

Optimización de seguridad en rutas de transporte en la provincia constitucional del Callao

Huarancca, Alexander ¹; Mercado, Nicolás²; Munayco , Alessandra³ y Salinas, Jose ⁴

¹ Universidad del Pacífico, Departamento de Ingeniería; ac.huaranccam@alum.up.edu.pe,
nr.mercadom@alum.up.edu.pe, as.munaycom@alum.up.edu.pe,
jc.salinasma@alum.up.edu.pe

Resumen: ¿Existe la posibilidad que los conductores lleguen a su destino de la forma más rápida y segura posible? En la actualidad existen múltiples aplicativos de transporte que sugieren rutas más cortas y rápidas. Sin embargo, estos aplicativos olvidan la importancia de la seguridad e integridad del usuario al sugerir una ruta. El presente trabajo utilizará la teoría de grafos, el algoritmo de dijkstra y un indicador de seguridad basado en las denuncias de delitos para proponer rutas que sean cortas y además seguras. Se eligió la provincia Provincia Constitucional del Callao como la zona de estudio. Se halló que existe una diferencia en cuanto al tiempo entre la ruta recomendada por los aplicativos y la encontrada por el algoritmo planteado. Los aplicativos sugieren rutas más rápidas, pero a diferencia de la ruta propuesta por el algoritmo atraviesan zonas con una mayor tasa de delincuencia.

Palabras Clave: Aplicativos de navegación, delincuencia, seguridad, transporte urbano, optimización de rutas.

1) INTRODUCCIÓN

Hoy en día las aplicaciones de navegación gps son parte de la rutina diaria de millones de conductores. Algunos ejemplos de estas aplicaciones son Google Maps, Waze y Apple Maps. De acuerdo con Business of Apps 2023, el número mensual promedio de usuarios de Google Maps a nivel global alcanza los 1800 millones, mientras que el de Waze se sitúa en 140 millones. Si nos enfocamos en Perú, se estima que existen 1.3 millones de usuarios únicos de Waze, y en conjunto, estos conductores recorren 162 millones de kilómetros con Waze activo, según datos de El Peruano (2023). Estos números ofrecen una perspectiva del impacto de las aplicaciones de recomendación de rutas en nuestra sociedad.

a. Planteamiento del problema:

Sin embargo, se ha identificado un problema que presentan los aplicativos anteriormente mencionados. Estos no consideran la integridad personal de los usuarios al sugerir rutas de transporte, es decir, no toman en cuenta si es que los conductores entran a una zona en la cual pueden ser asaltados, secuestrados o asesinados (LaFM,2021). Tomemos por ejemplo a Google Maps, este es el aplicativo más usado para transporte ciudadano (Wylie, 2023). Google Maps presenta algunas funcionalidades de seguridad como alertas de accidentes y otras funcionalidades para evitar la aglomeración de personas (Mayee, 2023) que surgieron a raíz de la COVID-19, pero no cuenta con alguna medida que advierta al conductor en caso se encuentre en una zona de riesgo o no. Al igual que el aplicativo mencionado anteriormente el resto de las soluciones en el mercado no contemplan la delincuencia al momento de sugerir una ruta de transporte ya que se prioriza la ruta de menor distancia y tiempo de viaje y tráfico (Antsrout, 2022).

b. Justificación:

La falta de consideración de la seguridad del usuario al sugerir rutas de transporte tiene implicaciones significativas. Una de ellas es que pone en peligro la integridad física y mental de los usuarios mediante traumas, ya que pueden ser guiados por áreas peligrosas sin su conocimiento y ser víctimas de delincuencia. Esta situación ha llevado a incidentes como intentos de asalto e incluso asesinatos (La Nación, 2018; BBC, 2016). La resolución de este problema mejorará la calidad de vida de las personas y reducirá que la plena confianza en las aplicaciones de navegación pongan en un posible riesgo al usuario. Además, este trabajo, que busca rutas más seguras, contribuirá al avance en la investigación en seguridad en la navegación, proporcionando nuevos conocimientos y enfoques que beneficiarán a la comunidad científica al mejorar la comprensión y la eficacia ajustada al bienestar del usuario de los sistemas de navegación. Cabe recalcar que este trabajo se enfocará en proponer soluciones que consideren la integridad personal de los usuarios al sugerir rutas de transporte, con un enfoque inicial en el área problemática del Callao cuya tasa de víctimas de delincuencia durante el primer semestre del 2023 fue de 31.3% (INEI, 2023). Hemos seleccionado el Callao debido a que es la provincia constitucional más reconocida por la población limeña y se encuentra comúnmente asociada con niveles significativos de delincuencia. Al mismo tiempo, consideramos que implementar este proyecto en el Callao sería un ejemplo valioso para evaluar su efectividad e impacto.

