17 %
Montes de Oca	3.17 %
San Isidro	3.17 %
Aserri	1.59 %
Alajuelita	1.59 %
Moravia	1.59 %
Alajuela	1.59 %
Cartago	1.59 %
Heredia	1.59 %
Santo Domingo	1.59 %
Santa Bárbara	1.59 %

Nota. Elaboración propia, con base en los datos de las encuestas aplicadas, 2022.

En cuanto al rango de edad de los encuestados, se hizo una división de cuatro franjas etarias distintas: de 1 a 20 años, de 21 a 30 años, de 31 a 40 años y las personas que tienen más de 40 años. En la figura 9 se muestra que las personas entre los 31 y los 40 años tienen más participación en cuanto a uso de transporte público con un 54 %.

Figura 9.

Participación de encuestados por franja etaria.

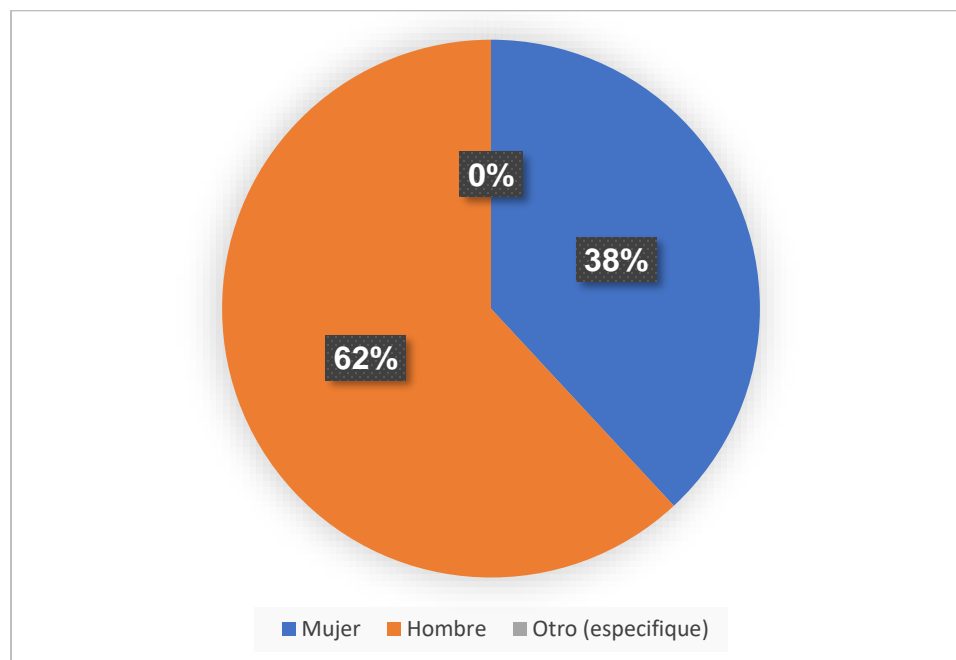


Nota. Elaboración propia, con base en los datos de las encuestas aplicadas, 2022.

Por último, en la figura 10 se presenta una participación de hombres del 60 % sobre las mujeres. A pesar de ser una encuesta inclusiva, no hubo la participación de una persona que se identificara con otro género.

Figura 10.

Participación de encuestados por género.



Nota. Elaboración propia, con base en los datos de las encuestas aplicadas, 2022.

Discusión de los resultados

La utilización del sistema de transporte público por parte de la población es de uso frecuente, debido a que el 62 % de los encuestados utilizan este medio para trasladarse. Los esfuerzos realizados por Costa Rica de cara al cumplimiento de los ODS en cuanto al objetivo 11 es que se han:

construidos estos nuevos desarrollos en las márgenes de la zona urbana consolidada, las rutas de transporte público generalmente deben extenderse para brindar servicio, aumentando los costos operativos. Dicho aumento normalmente no se compensa con la nueva demanda generada, debido a la baja densidad en las afueras de las ciudades. Esto probablemente potencia una mayor apuesta por el vehículo particular (Programa Estado de la Nación, 2021, p. 55).

