

## Análisis de Trayectoria GPS para la Construcción de Ciudades Inteligentes

### [ GPS Path Analysis for the Construction of Smart Cities ]

*Verónica Amaguaya Campoverde, Allison Aroni Mera, Carlos Garay Escalante, and Josué Irigoyen Carrasco*

Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador

Copyright © 2020 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**ABSTRACT:** The GPS or Global Positioning System, is a system that aims to determine the spatial coordinates of points with respect to a world reference system. These points are located anywhere on the planet, they can remain static or moving and observations can be made at any time of the day, this system has benefited people because of its great utility and various studies are carried out based on GPS paths, which They are born precisely by the points of moving objects such as vehicle paths or known by many space trajectories researchers. These can be applied in different areas such as for the construction of smart cities, which are cities based entirely on technology, that is, many factors are involved to develop this city. In this article it was possible to demonstrate the relationship between these terms, resulting in the application of GPS paths as a mobility solution to streamline transport systems. These systems use advanced technologies and communication systems in the transport sector, in order to improve the management of the transport network, consequently, make improvements in areas such as safety, simplicity, confidentiality and road efficiency.

**KEYWORDS:** Technology, Clusteres, mobility, Algorithms, infrastructure.

**RESUMEN:** El GPS o Sistema de Posicionamiento Global, es un sistema que tiene como objetivo la determinación de las coordenadas espaciales de puntos respecto de un sistema de referencia mundial. Estos puntos están ubicados en cualquier lugar del planeta, pueden permanecer estáticos o en movimiento y las observaciones pueden realizarse en cualquier momento del día, este sistema ha beneficiado a las personas por su gran utilidad y se realizan diversos estudios basándose en las trayectorias GPS, que nacen precisamente por los puntos de objetos en movimientos como los recorridos vehiculares o conocida por muchos investigadores trayectorias espaciales. Estos se pueden aplicar en distintas áreas como por ejemplo para la construcción de ciudades inteligentes, que son ciudades basadas por completo en tecnología, es decir que intervienen muchos factores para poder desarrollar esta ciudad. En el presente artículo se pudo evidenciar la relación existente entre estos términos dando como resultado el aplicar las trayectorias GPS como una solución de movilidad para agilizar los sistemas de transporte. Estos sistemas utilizan tecnologías avanzadas y sistemas de comunicación en el sector de transporte, con el fin de mejorar el manejo de la red de transporte, en consecuencia, hacer mejoras en áreas como seguridad, simplicidad, confidencialidad y eficiencia vial.

**PALABRAS CLAVES:** Tecnología, Clusteres, movilidad, algoritmos, infraestructura.

## **1 INTRODUCCIÓN**

La tecnología sigue siendo uno de los puntos que más se menciona en la actualidad y es un tema muy amplio de tratar. El cual se ve involucrado en muchos aspectos de la vida diaria, donde se manejan muchos datos de los cuales se necesitan tener conocimiento para tratarlos.

La evolución constante de las tecnologías relacionadas a la ubicación geográfica y los múltiples requerimientos de usuarios exigiendo precisión y exactitud a la hora de localizar un objeto, tienen como consecuencia el acrecentamiento de la información de trayectorias espaciales, en muchas ocasiones incluso acumulando datos inválidos e innecesarios. Debido a esto surge la necesidad de aplicar la compresión de datos por las redundancias encontradas en la información recopilada de diversas fuentes y en diversos ámbitos. El estudio de técnicas de compresión de trayectorias GPS hoy día es un área activa de investigación en el mundo científico [1].

El presente artículo describe temas relacionadas con las trayectorias GPS, especificando primeramente sobre los sistemas de posicionamiento Global, los cuales influyen en muchos dispositivos, como por ejemplo los vehículos que en la actualidad hay una creciente demanda en la adquisición de estos, independientemente en el modo en la cual el usuario prefiera utilizar [2]. Siguiendo con la explicación de las Trayectorias GPS donde se describe su concepto.

También trata sobre las ciudades inteligentes, exclusivamente su desarrollo, en el cual se describe todas las implicaciones o factores que intervienen en ella. Especificando su conexión con las trayectorias GPS es decir la vinculación o relación existente, y culminando con una conclusión sobre el tema.