c. Motivación:

La principal motivación es garantizar la seguridad y el bienestar de los usuarios de aplicaciones de navegación y transporte. El problema de inseguridad, que olvidan los aplicativos, es notorio en países como el nuestro, en Perú el 75% de peruanos siente inseguridad frente a la posibilidad de ser víctima de un asalto (IEP, 2023). En vista de la actual coyuntura en nuestro país, nos sentimos motivados a idear una solución que no sólo destaque la importancia del problema, sino que también resalte la necesidad imperante de preservar la integridad física tanto de los conductores como de sus pasajeros.

d. Objetivos:

OBJETIVO GENERAL: Desarrollar un sistema de recomendación de rutas que ayude a reducir el número de víctimas de delincuencia en zonas como el Callao al momento de transportarse.

OBJETIVO ESPECÍFICOS:

- Generar rutas seguras para garantizar la integridad del usuario
- Crear un indicador que nos permita medir el nivel de seguridad en las rutas propuestas

e. Estado del arte:

En la actualidad, existen diversas aplicaciones que nos brindan trayectos, que optimizan las rutas en aspectos de tiempo y distancia, e inclusive miden el retraso que puede generar el tráfico, como se evidencia en Google Maps. Sin embargo, la problemática de la inseguridad ciudadana, debido a la presencia de alto grado de ésta en Perú, es de interés facilitar la prevención de transitar por rutas inseguras y peligrosas. Por ello, se ha recopilado la información y literatura existente que guarda

relación con el tema de investigación tratado. Por lo tanto, a continuación se presentarán estudios sumamente relevantes e indispensables para llevar a cabo este trabajo con éxito.

Un trabajo de investigación reciente de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (Bazán, et. al, 2019) se basa en brindar accesos urbanos seguros, a través de un aplicativo móvil, que le permita un interfaz informativa, rápida y que traiga consigo soluciones que conlleven al ahorro de tiempo mientras lo conducen, con el objetivo ubicar las zonas menos peligrosas para los ciclistas y motociclistas. En contraste, el tema de proyecto de investigación tiene como finalidad ubicar las zonas seguras, además de considerar un camino óptimo y rápido para autos de uso personal por rutas viables.

En segundo lugar, en el artículo publicado por la Universidad de Buenos Aires, por (Obregón, et. al, 2016) crea un índice de evaluación agro-rural bajo el cual el algoritmo basado en grafos puede tomar decisiones. La metodología de estudio es aplicada en la Sierra Gorda Queretana (México) para apoyar el turismo. El empleo del algoritmo de Dijkstra ayudó a los autobuses turísticos en la determinación de ruta óptima en base a indicadores que tiene cada zona turística. De esa misma manera, en el presente trabajo se emplea el algoritmo acorde al tema, en el que cada peso del grafo representa el riesgo de cada ubicación.

En tercer lugar, un artículo publicado por (Llanos, F., 2023), tiene como finalidad actualizar el mapa de rutas migratorias en México, hallar las ciudades más transitadas por los inmigrantes y las demarcaciones riesgosas (por altos índices de homicidio). Con el uso de teoría de grafos y la información necesaria, buscan obtener las rutas óptimas y seguras que pueden servir para el diseño de políticas públicas en materia de seguridad para salvaguardar estas zonas. En cuanto al tema, se requiere ubicar, asimismo, las zonas de altos índices de delincuencia establecer rutas óptimas con el algoritmo de Dijkstra en base a los pesos, es decir, a los índices de delincuencia e inseguridad que tiene cada zona en Callao.

