

TRUSTED PATH. GENERADOR DE RUTAS ALTERNATIVAS PARA EVITAR EL ACOSO CALLEJERO

Santiago Rodríguez Mojica
Universidad Eafit
Colombia
srodrigu24@eafit.edu.co

Miguel Angel Hoyos
Universidad Eafit
Colombia
mahoyosv@eafit.edu.co

Andrea Serna
Universidad Eafit
Colombia
asernac1@eafit.edu.co

Mauricio Toro
Universidad Eafit
Colombia
mtorobe@eafit.edu.co

Texto en negro = Contribución de Andrea y Mauricio

Texto en verde = Para completar la primera entrega

Texto azul = A completar para el 2º entregable

Texto en color violeta = A completar para el tercer entregable

RESUMEN

Una ciudad como Medellín, brinda una amplia gama de alternativas a la hora de movilizarse. Hay gran diversidad de rutas de buses, metro, ciclovías y transporte público en general. Sin embargo, el tener una gran variedad no lo es todo, ya que la seguridad juega un papel fundamental. Actualmente el acoso y la inseguridad son fenómenos que nos golpean como sociedad en todos los aspectos de nuestra vida, incluyendo la movilidad, así que no basta con tomar la ruta más rápida, si al hacerlo nos exponemos a un gran riesgo mientras la transitamos. Es necesario integrar el factor seguridad y determinar también, cuáles son las rutas fiables para llegar a nuestros destinos tratando de equilibrar y minimizar los tiempos de desplazamiento y riesgos durante los trayectos.

Una problemática de esta índole acarrea repercusiones para todos y desemboca en más problemáticas que afectan la calidad de vida de todos, y he aquí la importancia de encontrar alternativas. Independientemente de nuestro estrato social, rol en la sociedad, creencias religiosas, profesiones o lugar de trabajo, todos debemos desplazarnos en mayor o menor medida en la ciudad.

¿Cuál es el algoritmo que has propuesto para resolver el problema? ¿Qué resultados cuantitativos has obtenido? ¿Cuáles son las conclusiones de este trabajo? El resumen debe tener **como máximo 200 palabras**. (En este semestre, debes resumir aquí los tiempos de ejecución, y los resultados obtenidos con los tres caminos).

Palabras clave

Camino más corto, acoso sexual callejero, identificación de rutas seguras, prevención del crimen.

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto Trusted Path, nace del deseo de aportar desde la tecnología y la revolución 4.0 a la construcción de una ciudad con soluciones inteligentes. Como futuros ingenieros de sistemas, tenemos una gran responsabilidad en nuestras manos, mejorar la calidad de vida de las personas. Actualmente la tecnología permea todos los aspectos de nuestra vida, y de aquí nace la oportunidad de usarla para disminuir el acoso callejero hacia las mujeres, buscando brindar alternativas a las soluciones que ya se han planteado y no han sido efectivas. Medellín es un laberinto y presenta una gran cantidad de rutas alternas a la hora de movilizarse. Para una persona normal, tener en cuenta cada uno de los caminos posibles y que tan seguros son, es una tarea demorada, complicada, desgastante y no siempre con resultados precisos. Aquí es donde nace la integración con el software. Calcular el camino más rápido de un punto a, hasta un punto b, es un problema que hemos tenido desde siempre, y ya hay soluciones tecnológicas, como Google maps o Waze, el problema con estas es que ignoran la seguridad del trayecto y aquí es donde nace Trusted Path, que además de tener en cuenta una ruta eficaz, busca establecer un trayecto seguro.

1.1. Problema

En pocas palabras, explique el problema, el impacto que tiene este problema en la sociedad y por qué es útil resolverlo. (En este semestre, el problema consiste en calcular tres caminos diferentes que reduzcan tanto la distancia como el riesgo de acoso sexual callejero).

La violencia y acoso contra la mujer es un fenómeno supremamente complejo y data de muchísimo tiempo atrás. En el intervienen factores culturales, arraigados en las mismas bases de la sociedad, ineficiencia de organismos de control y seguridad, falta de educación y civismo, entre otros. Para fines de este proyecto, tomaremos como foco central la inseguridad y el acoso callejero. Esto gracias a que las cifras reflejan que es uno de los puntos críticos de este problema. Es importante dar soluciones y aplacar estos hechos desafortunados, ya que hace parte de nuestro desarrollo integral como sociedad. El progreso va más allá de la infraestructura, y el brindar seguridad y tranquilidad a todos debe ser una de las bases para empezar a construir ciudad, ya

que frases normalizadas como “Me avisas cuando llegues” o “¿Llegaste bien?”, denotan que vivimos con la preocupación de que, al salir a la calle, algo pueda ocurrir, y esto definitivamente, no es calidad de vida.