## **2 ANÁLISIS TEORICO**

### **2.1 SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL**

La tecnología ha ido en crecimiento, cada vez se crean nuevas cosas con grandes beneficios y el GPS ha sido uno de ellos, este es uno de los sistemas más codiciados desde su creación y en la actualidad, ya que se ha ido incorporando en distintos dispositivos, como son los móviles, vehículos, etc., precisamente porque realiza procesos que varias décadas atrás no se creería posible de inventar.

El sistema de posicionamiento global conocido como GPS, es el conjunto de elementos (Software y Hardware) [3] que emiten la ubicación de un objeto en la tierra a partir de la triangulación de la información geo espacial de 4 o más satélites GPS [4]. Es decir, es un aparato que viene incorporado con un software el cual facilita el poder conocer la ubicación precisa de las personas o cosas.

El GPS está financiado y controlado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos (DOD). El sistema se llama NAVSTAR, con sus siglas en ingles Navigational Satellite Timing And Ranging, que es la sincronización y rango de navegación por satélite [5]. También se debe mencionar que su creación se dio por fines militares.

Como se conoce el GPS es un sistema muy útil en la vida de las personas, se podría decir que es preciso, sin embargo, también se pueden hallar fuentes de error en los GPS, los cuales se detallaran en la siguiente tabla.

Tabla 1. Fuentes de errores en los GPS

<b>Perturbación</b>	La ionosfera está formada por una capa de partículas cargadas eléctricamente que modifican la velocidad de las señales de radio que la atraviesan.
<b>Fenómenos meteorológicos</b>	En la troposfera, cuna de los fenómenos meteorológicos, el vapor de agua afecta a las señales electromagnéticas disminuyendo su velocidad. Los errores generados son similares en magnitud a los causados por la ionosfera, pero su corrección es prácticamente imposible.
<b>Imprecisión en los relojes</b>	Los relojes atómicos de los satélites presentan ligeras desviaciones a pesar de su cuidadoso ajuste y control; lo mismo sucede con los relojes de los receptores.
<b>Interferencias eléctricas imprevistas</b>	Las interferencias eléctricas pueden ocasionar correlaciones erróneas de los códigos pseudo-aleatorios o un redondeo inadecuado en el cálculo de una órbita. Si el error es grande resulta fácil detectarlo, pero no sucede lo mismo cuando las desviaciones son pequeñas y causan errores de hasta un metro.
<b>Error multisenda</b>	Las señales transmitidas desde los satélites pueden sufrir reflexiones antes de alcanzar el receptor. Los receptores modernos emplean técnicas avanzadas de proceso de señal y antenas de diseño especial para minimizar este error, que resulta muy difícil de modelar al ser dependiente del entorno donde se ubique la antena GPS.
<b>Interferencia "Disponibilidad Selectiva S/A"</b>	Constituye la mayor fuente de error y es introducida deliberadamente por el estamento militar.
<b>Topología receptor-satélites</b>	Los receptores deben considerar la geometría receptor-satélites visibles utilizada en el cálculo de distancias, ya que una determinada configuración espacial puede aumentar o disminuir la precisión de las medidas. Los receptores más avanzados utilizan un factor multiplicativo que modifica el error de medición de la distancia (dilución de la precisión geométrica)

Las fuentes de errores dependen de diferentes aspectos, como, por ejemplo, el error debido a la Disponibilidad Selectiva y los derivados de la imprecisión de los relojes son independientes de la geometría de los satélites, mientras que los retrasos ionosféricos, troposféricos y los errores multisenda dependen fuertemente de la topología. Los errores procedentes de las distintas fuentes se acumulan en un valor de incertidumbre que va asociado a cada medida de posición GPS [6].

Los GPS pueden ser utilizados de forma gratuita por cualquier persona. Este se ha convertido en una herramienta ampliamente implementada y útil para el comercio, usos científicos, seguimiento y vigilancia, facilitando así la vida cotidiana de las personas [7]. Sus usos han sido variados e incluso se han realizados varios estudios con respecto a la trayectoria del GPS y su análisis.

## 2.2 TRAYECTORIA GPS

La trayectoria GPS de un objeto en movimiento es un conjunto de posiciones muestreadas con una marca de tiempo y otra información de movimiento relacionada (por ejemplo, velocidad y dirección de movimiento). Esencialmente, los datos de rastreo GPS expresan el movimiento continuo del objeto en movimiento en forma discreta [8] es decir, los objetos en movimiento pueden cambiar su modo de transporte a través del tiempo.