En cuarto lugar, un grupo de investigación en Sistemas Logísticos en Colombia. (Dusko, K., et. al, 2011) desarrolla un modelo matemático de programación que busca la ubicación dinámica de nodos dentro de zonas seguras para facilitar el sistema logístico, el cual es una red que permite que productos lleguen desde el fabricante hasta el cliente final. Mientras que, en el tema tratado se codificará en Python la optimización de rutas seguras para que el usuario llegue seguro en sí, el cual puede tener usos diversos como transporte vehicular, entrega de productos, etc.

Por último, en un artículo publicado en International Journal of Mechanical Engineering, (Mayee, 2022) describe las diversas funcionalidades de Google Maps. A partir de ello, proporciona la forma de integrar características adicionales de seguridad para todos los nodos de transporte en mapas de Google Maps. Asimismo, para mostrar la utilidad, buscan aplicar rutas seguras en la ciudad de Hyderabad, India. Basándose en los índices de peligrosidad y aislamiento de cada zona, establecen las demarcaciones y rutas que aseguren la integridad del usuario con el uso del algoritmo de Dijkstra en un grafo. Este artículo describe con mayor exactitud la finalidad del proyecto. Acorde al tema, se desea obtener las rutas más seguras en Callao, teniendo en cuenta la problemática del Perú, y los altos índices que presencia

la provincia constitucional de delincuencia al emplear el algoritmo utilizado en la publicación.

En conclusión, la información recopilada nos permite tener un amplio panorama de la búsqueda de adicionar características útiles en el tema de obtener rutas que nos brinde la máxima posibilidad de un camino óptimo que asegure la integridad del usuario. Es decir, diversos estudios muestran el interés de brindar seguridad en la optimización de rutas que no ha sido ejecutada en diversos aplicativos de la actualidad. Y por ello es de suma importancia, realizar un desarrollo del tema con los conocimientos adquiridos en el curso.

2) MARCO TEÓRICO

- a. **Teoría de grafos:** En matemáticas y ciencias de la computación, un grafo es una estructura que consta de nodos (también llamados vértices) y conexiones entre esos nodos (llamadas aristas). Los grafos se utilizan para modelar relaciones entre objetos. (Johnsonbaugh, 2008) Pueden ser de dos tipos principales: Grafo no dirigido, donde las aristas no tienen una dirección específica y grafo dirigido, donde las aristas tienen una dirección específica. Los grafos se utilizan ampliamente en la representación de redes sociales, mapas, rutas de transporte y en una variedad de problemas de optimización. Son fundamentales en la teoría de algoritmos y en muchas áreas de la informática y la ingeniería.
- b. **Algoritmo de Dijkstra:** El algoritmo de Dijkstra es una técnica clave en teoría de grafos utilizada para encontrar el camino más corto desde un nodo de origen a todos los demás nodos en un grafo ponderado. (Cormen, T., 1989). Su funcionamiento se resume en los siguientes pasos: Inicialización: Se asigna una distancia inicial al nodo de origen y se establecen las demás distancias como infinito. Paso principal: El algoritmo selecciona iterativamente el nodo no visitado más cercano al nodo de origen y actualiza las distancias de sus nodos adyacentes si se encuentra un camino más corto. La esencia del algoritmo radica en garantizar que, en cada iteración, se elija el nodo más cercano al origen y se actualicen las distancias de los nodos adyacentes si se encuentra un camino más corto. Al finalizar, el algoritmo proporciona las distancias más cortas desde el nodo de origen a todos los demás nodos del grafo.
- c. **OpenStreetMap (OSM):** OpenStreetMap (OSM) es una fuente de datos geográficos de código abierto que proporciona información detallada sobre infraestructuras y características geográficas a nivel mundial. La utilidad de OSM para obtener un grafo del Callao, o de cualquier otra región. (Morales, A., 2022).
- d. **Librería Geopandas de Python:** GeoPandas es una librería de Python que proporciona herramientas y estructuras de datos para trabajar con datos geoespaciales de manera fácil y eficiente. Se construye sobre las bibliotecas pandas, shapely y matplotlib, y extiende las funcionalidades de pandas para incluir tipos de datos geoespaciales y operaciones relacionadas con la información geográfica. (Estevéz, R., 2021) Podemos resumir las utilidades de GeoPandas en los siguientes puntos: Leer datos geoespaciales de archivos en múltiples formatos, escribir datos geoespaciales en archivos de múltiples formatos, calcular y obtener indicadores geométricos como áreas, distancias, coordenadas, centroides, puntos sobre