El problema por solucionar y el reto que se nos presenta desde la ingeniería, es poder encontrar rutas alternativas, que reduzcan tanto la distancia como el riesgo del acoso sexual callejero en las calles de Medellín. Al resolver esto, proporcionamos una herramienta a las mujeres, para que puedan sentirse más seguras. Y confiando en que podamos escalar de Medellín a todas las ciudades de Colombia, de Latinoamérica, y ¿Por qué no?, de todo el mundo

1.2 Solución

Explica, brevemente, tu solución al problema (En este semestre, la solución es un algoritmo para peatones para reducir tanto la distancia como el riesgo de acoso. ¿Qué algoritmos has elegido? ¿Por qué?)

1.3 Estructura del artículo

A continuación, en la Sección 2, presentamos trabajos relacionados con el problema. Posteriormente, en la Sección 3, presentamos los conjuntos de datos y los métodos utilizados en esta investigación. En la Sección 4, presentamos el diseño del algoritmo. Después, en la Sección 5, presentamos los resultados. Finalmente, en la Sección 6, discutimos los resultados y proponemos algunas direcciones de trabajo futuro.

2. TRABAJOS RELACIONADOS

A continuación, explicamos cuatro trabajos relacionados con la búsqueda de caminos para prevenir el acoso sexual callejero y la delincuencia en general.

2.1 Walking Safe: Aplicación Móvil para el Trazado de Rutas Peatonales en las Ciudades

Por medio del uso de la inteligencia artificial, esta aplicación busca aumentar la seguridad vial de los peatones, guiándolos mediante rutas más seguras. Su principal diferencia (como lo definen, Ventaja) surge de la incorporación de un sistema que le permite a la aplicación, identificar la intención de cruce y giro de un peatón. No se especifica el algoritmo utilizado. (José Manuel Lozano Domínguez, 2020) [1].

2.2 RIDBIKE: Aplicación Móvil Para Crear Rutas Compartidas En Usuarios De Bicicletas

Por medio del uso de la inteligencia artificial, esta aplicación busca aumentar la seguridad vial de los peatones, guiándolos mediante rutas más seguras. Su principal diferencia (como lo definen, Ventaja) surge de la incorporación de un sistema que le permite a la aplicación, identificar la intención de

cruce y giro de un peatón. No se especifica el algoritmo utilizado [2].

2.3 Sistema Big Data Para La Identificación Y Predicción De Zonas Potencialmente Peligrosas Para Ciclistas

Basado en el desarrollo de un módulo de análisis de datos y de predicción, el proyecto se centra en la implementación de un sistema capaz de identificar zonas potencialmente peligrosas para ciclistas mediante el uso de técnicas basadas en Machine Learning, basándose en un historial de trayectos y accidentes, adicionando información que es consultada de los usuarios en tiempo real. Este sistema implementa los algoritmos Dijkstra y Bellman-Ford [3].

2.4 SAFEWAY: Un Sistema De Recomendación De Rutas Basado En El Contexto Para Fomentar La Seguridad Vial

Es un sistema de recomendación que intenta fomentar la seguridad vial mediante la recomendación de rutas seguras, considerando además del tiempo empleado, el riesgo que presentan las distintas alternativas de viajes entre dos puntos distintos dentro de un mismo territorio. Tiene como principal objetivo que el usuario sea quien comprenda el porqué de las recomendaciones que le proporciona el sistema. No especifica el algoritmo utilizado [4].

3. MATERIALES Y MÉTODOS

En esta sección, explicamos cómo se recogieron y procesaron los datos y, después, diferentes alternativas de algoritmos de caminos que reducen tanto la distancia como el riesgo de acoso sexual callejero.

3.1 Recogida y tratamiento de datos

El mapa de Medellín se obtuvo de *Open Street Maps* (OSM)¹ y se descargó utilizando la API² OSMnx de Python. El mapa incluye (1) la longitud de cada segmento, en metros; (2) la indicación de si el segmento es de un solo sentido o no, y (3) las representaciones binarias conocidas de las geometrías obtenidas de los metadatos proporcionados por OSM.