Esto justifica en gran medida por qué un poco menos de la mitad, un 48% de los encuestados, no utiliza algún medio de transporte público. Ahora bien, si la:

cobertura espacial del sistema de transporte público modalidad autobús es, en general, buena para la GAM -aunque puede mejorar-, pero no así la cobertura

temporal, que presenta deficiencias tanto en horas de servicio como en frecuencias durante la hora pico. (Programa Estado de la Nación, 2021, p. 55).

Los retos en cuanto a la distribución del transporte público siguen siendo un desafío, y esto se evidencia en que un 61 % de ellos encuestados lo califican como un servicio regular.

En cuanto a los beneficios del IoT aplicado en el transporte público, es notoria la necesidad de un sistema de predicción de llegadas, ya que un 87 % de los encuestados consideran atractivo contar con una aplicación para dispositivos móviles. Como mencionan los expertos en cuanto al caso de éxito aplicado en Lisboa, Portugal, sobre este tema, “los pasajeros estarán cómodos y ahorrarán tiempo de espera. Al utilizar el tiempo de predicción, los pasajeros pueden esperar la llegada del autobús” (Jalaney y Ganesh, 2019, p. 470). (Traducción libre del autor).

Ahora bien, si el sistema de predicción no fuera un atractivo mayor, una alternativa de pago con tarjetas electrónicas parece ser aún más influyente, debido a que un 97 % de los encuestados mencionan la posible utilización de esta forma de pago a la hora de tomar un autobús o tren. Más allá de la facilidad de no cargar efectivo o de no exponerse a un posible asalto, como se menciona en el anexo 2, una metodología de pago electrónico:

puede darnos un recuento de la cantidad de pasajeros presentes a bordo, que podría usarse para estimar la capacidad del autobús. Estos detalles también podrían transmitirse a los pasajeros que esperan para que puedan planificar su viaje en consecuencia. La cantidad de personas que solicitan los detalles del autobús se puede usar para decidir la frecuencia de los autobuses, lo que reduce la aglomeración y hace que sea una buena experiencia para los viajeros (Sutar *et al.*, 2016, p. 78). (Traducción libre del autor).

Otro posible beneficio de la presente investigación es la inclusión de sensores de monitoreo para contaminación en el aire, como el caso aplicado en Beijing, China, lo cual tuvo una aceptación del 92 % de los encuestados. Como se observa en los comentarios de las personas en el anexo 2, se interpreta que la higiene de los autobuses o trenes no es buena. De acuerdo con los expertos, las empresas concesionarias “deben asegurarse de que todas las superficies interiores, incluidos postes, pasamanos, asientos, volante y todas las partes que tocan las personas se limpien a fondo después de cada viaje” (Arshad *et al.*, 2021, p. 1). (Traducción libre del autor).

Como se comentó anteriormente, la brecha digital en cuanto a acceso a internet por medio de un teléfono celular no es un problema mayor, ya que “al 2020, el 96,3% de los costarricenses poseen teléfono celular, valor de crecimiento constante desde el 2010 siendo la principal forma de alcanzar la conexión a Internet” (Angulo, 2021, p. 19). Una posible implementación del IoT en el sistema de transporte público no será una limitación, debido a que más bien las personas encuestadas ven un atractivo muy grande si se da este paso en el futuro.

Quizá la preocupación se presenta en cuanto al aspecto más importante por considerar para su implementación: la seguridad de la información, la cual es el principal factor que mencionaron los encuestados con un 56 %, ya que si no se da un tratamiento adecuado de los datos de las personas, se puede perder la confianza. Esto se justifica mucho debido a que

la gente común se está volviendo cada vez más consciente de los aspectos negativos de Internet y la tecnología en general. Esta falta de confianza hace que las personas sean más conscientes de sus datos y traten de evitar o limitar la exposición a Internet (Karale, 2021, p. 10). (Traducción libre del autor).

Kareale (2021) recomienda considerar un marco de buenas prácticas orientado a la privacidad de la información, tales como Hawk, Enigma y Trusted Execution Environment (p. 7), con el fin de que la tecnología se convierta en un aliado de los usuarios del transporte público. Además, Costa Rica cuenta con la Ley de Delitos Informáticos número 8148, la cual sanciona las malas prácticas en materia de tecnología de la información.