superficie, perímetro, generar buffers, uniones, transformar geometrías, etc y por último, generar vistas de mapas sencillas personalizando su aspecto.

3) Metodología

La figura 1 resume la metodología empleada en este trabajo. A continuación se detalla cada uno de las etapas en el procedimiento.

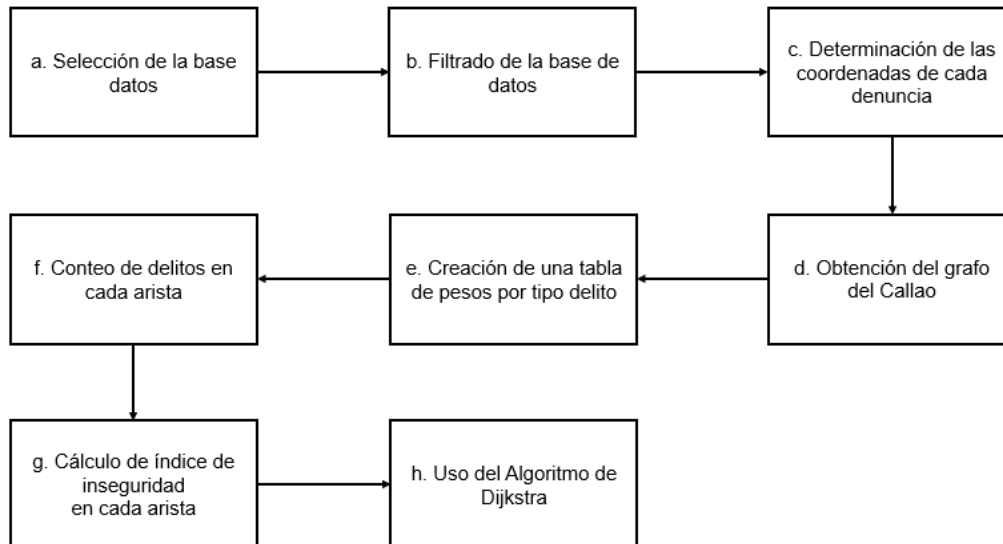


Figura 1. Diagrama de flujo de la metodología. Elaboración propia

a. Selección de la base de datos:

Se seleccionó y utilizó el Capítulo 200 del registro nacional de denuncias de delitos y faltas del año 2017 del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2017) como nuestra base de datos. Este registro incluía todas las denuncias ocurridas en todo el Perú.

b. Filtrado de la base de datos:

Se realizó un filtro en la columna departamento para conservar únicamente los delitos cometidos en la Provincia Constitucional del Callao, nuestra región de interés.

c. Determinación de las coordenadas de cada denuncia:

Cada registro mostraba la dirección del delito, pero no mostraba las coordenadas. Para determinar las coordenadas, se utilizó la librería geopy. De acuerdo a la página oficial de Geopy (2023) esta librería trabaja con servicios como OpenStreetMap Nominatim, Bing Maps, Google Maps, entre otros. Se ingresó la dirección de cada delito y se obtuvieron las coordenadas.

d. Obtención del grafo del Callao:

Se utilizó la librería OSMNX para obtener el grafo del Callao.

e. Creación de una tabla de pesos por tipo de delito:

Se estableció un peso para cada categoría de delito. Siendo 10 el mayor peso y 1 el de menor peso. La Tabla 1 muestra los pesos para cada categoría de delito. La ponderación se estableció según la gravedad del delito.

Tabla 1. Pesos para cada categoría de delito.