Para este proyecto, se calculó una combinación lineal (CL) que captura la máxima varianza entre (i) la fracción de hogares que se sienten inseguros y (ii) la fracción de hogares con ingresos inferiores a un salario mínimo. Estos datos se obtuvieron de la encuesta de calidad de vida de Medellín, de 2017. La CL se normalizó, utilizando el máximo y el mínimo, para obtener valores entre 0 y 1. La CL se obtuvo mediante el análisis de componentes principales. El riesgo de acoso se define como uno menos la CL normalizada. La

¹ <https://www.openstreetmap.org/>

² <https://osmnx.readthedocs.io/>

Figura 1 presenta el riesgo de acoso calculado. El mapa está disponible en GitHub³.

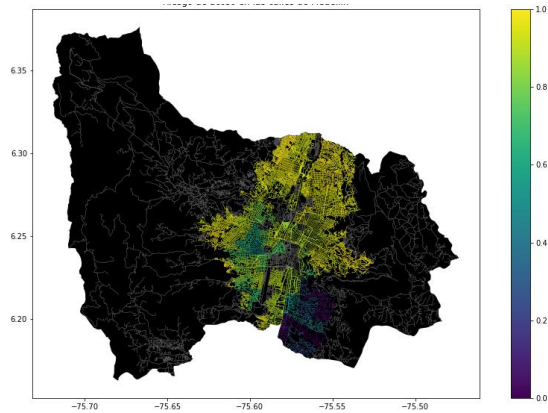


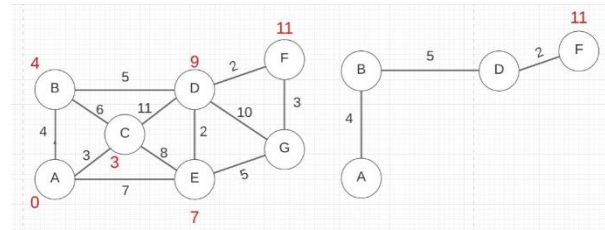
Figura 1. Riesgo de acoso sexual calculado como una combinación lineal de la fracción de hogares que se sienten inseguros y la fracción de hogares con ingresos inferiores a un salario mínimo, obtenidas de la Encuesta de Calidad de Vida de Medellín, de 2017.

3.2 Alternativas de caminos que reducen el riesgo de acoso sexual callejero y distancia

A continuación, presentamos diferentes algoritmos utilizados para un camino que reduce tanto el acoso sexual callejero como la distancia.

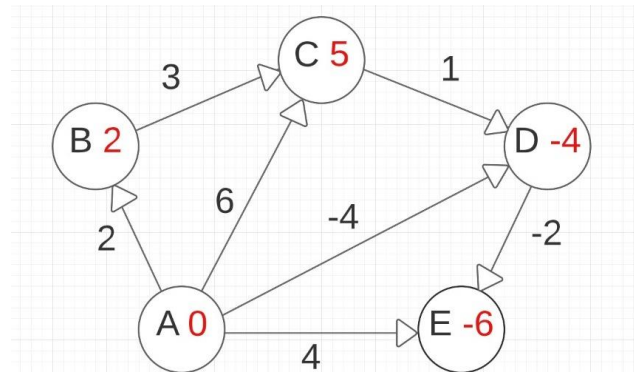
3.2.1 Dijkstra

Es un algoritmo desarrollado por Edsger Dijkstra en el año 1959. Su objetivo es encontrar el camino más corto entre dos nodos dados. Parte del nodo inicial y se detiene en el momento en que llega al nodo objetivo. Este asigna un valor de “infinito” a cada nodo que no ha visitado. A medida que va recorriendo el grafo, crea un registro y calcula distancias a cada nodo nuevo, partiendo de sumar la distancia anterior y reemplazando el valor de infinito anteriormente asignado. Si la distancia calculada es menor que la anterior, la reemplaza, y si no, la ignora y continua su ejecución. Es importante tener en cuenta lo anterior, ya que no se puede aplicar a grafos que tengan aristas negativas, ya que genera un error al ignorar caminos que podrían resultar más eficientes a largo plazo [5].