De acuerdo con el Programa Estado de la Nación (2021), el crecimiento desproporcionado de las ciudades empuja a la necesidad de los servicios básicos, tal como transporte público, lo que obliga a las empresas concesionarias a extenderse, pero con ello se aumentan los costos operativos (Programa Estado de la Nación, 2021). Para el 51 % de los encuestados, el estado de las carreteras en cuanto a mantenimiento y distribución sigue siendo un reto importante para la fluidez de autobuses y trenes. Por otra parte, el 78 % confirma que la inclusión del IoT en el sistema de transporte público va a mermar la problemática actual, trayendo beneficios como los mencionados.

La participación de personas de 18 diferentes cantones de la GAM aportaron en gran medida una visión objetiva de lo que viven todos los usuarios del transporte público, y con esto la necesidad de avanzar hacia el cumplimiento de los ODS utilizando la tecnología como un medio. Además, se resalta la participación casi equitativa de género, lo cual demuestra el interés mutuo por el avance tecnológico en cuanto a los medios de transporte público.

La división de rangos de edad fue de importancia, porque las “personas que se encuentran entre los 40 y 65 años de edad, y llegado a este punto se puede presentar como un serio problema dado que, estas personas aún no se han identificado plenamente con los avances tecnológicos” (Arias González, 2021, p. 2). Se sabe que todo proyecto en Costa Rica se pone en marcha muy tarde en el tiempo, era de mucha importancia que personas de todas las edades apoyen la iniciativa del IoT en el sistema de transporte público, debido a que esta solución busca ser accesible e inclusiva para todos. La encuesta refleja que hubo una participación del 54 % de personas entre los 31 y 40 años, lo cual supone que serán la futura generación por encima de los 40 años y que no tendrán problema para identificarse con la tecnología venidera.

Conclusiones y recomendaciones

El Internet de las Cosas ha demostrado ser un avance tecnológico muy estable y conceptualmente fácil de implementar en el marco técnico de la informática. Beneficios tales como medios de pagos electrónicos y predicción de llegadas de autobuses y trenes (implementado en Lisboa, Portugal) o la implementación de sensores de contaminación en el aire como (el caso de Beijing, en China) ayudan a las personas a tomar mejores decisiones en cuanto a la flotilla de transporte, en pro de la no saturación de personas en cada unidad de transporte y también por la conciencia de buscar mejores soluciones para no perjudicar el medio ambiente.

Además, gracias a los esfuerzos de Costa Rica en cuanto a la accesibilidad a internet de las personas, es notorio el buen resultado, debido a que más del 90 % de la población tiene acceso a este medio a través de dispositivos móviles, lo cual supone que los usuarios de transporte público estarán preparados para una implementación futura.

El aprovechamiento de esta tecnología no supone un gran reto de implementación más allá de los beneficios que se ofrecen, porque estos no son solo para los usuarios del transporte público, sino también para las empresas concesionarias, debido al monitoreo continuo de sus unidades, con lo cual podrán prevenir accidentes y deficiencias en el servicio por unidades descompuestas.

De cara al cumplimiento del Objetivo 11, se evidencia que no existe un orden en cuanto al crecimiento de las ciudades y ordenamiento de carreteras, lo cual provoca que las empresas concesionarias de autobuses se vean afectadas en su servicio por tratar de satisfacer a la mayor cantidad de personas en cuanto a traslados. Por otra parte, hay poca disponibilidad del servicio de tren, ya que solo beneficia a poco más del 10 % de las personas en la región.

Además, se evidenció que existe un desarrollo desigual en cuanto a mantenimientos y creación de carreteras a nivel cantonal, debido a que los esfuerzos se centran en el 72 % de los cantones de la GAM, y esto supone un obstáculo para una posible implementación del IoT en el transporte público, al buscar el mismo beneficio para los habitantes de la región.

Por lo anterior es que se recomienda realizar un despliegue de la iniciativa del IoT de forma gradual, ya que lanzar la implementación a todos los cantones supone un riesgo muy alto por lo ya comentado.

La propuesta de implementar gradualmente esta tecnología no solamente aplica a nivel cantonal, sino también a nivel de solución tecnológica. Por ende, se puede aplicar en primera instancia la solución de medio de pago electrónico, ya que sería una idea como las tarjetas de teléfono celular que ya se venden en cualquier tipo de comercio y es accesible para toda la población, pero aplicada al transporte público. Posterior a esto, se podría implementar la solución de predicción de llegadas y en última instancia el monitoreo de contaminación ambiental.