Categoría de delito	Ponderación
Delitos contra la vida	10
Delitos contra la libertad	8
Delitos contra la seguridad pública	7
Delitos contra el patrimonio	5
Delitos contra la administración pública	4
Delitos contra la familia	3
Delitos contra la fé pública	2
Otros delitos	1

f. Conteo de delitos en cada arista:

Utilizando las coordenadas de los delitos cada uno fue agrupado a la arista más cercana.

g. Cálculo de índice de inseguridad en cada arista:

Se realizó un conteo de los delitos asignados a la arista de acorde al tipo de delito. Se multiplicó la cantidad de delitos de cada categoría por su respectivo peso establecido en la Tabla 1. Se sumó el resultado de estas multiplicaciones y luego se dividió entre el total de delitos asignados a la arista. Este número se multiplicó por la distancia de la arista dando como resultado un índice de inseguridad. Este índice contempla tanto el riesgo como la distancia. Este procedimiento se repitió con todas las aristas.

Posteriormente se rescaló el índice, utilizando la fórmula de la figura 2 de tal forma que cada índice de inseguridad se encuentre en el rango 0 y 1. Lo cual reducirá el costo computacional al momento de hallar la ruta más corta. Este índice reescalado fue asignado a cada arista. De tal forma que reemplazó el peso anterior que únicamente contemplaba la distancia.

$$z = \frac{X_i - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad z \in [0, 1]$$

Figura 2. Fórmula para escalar datos. Fuente Urrego (2023).**h. Uso del algoritmo de Dijkstra:**

Con los nuevos pesos se aplicó el algoritmo de Dijkstra para hallar la ruta más corta y segura.

Limitaciones de la solución

Las principales limitaciones de este trabajo se relacionan con la disponibilidad de datos. Para determinar la ruta más segura es necesario tener acceso a las denuncias de los delitos. Esta es una tarea complicada debido a la falta de transparencia y acceso a estos datos. Nuestro trabajo empleó una base de datos del 2017 por ser la única disponible por lo que no refleja la inseguridad del Callao de manera fiable. Asimismo otro desafío es la falta de denuncias, de acorde al INEI en el año 2017 el 87.3% de los hechos delictivos en el Perú no fueron denunciados (INEI, 2017). Esto también repercute en la fiabilidad de la ruta recomendada.

Otra limitación vendría a ser el aumento de delitos a ciertas horas del día. En algunos momentos del día algunas zonas son más peligrosas. Un punto de mejora interesante sería utilizar la hora registrada en las denuncias para calcular un índice de inseguridad que cambie según la hora en la cual se haga la consulta. De tal forma que la ruta recomendada contemple la ruta más segura y corta de acorde a la hora.

4) RESULTADOS

El resultado del programa elaborado es la ruta en la cual se hayan registrado menos delitos y a la vez se llegue más rápido de un punto a otro, en esta ocasión se seleccionó al aeropuerto internacional del callao como punto de destino y el cruce de la avenida argentina con la avenida universitaria como punto de llegada. La ruta propuesta por el algoritmo se ve en la figura 3



Figura 3. Ruta más segura. Elaboración propia

A continuación se mostrará el resultado del algoritmo en el mapa de delitos de Perú que utiliza una escala de colores que va desde el amarillo suave al rojo oscuro para señalar la cantidad de delitos por persona en diferentes zonas, donde el amarillo representa entre 11.5 y 15.1 crímenes por individuo y el rojo entre 29.9 y 29.7. Con el propósito de evaluar la utilidad de nuestro algoritmo de recomendación de rutas, trazaremos en el mapa líneas de color verde y azul que simbolizan las rutas recomendadas por los distintos algoritmos en diferentes horas del día. Además, se comparará el resultado de nuestro algoritmo con las rutas que recomiendan google maps y waze. La información de

las rutas se ve en las figuras a,b y c y la leyenda del mapa se ve en la figura d.