3.2.2 Bellman-Ford

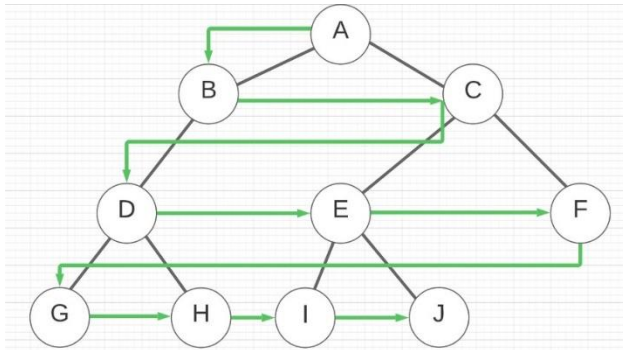
Es un algoritmo desarrollado por Richard Bellman, Samuel End y Lester Ford. Su objetivo es encontrar el camino más corto entre dos nodos dados. Es muy similar al algoritmo de Dijkstra, aunque se define de una manera más general. Tiene la particularidad, de que acepta ponderaciones negativas, pero a cambio de esto, es menos eficiente que Dijkstra [6].



3.2.3 BFS

Es un algoritmo que viene de su abreviación en inglés “breadth-first search” o en español, búsqueda de anchura. Su objetivo puede ser, tanto el buscar un nodo especificado, como el de recorrer el grafo por completo. Inicialmente, explora todos los nodos que se conectan directamente con el nodo de origen especificado, y a partir de estos, los adyacentes a estos, hasta llegar al nodo objetivo o terminar de recorrer todo el grafo. Es importante aclarar que determina el camino más corto en función de los vértices que recorre, y no del costo variable que puede tener ir de un nodo a otro, por lo que se usa normalmente en grafos no ponderados [7].

³<https://github.com/mauriciotoro/ST0245Eafit/tree/master/proyecto/Datasets/>



4. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL ALGORITMO

A continuación, explicamos las estructuras de datos y los algoritmos utilizados en este trabajo. Las implementaciones de las estructuras de datos y los algoritmos están disponibles en Github⁴.

4.1 Estructuras de datos

Explica la estructura de datos que se utilizó para representar el mapa de la ciudad de Medellín. Haga una figura que lo explique. No utilice figuras de Internet. (En este semestre, los ejemplos de las estructuras de datos son la matriz de adyacencia, la lista de adyacencia, la lista de adyacencia utilizando un diccionario). La estructura de los datos se presenta en la Figura 2.

3.2.4 A Star

Es un algoritmo de búsqueda. Fue desarrollado en 1968 por Peter E. Hart, Nils J. Nilsson y Bertram Raphael y es conocido como "A*", "A estrella", etc. Su objetivo es encontrar el camino más corto, especificándole un nodo inicial y uno objetivo. Usa la heurística para calcular la distancia más óptima al nodo objetivo, sin sobreestimar el resultado [8][9].

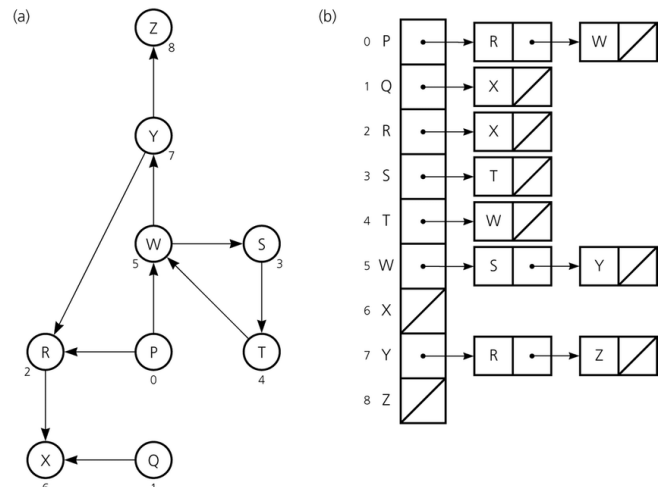
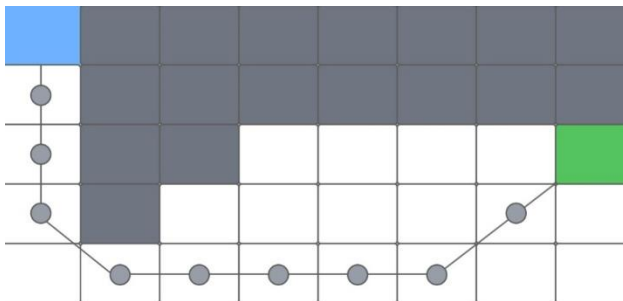


Figura 2: Un ejemplo de mapa de calles se presenta en (a) y su representación como lista de adyacencia en (b). (Por favor, siéntase libre de cambiar esta gráfica si utiliza una estructura de datos diferente).