Como se evidenció en esta investigación, esta tecnología es muy atractiva, independientemente del medio de transporte que usan las personas, ya que de ser una solución funcional menos personas usarán sus vehículos particulares, lo cual conlleva el descongestionando en carreteras, en especial en las llamadas horas pico.

El IoT es una tecnología con mucho alcance y aplicable a cualquier ámbito de la vida, por lo que su inclusión en el sistema de transporte público no tiene por qué ser un problema, y menos para los costarricenses a quienes al final busca beneficiar esta solución.

Referencias

- Agüero Valverde, J., Pujol Mesalles, R., y Pérez Molina, E. (2021). *Patrones de movilidad en transporte público en la Gran Área Metropolitana de Costa Rica: desafíos e impactos*. CONARE-PEN.
- Angulo Zamora, F. (2021). *Estado de la infraestructura y la plataforma tecnológica para acceso a la conectividad*. San José: CONARE - PEN.
- Arias Gonzáles, J. (2021). Adaptabilidad a las tecnologías de la información, comunicación y procrastinación laboral en colaboradores del sector público en Arequipa. *Revista Científica UISRAEL*, 8(1), 77-89. doi: <https://doi.org/10.35290/rcui.v8n1.2021.348>
- Arias-Aranda, D., Molina, L.-M. y Stantchev, V. (2021). Integración de Internet de Las Cosas y blockchain para aumentar el rendimiento de las cadenas de suministro de ayuda humanitaria. *DYNA - Ingeniería e Industria*, 96(6), 653-658. doi:10.6036/10067
- Arshad, S., Albayat, S., Arshad, M., Jabbar, A., & Ullah, I. (2021). Compliance of hand hygiene can play a pivotal role in limiting the spread of COVID-19 through public transportation. *Public Health in Practice*, 2(100216). doi:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666535221001415?via%3Dihub>
- Foell, S., Phithakkitnukoon, S., Kortuem, G., Veloso, M., & Bento, C. (2015). Predictability of Public Transport Usage: A Study of Bus Rides in Lisbon, Portugal. *EEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 16(5), 2955-2960. doi:10.1109/TITS.2015.2425533

- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación* (6 ed.). McGRAW-HILL / Interamericana Editores, S.A. DE C.V.
- Jalaney, J., & Ganesh, R. (2019). Review on IoT Based Architecture for Smart Public Transport System. *International Journal of Applied Engineering* 14(2), 466-471. http://ripublication.com/ijaer19/ijaerv14n2_19.pdf
- Kang, L., Poslad, S., Wang, W., Li, X., Zhang, Y., & Wang, C. (2016). A public transport bus as a flexible mobile smart environment sensing platform for IoT. *12th International Conference on Intelligent Environments (IE)* (1-8). IEEE.
- Karale, A. (2021). The Challenges of IoT Addressing Security, Ethics, Privacy, and Laws. *Internet of Things*, 15. doi:100420.
- Melis, A., Prandini, M., Sartori, L., & Callegati, F. (2016). Public transportation, IoT, trust and urban habits. *International Conference on Internet Science* (318-325). Cham: Springer.
- Naciones Unidas. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Santiago.
- Oliveira Cruz, C., & Sarmiento, J. (2020). “Mobility as a service” platforms: A critical path towards increasing the sustainability of transportation systems. *Sustainability*, 12(16), 6368. DOI:10.3390/su12166368
- Patel, D., Narmawala, Z., Tanwar, S., & Singh, P. (2019). A systematic review on scheduling public transport using IoT as tool. *Smart innovations in communication and computational sciences*, 39-48. DOI: 10.1007/978-981-10-8971-8_4
- Programa Estado de la Nación. (2021). *Informe del estado de la nación 2021*. CONARE - PEN.

Quesada Acuña, S. G. (2018). Serpientes de la Gran Área Metropolitana (GAM) de Costa Rica. *UNED Research Journal*, 10(1), 69-78. doi:10.22458/urj.v10i1.2044

Sánchez Hernández, L. (2021). *Ordenamiento territorial y crecimiento urbano: desafíos e impactos para las ciudades intermedias y la zona marino-costera*. CONARE - PEN.