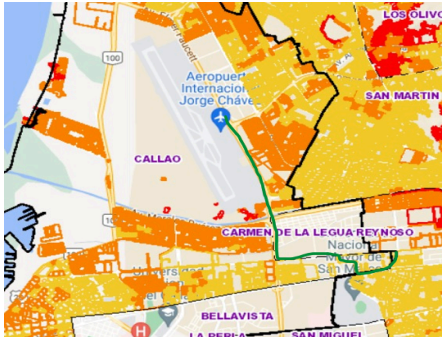


Figura a. Ruta más segura vista delitos

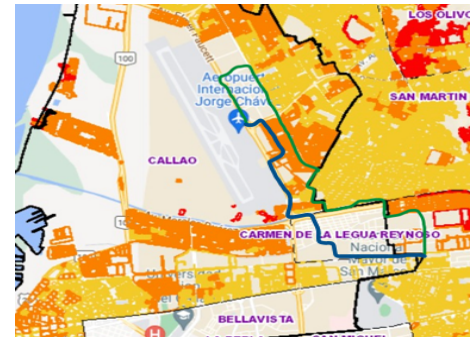


Figura b. Ruta optima de google maps

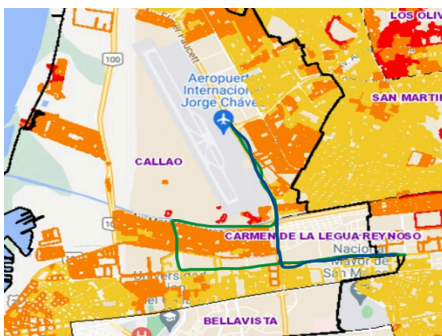


Figura c. Ruta óptima de waze

Población de 15 y más años de edad, víctima de algún hecho delictivo Departamental 2022

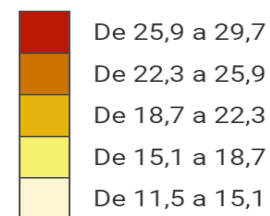


Figura d. Leyenda del mapa de delitos

Para tener una mejor perspectiva del desempeño de nuestro algoritmo vamos a medir el tiempo que se demora en ir del punto de partida al punto de llegada. En el primer escenario (ruta verde) que fue medida a las 8:00pm, horario de tráfico, el tiempo de llegada para el algoritmo de google maps es de 33 minutos, para el de waze es de 36 y para nuestro algoritmo tarda 49 minutos. En el segundo escenario (ruta azul) que fue medida a las 11:00 pm, horario sin mucho tráfico, el tiempo de llegada para el algoritmo de google maps es de 13 minutos, para el de waze es 13.5 y para nuestro algoritmo es de 15 minutos. Se puede observar como en un horario de tráfico, nuestro algoritmo tiene una desviación fuerte en términos de tiempo, pero en un horario sin tráfico el tiempo es bastante similar. Esto resulta preocupante, ya que en un horario sin tráfico, el ingresar por zonas con un alto índice de criminalidad puede llegar a ser letal para el conductor y los pasajeros, ya que resulta más sencillo asaltar a conductores y/o personas cuando no hay mucha gente en la calle.

5) CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

a. Conclusiones

En suma, la solución planteada si cumplió con el objetivo del trabajo. Se logró desarrollar un sistema que recomienda rutas seguras. El índice de seguridad calculado en base a los delitos fue de utilidad para evitar las zonas inseguras cosa que los aplicativos del mercado no hacen.

El algoritmo planteado podría ser integrado a los aplicativos existentes en el mercado para mejorar la propuesta de valor que realizan a los usuarios. De tal forma que aseguren un uso eficiente del tiempo y salvaguarden la integridad del usuario.

b. Recomendaciones para implementación

Para la implementación exacta del algoritmo se recomienda contar con data exacta (latitud y longitud) sobre los delitos ocurridos en la zona, y también tener los suficientes recursos computacionales para poder asignar los delitos y ponderar los pesos de las aristas según la distancia. Esto toma aún más importancia si se desea aumentar el alcance de la solución.