4.2 Algoritmos

En este trabajo, proponemos un algoritmo para un camino que minimiza tanto la distancia como el riesgo de acoso sexual callejero.

4.2.1 Algoritmo para un camino que reduce tanto la distancia como el riesgo de acoso sexual callejero

Explica el diseño del algoritmo para calcular un camino que reduce tanto la distancia como el riesgo de acoso y haga su propia gráfica. No utilice gráficas de Internet, haga las suyas. (En este semestre, el algoritmo podría ser DFS, BFS,

⁴ <http://www.github.com/ ???????? /.../proyecto/>

Dijkstra, A*, Bellman, Floyd entre otros). El algoritmo se ejemplifica en la Figura 3.

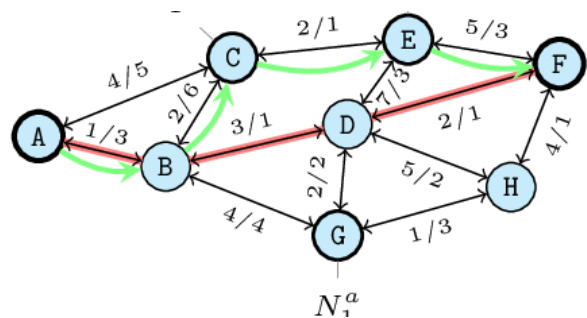


Figura 3: Cálculo de un camino que reduce tanto la distancia como el riesgo de acoso. (Por favor, siéntase libre de cambiar esta figura si utiliza un algoritmo diferente).

4.2.2 Cálculo de otros dos caminos para reducir tanto la distancia como el riesgo de acoso sexual callejero

Explica los otros dos caminos que reducen tanto la distancia como el riesgo de acoso sexual callejero y haga su propia gráfica. No utilice gráficas de Internet, haga las suyas. (En este semestre, el algoritmo podría ser DFS, BFS, Dijkstra, A*, entre otros). El algoritmo se ejemplifica en la Figura 4.



Figura 4: Mapa de la ciudad de Medellín donde se presentan tres caminos para peatones que reducen tanto el riesgo de acoso sexual como la distancia en metros entre la Universidad EAFIT y la Universidad Nacional.

4.3 Análisis de la complejidad del algoritmo

Explica, con tus propias palabras, el análisis, para el peor caso, utilizando la notación O. ¿Cómo ha calculado esas complejidades? Explique brevemente.

Algoritmo	Complejidad temporal
Nombre del algoritmo	$O(V^2 \cdot E^2)$
Nombre del segundo algoritmo (en caso de que haya probado dos)	$O(E^3 \cdot V \cdot 2^V)$

Tabla 1: Complejidad temporal del nombre de su algoritmo, donde V es... E es... (Por favor, explique qué significan V y E en este problema). No, no use 'n'.

Estructura de datos	Complejidad de la memoria
Nombre de la estructura de datos	$O(V \cdot E \cdot 2^E)$
Nombre de la segunda estructura de datos (en caso de que haya intentado dos)	$O(2^E \cdot 2^V)$

Tabla 2: Complejidad de memoria del nombre de la estructura de datos que utiliza su algoritmo, donde V es... E es... (Por favor, explique qué significan V y E en este problema). No, no sive 'n'. Es decir, no usar 'n'. No 'n'.

4.4 Criterios de diseño del algoritmo

Explique por qué el algoritmo fue diseñado de esa manera. Utilice criterios objetivos. Los criterios objetivos se basan en la eficiencia, que se mide en términos de tiempo y memoria. Ejemplos de criterios NO objetivos son: "estaba enfermo", "fue la primera estructura de datos que encontré en Internet", "lo hice el último día antes del plazo", "es más fácil", etc. Recuerde: Este es el 40% de la calificación del proyecto.

5. RESULTADOS

En esta sección, presentamos algunos resultados cuantitativos sobre los tres caminos que reducen tanto la distancia como el riesgo de acoso sexual callejero.

5.1 Resultados del camino que reduce tanto la distancia como el riesgo de acoso sexual callejero

A continuación, presentamos los resultados obtenidos de *tres caminos que reducen tanto la distancia como el acoso*, en la Tabla 3.

Origen	Destino	Distancia	Riesgo
Eafit	Unal	??	??
Eafit	Unal	???	??
Eafit	Unal	??	??