Sutar, S., Koul, R., & Suryavanshi, R. (2016). Integration of Smart Phone and IOT for development of smart public transportation system. *2016 International Conference on Internet of Things and Applications (IOTA)* (73-78). Maharashtra Institute of Technology.

Anexos

Anexo 1

Preguntas de la encuesta

Encuesta sobre el uso del transporte público en la Gran Área Metropolitana (GAM)

El Internet de las Cosas (IoT, por sus siglas en inglés) permite que cualquier objeto o cosa se conecte a internet mediante sensores, software y otras tecnologías que les permiten transmitir y recibir datos hacia y desde otras cosas.

1. ¿Utiliza usted algún medio de transporte público como autobús o tren?
 - a. Sí
 - b. No (pasar a la pregunta #3)

2. ¿Como considera usted el servicio de transporte público dentro de la Gran Área Metropolitana (GAM)?
 - a. Bueno
 - b. Regular
 - c. Deficiente

3. Si el sistema de transporte público tuviese una aplicación de predicción de llegadas de autobuses, ¿considera usted que sería más atractivo que utilizar un vehículo particular?
 - a. Sí
 - b. No

4. Si el sistema de transporte público tuviese un sistema de pago por tiquetes o tarjetas electrónicas como forma de pago alternativa, ¿lo usaría?
 - a. Sí, justifique _____
 - b. No, justifique _____

5. ¿Estaría usted de acuerdo con que se instalen sensores de monitoreo de contaminación en el aire dentro de los medios de transporte público?
 - a. Sí, justifique _____
 - b. No, justifique _____

6. ¿Cuál cree usted que es el aspecto más importante que se debe tener en cuenta al desarrollar una solución de IoT en el sistema de transporte público de la GAM?
 - a. Seguridad de la información
 - b. Fiabilidad de la comunicación
 - c. Compatibilidad entre distintos sistemas
 - d. Otro _____

7. ¿Cuáles de los siguientes aspectos son más importantes para mejorar el sistema de transporte público? (puede marcar varias opciones)
- a. Mejorar estado de carreteras
 - b. Aumentar la cantidad de autobuses y trenes
 - c. Mejorar la información en redes sociales de horarios y paradas
 - d. Aumentar la cantidad de carriles exclusivos de autobuses en más cantones
 - e. Sistema de IoT, con sistema de pagos y aplicación de predicción de llegadas
 - f. Otros _____
8. ¿En cuál cantón de la GAM reside usted?
- a. San José
 - b. Escazú
 - c. Desamparados
 - d. Aserri
 - e. Mora
 - f. Goicoechea
 - g. Santa Ana
 - h. Alajuelita
 - i. Vázquez de Coronado
 - j. Tibás
 - k. Moravia
 - l. Montes de Oca
 - m. Curridabat
 - n. Alajuela
 - o. Atenas
 - p. Poás
 - q. Cartago
 - r. Paraíso
 - s. La Unión
 - t. Oreamuno
 - u. Alvarado
 - v. El Guarco
 - w. Heredia
 - x. Barva
 - y. Santo Domingo
 - z. Santa Bárbara
 - aa. San Rafael
 - bb. San Isidro
 - cc. Belén
 - dd. Flores
 - ee. San Pablo
 - ff. Otro _____

9. ¿Cuál es su rango de edad?

- a. 0-20
- b. 21-30
- c. 31-40
- d. Más de 40

10. Género

- a. Mujer
- b. Hombre
- c. Otro _____

Anexo 2

Respuestas de la encuesta

1. ¿Utiliza usted algún medio de transporte público como autobús o tren?

Opciones	Respuestas	
Sí	61.90 %	39
No (pasar a la pregunta #3)	38.10 %	24

Nota. Elaboración propia, con base en los datos de las encuestas aplicadas, 2022.

Contestadas: 63

Omisiones: 0

2. ¿Como considera usted el servicio de transporte público dentro de la Gran Área Metropolitana (GAM)?

Opciones	Respuestas	
Bueno	13.73 %	7
Regular	60.78 %	31
Deficiente	25.49 %	13

Nota. Elaboración propia, con base en los datos de las encuestas aplicadas, 2022.