REFERENCIAS

- Bazán, A., Calderon, C. & Campos, C. (2019), Aplicativo móvil que ayudará a usuarios a trasladarse en bicicletas, scooters y a pie por rutas seguras y confiables: MOVE [Tesis Bachillerato, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio académico UPC. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/648586/Baz%c3%a1n_F%c3%81.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- BBC. (2016). Brasil: el terrible asesinato de un turista italiano en una peligrosa favela de Río de Janeiro a la que llegó llevado por su GPS. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-38270594>
- Cormen, T et. al (1989). Introduction to algorithms. MIT Press. https://edutechlearners.com/download/Introduction_to_algorithms-3rd%20Edition.pdf
- LaFM. (2021). Denuncian que Google Maps daría rutas que son altamente peligrosas. <https://www.lafm.com.co/tecnologia/denuncian-que-google-maps-daria-rutas-que-son-alta-mente-peligrosas>
- Dusko, K., López, B., Cesar, A., González, L. , & Rueda, F., (2011). Modelo de localización dinámica de nodos logísticos intermedios dentro de zonas seguras en el contexto de logística focalizada. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, (59), 133-144. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-62302011000300013&lng=en&tlng=es
- El Peruano. (s/f). Waze en el Perú: 1.3 millones de usuarios únicos mensuales. <https://elperuano.pe/noticia/70303-waze-en-el-peru-13-millones-de-usuarios-unicos-mensuales>
- Estevéz, R., (2021). Librería GeoPandas de Python: qué es y para qué sirve. Geomapik. <https://www.geomapik.com/spatial-data-science/que-es-geopandas-python-analisis-gis/>
- GeoPy. (2023). Welcome to GeoPy's documentation. <https://geopy.readthedocs.io/en/stable/>
- Antsroute. (2022). Google Maps: ¿Podemos hablar de optimización de rutas?. <https://antsroute.com/es/solucion/google-maps-podemos-hablar-de-optimizacion-de-rutas/>
- Instituto de Estudios Peruanos. (2023). IEP Informe de Opinión - Abril 2023 (Informe completo). <https://iep.org.pe/wp-content/uploads/2023/05/Informe-IEP-OP-Abril-2023.pdf>

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2013). Estadísticas de Criminalidad y Seguridad Ciudadana en Lima Metropolitana. Recuperado de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1534/cap13.pdf

Instituto Nacional de Estadística. (2017). Cifra Negra del Delito y Denuncia. Capítulo 5. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1540/cap05.pdf

Johnsonbaugh, R., (2008). Matemáticas Discretas. México: Pearson Education.

<https://catedras.facet.unt.edu.ar/lad/wp-content/uploads/sites/93/2018/04/Matem%C3%A1ticas-Discretas-6edi-Johnsonbaugh.pdf>

La Nacion. (2018). Una mujer entró en una villa por indicación del GPS y balearon a su hija de tres años en un intento de asalto. <https://www.lanacion.com.ar/seguridad/una-mujer-entro-villa-indicacion-del-gps-nid2190436/>

Llanos, F., (2023). Los caminos de migrantes que pasan por México: análisis desde la Teoría de Grafos. Migraciones Internacionales, 14. <https://doi.org/10.33679/rmi.v1i1.2581>

Mayee, K. (2022). A Recommendation for Safety Parameters in Google Maps Routing with case study of a route in metropolitan city Hyderabad. International Journal of Mechanical Engineering, 7(12). <https://kalaharijournals.com/resources/19-Dec22.pdf>

Morales, A., (2022). OpenStreetMap: la plataforma de mapas libre más grande del mundo. MappingGIS. <https://mappinggis.com/2021/04/openstreetmap-la-plataforma-de-mapas-libre-mas-grande-del-mundo/>

Obregón, S., Sánchez, J. & Somohano, M., (2016). Planificación de rutas turísticas para autobús a través de indicadores de accesibilidad integral y de dotación de bienes materiales e inmateriales. Revista Transporte y Territorio, (14), 144-166. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=333046307009>

Urrego, N. (2023). Transformando datos en oro: Cómo la estandarización y normalización mejoran tus resultados. Medium. <https://medium.com/@nicolasurrego/transformando-datos-en-oro-c%C3%B3mo-la-estandarizaci%C3%B3n-y-normalizaci%C3%B3n-mejoran-tus-resultados-fbe0840d2b94>

Wylie, L. (2023). Navigation app revenue and usage statistics. Business of Apps. <https://www.businessofapps.com/data/navigation-app-market/>