Tabla 3. Distancia en metros y riesgo de acoso sexual callejero (entre 0 y 1) para ir desde la Universidad EAFIT hasta la Universidad Nacional caminando.

5.2 Tiempos de ejecución del algoritmo

En la Tabla 4, explicamos la relación de los tiempos medios de ejecución de las consultas presentadas en la Tabla 3.

Calcule el tiempo de ejecución de las consultas presentadas en la Tabla 3. Indique los tiempos de ejecución medios.

Cálculo de v	Tiempos medios de ejecución (s)
$v = ??$	100000.2 s
$v = ??$	800000.1 s
$v = ??$	8450000 s

Tabla 4: Tiempos de ejecución del nombre del *algoritmo* (Por favor, escriba el nombre del algoritmo, por ejemplo, DFS, BFS, A*) para cada uno de los tres caminos calculadores entre EAFIT y Universidad Nacional.

6. CONCLUSIONES

Explique los resultados obtenidos. ¿Son los caminos significativamente diferentes? ¿Qué utilidad tiene esto para la ciudad? ¿Son razonables los tiempos de ejecución para utilizar esta implementación en una situación real? ¿Qué camino recomendaría para una aplicación móvil o web?

6.1 Trabajos futuros

Responda, ¿qué le gustaría mejorar en el futuro? ¿Cómo le gustaría mejorar su algoritmo y su aplicación? ¿Continuará este proyecto trabajando en la optimización? ¿En estadística? ¿Desarrollo web? ¿Aprendizaje automático? ¿Realidad virtual? ¿Cómo?

AGRADECIMIENTOS

Identifique el tipo de agradecimiento que desea escribir: para una persona o para una institución. Tenga en cuenta las siguientes pautas: 1. El nombre del profesor no se menciona porque es un autor. 2. No debe mencionar a los autores de los artículos con los que no se ha puesto en contacto. 3. Debe mencionar a los alumnos, profesores de otros cursos que le han ayudado.

A modo de ejemplo: Esta investigación ha sido apoyada/parcialmente apoyada por [Nombre de la Fundación, Donante].

Agradecemos la ayuda con [técnica particular, metodología] a [Nombre Apellido, cargo, nombre de la institución] por los comentarios que mejoraron en gran medida este manuscrito.

Los autores agradecen al profesor Juan Carlos Duque, de la Universidad EAFIT, por facilitar los datos de la Encuesta de Calidad de Vida de Medellín, de 2017, procesados en un archivo *Shapefile*.

REFERENCIAS

- [1] Lozano Domínguez, J. and de J. Mateo Sanguino, T., 2021. Walking Safe: Aplicación Móvil para el Trazado de Rutas Peatonales en las Ciudades. , p.5.
- [2] CUERVO SANCHEZ, J. and GONZALEZ MARTINEZ, L., 2019. APLICACIÓN MÓVIL PARA CREAR RUTAS COMPARTIDAS EN USUARIOS DE BICICLETAS DE BOGOTÁ. UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS, p.81.
- [3] Gómez de Merodio, P., 2019. SISTEMA BIG DATA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y PREDICCIÓN DE ZONAS POTENCIALMENTE PELIGROSAS PARA CICLISTAS. , p.94.
- [4] del Valle Corral, V., 2018. SAFEWAY: Un sistema de recomendación de rutas basado en el contexto para fomentar la seguridad vial. Universidad Complutense de Madrid, p.79.

[5] Peñaranda Ortega, M., Osca Lluch, J., López Ferrer, M., Civera Mollá, C. and Tortosa Gil, F., 2019. FUNCIONAMIENTO, REPRESENTACIÓN Y COMPORTAMIENTO DE DIFERENTES ALGORITMOS FRENTE AL CÁLCULO DE UN SMALL WORLD EN CIENCIA. INTERNATIONAL SOCIETY FOR KNOWLEDGE ORGANIZATION, p.15.

[6] GeeksforGeeks, 2022. Bellman–Ford Algorithm | DP-23 - GeeksforGeeks. GeeksforGeeks.

[7] López Mamani, M. and Murillo, J., 2020. Difference between Breadth Search (BFS) and Deep Search (DFS). Encora.

[8] Anon, 2005. ALGORTIMO A*. Instituto Tecnológico de Nuevo Laredo, p.12.

[9]GeeksforGeeks, 2022. A* Search Algorithm - GeeksforGeeks. GeeksforGeeks.