Contestadas: 51

Omisiones: 12

3. Si el sistema de transporte público tuviese una aplicación de predicción de llegadas de autobuses, ¿considera usted que sería más atractivo que utilizar un vehículo particular?

Opciones	Respuestas	
Sí	87.30 %	55

No	12.70 %	8
----	---------	---

Nota. Elaboración propia, con base en los datos de las encuestas aplicadas, 2022.

Contestadas: 63

Omisiones: 0

4. Si el sistema de transporte público tuviese un sistema de pago por tiquetes o tarjetas electrónicas como forma de pago alternativa, ¿lo usaría?

Opciones	Respuestas	
Sí	96.83 %	61
No	3.17 %	2
Justifique su respuesta		48

Nota. Elaboración propia, con base en los datos de las encuestas aplicadas, 2022.

Justificación a opción Sí:

- Agilidad en el servicio.
- Esto evita el cargar dinero en efectivo.
- Seguridad, no tendría que andar efectivo.
- Más seguro.
- Más seguro y no hay que andar efectivo.
- Sería mucho mejor.
- Considero que sería más útil para prevenir esos robos/atracos en los buses y así no tener que andar efectivo en la mano.
- La facilidad de pago en cualquier servicio es algo indispensable y más en estos tiempos que hay muchas alternativas.
- Ya no se usa el efectivo.
- Claro que sí, ojalá fuera una tarjeta específica para el bus de esa manera se evitan estafas.
- Rapidez.
- Es rápido y seguro este método de pago.
- Es mucho más seguro y rápido.
- Sería mejor sin andar efectivo y más rápido.
- Sería un medio más ágil y seguro.
- A veces se pierde tiempo cuando un usuario paga y necesita que le den el vuelto.
- De algún modo no corro riesgos de perder mi dinero en efectivo en caso de un asalto.
- Sería demasiado útil hasta para la inseguridad de andar efectivo, tanto para los usuarios como para los conductores.
- Más seguro.
- Me interesaría una tarjeta tipo recargable.
- Así uno no carga con dinero.
- Es más seguro.
- No me gusta andar efectivo, es peligroso y poco higiénico.
- Usualmente no ando efectivo.

- Se facilitaría mucho el uso.
- Es más seguro para los usuarios y para el chofer.
- Ayudaría a evitar un poco la contaminación por manipulación de dinero.
- Sería más seguro que tener necesariamente que mantener efectivo en la cartera, además que sería más higiénico porque evitaría estar tocando monedas y billetes.
- Creo que sería una manera más fácil de pago y adecuada a la realidad que estamos viviendo en cuanto al avance de la tecnología.
- Sería mucho más ágil su utilización.
- Todo lo que incluya no manejar dinero en efectivo es mejor.
- Una vez no pude viajar debido a que me faltaban 100 colones. Llegué tarde. Hubiera sido conveniente poder pagar con tarjeta.
- Mayor facilidad, mayor seguridad.
- Es más práctico, más ágil, no hay que portar tantas monedas.
- Se evitaría problemas en tema de vueltos y uso de billetes de mayor denominación. Se agiliza el tema de la espera.
- Ahorro del tiempo. Ejemplo: Cambios de altas denominaciones que los usuarios cambian.
- Menos manipulación de efectivo, más práctico.
- Sería más fácil y seguro que el manejo de efectivo.
- Se evita el uso de efectivo. Sería un método incluso más seguro para que ellos controlen de forma exacta el ingreso por día.
- No me gusta el efectivo.
- Se evitaría uno andar efectivo y sería más eficiente.
- Más rapidez.
- Sería mucho más seguro, así evitaría el contacto directo con el chofer al pagar en efectivo y a su vez, evitaría tener efectivo que me podrían robar.
- La sencillez de los pases por tarjeta y la fácil recarga de esa tarjeta vuelven mucho más atractivo el viaje por bus a cualquier hora, incluyendo casos excepcionales como asaltos, desvíos o en caso de que la persona se pierda por tomar el bus que no correspondía al destino; la tarjeta haría mucho más fácil brindar ayuda a ese usuario.
- El efectivo ya no es tan efectivo.
- Comodidad, agilidad de pago y seguridad para los choferes.

Justificación a opción No:

- Porque no todos pueden obtener un *tiquete* o una tarjeta.
- No depende de eso mi uso.

Contestadas: 63

Omisiones: 0

5. ¿Estaría usted de acuerdo con que se instalen sensores de monitoreo de contaminación en el aire dentro de los medios de transporte público?

Opciones	Respuestas	
Sí	92.06 %	58
No	7.94 %	5
Justifique su respuesta		41

Nota. Elaboración propia, con base en los datos de las encuestas aplicadas, 2022.

Justificación a opción Sí:

- Bienestar para los usuarios.
- Esto permitirá una descontaminación del ambiente.
- Cuidar nuestro medio ambiente.
- Bueno para controlar el ambiente.
- Mejorar la salud.
- Sí, porque es fácil notar cuántos autobuses contaminan con solo ver el humo que les sale. Y esto sucede en muchísimos más.
- Para prevenir más contaminación.
- Claro, porque se nota que muchos buses son supercontaminantes y no hay control alguno sobre eso.
- Por el medio ambiente.
- Se aseguraría de que contaminaríamos menos.
- Yo creo que es parte de venderse cómo un país verde y la carbono-neutralidad es parte de... Todos los autos y principalmente en la GAM generan emisión de gases contaminantes que aumentan el daño que ya hemos ocasionado.
- Porque hay mucha contaminación.
- Es necesario que se regule.
- Personalmente por el olor a cigarro.
- Todo esfuerzo relacionado con temas ambientales vale la pena.
- Para controlar la emisión de gases.
- Honestamente veo poco valor y hay otras prioridades de más impacto.
- En general, los medios de transporte muchas veces contaminan y no se les da el mantenimiento adecuado.
- Hay buses en muy malas condiciones.
- Ayudaría a determinar cuáles transportes están en línea con las regulaciones.
- Es necesario realizar una revisión de los buses de transporte público, ya que contaminan en exceso.
- Para tomar medidas preventivas.
- Exigiría a las empresas de transporte público mantener un lugar más limpio para los usuarios.
- Es parte de los objetivos que tenemos como país, mitigar la contaminación.
- Hay mucha gente que caminamos para trasladarnos. ¿Cómo hacerlo cuando te están tirando tóxicos directo a tus pulmones? Un punto más para las mascarillas que alivian ese malestar.
- Para ayudar al ambiente
- Es un buen mecanismo para controlar que las unidades de servicio público estén en óptimo estado y no contaminen el aire.
- Disminución de enfermedades y malos olores.

- Los autobuses son focos de suciedad. La mayor parte del tiempo están sucios. Al inicio de la pandemia se notó la limpieza que por esta enfermedad se les solicitó, pero conforme fue pasando el tiempo se volvió a la rutina de antes de pandemia. Creo que si se implementa ese sensor, estaremos un poco más tranquilos, pues se sabrán los niveles de contaminación de cada unidad. Tome en cuenta que hay otros factores que van a colaborar para que esto no sea 100 % efectivo, como la contaminación ambiental, la emanación de humo por otros automóviles, motos, etc.
- Si se utiliza como herramienta para tomar acciones en caso de niveles de contaminación elevada, podría usarse como una forma para disminuir la huella de carbono y evitar posibles afectaciones de salud a usuarios y choferes.
- Ayudaría a controlar las emisiones de gases producidas por los vehículos.
- Ayudaría a reducir las emisiones de dióxido de carbono por parte de los autobuses.
- Más sostenibilidad.
- Así tendrían los transportes públicos en mucho mejor estado y evitarían posibles accidentes.
- En tiempos de enfermedades transmitidas por el aire es tranquilizador que los servicios públicos contaran con ese tipo de protecciones.
- Muchas flotillas presentan a RTV una o dos de sus unidades, el resto pasa por *default*.
- Seguridad de las personas, en la GAM el aire es tóxico.

Justificación a opción No:

- Más gasto del gobierno y el pueblo tiene que pagar.
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo. No vería finalidad en ello si es algo que se puede colocar en algún lugar estratégico, por ejemplo. Dependerá del fin de la acción.
- Aumentaría el precio del pasaje.
- Aunque no estoy del todo en desacuerdo, no lo veo necesario, puesto que entiendo que la revisión técnica vehicular, con la que deben contar los medios de transporte público, revisa el tema de emisión de gases.

Contestadas: 63

Omisiones: 0

6. ¿Cuál cree usted que es el aspecto más importante que se debe tener en cuenta al desarrollar una solución de IoT en el sistema de transporte público de la GAM?

Opciones	Respuestas	
Seguridad de la información	55.56 %	35
Fiabilidad de la comunicación	22.22 %	14
Compatibilidad entre distintos sistemas	19.05 %	12
Otro (especifique)	3.17 %	2

Nota. Elaboración propia, con base en los datos de las encuestas aplicadas, 2022.

Respuesta a otro factor:

- Desconozco.
- Lograr que al centro de San José no lleguen todas las líneas de autobuses y evitar la conglomeración que nos afecta hoy, un monitoreo de las unidades para facilitar a los usuarios el tiempo de los recorridos, atrasos, cancelaciones (tren) del servicio, horarios y saber el tiempo restante de falta para llegar de un punto a otro de la ruta solo son algunos aspectos.

Contestadas: 63

Omisiones: 0

7. ¿Cuáles de los siguientes aspectos son más importantes para mejorar el sistema de transporte público? (puede marcar varias opciones)

Opciones	Respuestas	
Mejorar el estado de las carreteras	50.79 %	32
Aumentar la cantidad de autobuses y trenes	22.22 %	14
Mejorar la información en redes sociales de horarios y paradas	14.29 %	9
Aumentar la cantidad de carriles exclusivos de autobuses en más cantones	25.40 %	16
Sistema de IoT, con sistema de pagos y aplicación de predicción de llegadas	77.78 %	49
Otro (especifique)	9.52 %	6

Nota. Elaboración propia, con base en los datos de las encuestas aplicadas, 2022.

Respuesta a otro aspecto por considerar:

- Unificar paradas como una sola terminal en cada cantón central.
- Mejorar el servicio que brindan los autobuseros.
- Sin la infraestructura requerida, las acciones adicionales pierden efectividad o atractivo.
- Rutas diferentes que comuniquen sitios como por ejemplo la Uruca.
- Mejorar el servicio al cliente de los choferes.
- Una aplicación que compile la lista anterior. Bajar el pasaje por la deficiencia o mal servicio de las líneas de buses.

Contestadas: 63

Omisiones: 0

8. ¿En cuál cantón de la GAM reside usted?

Opciones	Respuestas	
San José	12.70 %	8
Escazú	0.00 %	0
Desamparados	9.52 %	6

Opciones	Respuestas	
Aserri	1.59 %	1
Mora	0.00 %	0
Goicoechea	6.35 %	4
Santa Ana	3.17 %	2
Alajuelita	1.59 %	1
Vázquez de Coronado	4.76 %	3
Tibás	6.35 %	4
Moravia	1.59 %	1
Montes de Oca	3.17 %	2
Curridabat	9.52 %	6
Alajuela	1.59 %	1
Atenas	0.00 %	0
Poás	0.00 %	0
Cartago	1.59 %	1
Paraíso	0.00 %	0
La Unión	28.57 %	18
Oreamuno	0.00 %	0
Alvarado	0.00 %	0
El Guarco	0.00 %	0
Heredia	1.59 %	1
Barva	0.00 %	0
Santo Domingo	1.59 %	1
Santa Bárbara	1.59 %	1
San Rafael	0.00 %	0
San Isidro	3.17 %	2
Belén	0.00 %	0
Flores	0.00 %	0
San Pablo	0.00 %	0
Otro (especifique)	0.00 %	0

Nota. Elaboración propia, con base en los datos de las encuestas aplicadas, 2022.

Contestadas: 63

Omisiones: 0

9. ¿Cuál es su rango de edad?

Opciones	Respuestas	
1-20	1.59 %	1
21-30	22.22 %	14
31-40	53.97 %	34
Más de 40	22.22 %	14

Nota. Elaboración propia, con base en los datos de las encuestas aplicadas, 2022.

Contestadas: 63
Omisiones: 0

10. Género

Opciones	Respuestas	
Mujer	38.10 %	24
Hombre	61.90 %	39
Otro (especifique)	0.00 %	0

Nota. Elaboración propia, con base en los datos de las encuestas aplicadas, 2022.

Contestadas: 63
Omisiones: 0