Las trayectorias GPS nacen por los puntos de objetos en movimientos como los recorridos vehiculares o conocida por muchos investigadores trayectorias espaciales. Las características principales de una trayectoria es la formación de puntos continuos [9]. Este tema es de gran atención porque genera nuevas oportunidades y desafíos en la extracción de conocimiento sobre objetos en movimiento ya que, por medio de la aplicación de las técnicas clustering, se puede agrupar los recorridos más frecuentes o identificar los puntos clave del tránsito vehicular.

### 2.2.1 CLUSTERING

"Clustering" es el proceso de identificación natural agrupaciones o grupos dentro de datos multidimensionales basados en alguna medida de similitud.

Por lo tanto, las medidas de similitud son componentes fundamentales en la mayoría de los algoritmos de agrupamiento [10]. Este autor se refiere a la separación de cúmulos cuando la información existente en la base de datos sea similar, se

agrupan los puntos y si se aíslan de los otros grupos la razón es porque no existe ninguna relación en la información que se encuentran en las bases de datos.

En la actualidad existen diferentes algoritmos para determinar el análisis de trayectoria en los cuales tenemos:

### 1. Algoritmo GLTC

El algoritmo GLTC consta de dos etapas, la primera etapa: basada en las características globales de la trayectoria, que realiza la agrupación de la trayectoria; la segunda etapa: basada en las características locales de la trayectoria, realizando agrupamiento para los segmentos de trayectoria, luego integrando los resultados de dos etapas para completar todo el proceso de agrupamiento [11].

### 2. Algoritmos K-Means

“K-Means es un método para particionar un conjunto dado de N puntos de datos en K grupos (llamados clústeres) en el espacio euclidiano D-dimensional. La partición en el espacio se basa en ciertas métricas de similitud que generalmente es la distancia euclidiana” [12].

Se construyó basado en la clasificación no supervisada para agrupar (clustering) por particiones. Es necesario conocer de antemano el valor de su parámetro de entrada k, el cual define la cantidad de grupos o clústeres se formarán. Los clústeres están representados por su centroide los cuales pueden ser puntos reales o no, en cada iteración los centroides se recalculan.

### 3. C-Means Clásico

C-means es un algoritmo iterativo que hace parte de las técnicas de agrupamiento no supervisado y tiene como objetivo encontrar patrones o grupos interesantes en un conjunto de datos dado, de tal manera que tales patrones, estructuras o grupos encontrados sirvan para la clasificación, el diseño de estrategias, el soporte de decisiones o la organización de la información [10]. Al igual que otras técnicas clásicas de agrupamiento C-means realiza una partición dura del conjunto de datos, que se caracteriza porque cada dato pertenezca exclusivamente a un cluster (grupo o clase) de la partición, además, los clusters deben cubrir totalmente el conjunto de datos, es decir, cada dato tiene que pertenecer a alguno de los clusters. Para lo cual la cantidad de clusters debe ser definida para inicializar el algoritmo [13].

### 4. Algoritmos Dbscan

“DBSCAN es un algoritmo de agrupamiento de datos propuesto por Martin Ester, etc. En 1996. Es un algoritmo de agrupamiento basado en la densidad: dado un conjunto de puntos, obtiene puntos de una manera que distribuye estrechamente los puntos agrupados (puntos con muchos vecinos cercanos) y tienen la misma etiqueta [14].

El algoritmo DBSCAN es un método de agrupación (clustering) basado en densidad, al contrario de K-means detecta automáticamente el número de clústeres dependiendo de sus variables epsilon (Eps) y mínimo de puntos (minpts) las cuales indican la distancia que debe haber de un punto a otro y la cantidad mínima de puntos dentro de un clúster respectivamente. La clasificación de puntos basada en centro es: núcleo: Puntos interiores de un clúster (cuando tienen, al menos, un número mínimo de puntos minpts en su Eps), Border: Tienen menos de minpts puntos en su vecindario de radio Eps, estando en el vecindario de algún punto “núcleo” y Ruido: Cualquier punto que no forma parte de un clúster (“núcleo”) ni está en su frontera (“border”).

La trayectoria GPS está ligada mayor parte con los Sistema Global de Navegación por Satélite (Global Navigation Satellite System), es una constelación de satélites que transmite señales utilizadas para el posicionamiento localización en cualquier parte del globo terrestre, ya sea en tierra, mar o aire. Estas permiten determinar las coordenadas geográficas y la altitud de un punto dado como resultado de la recepción de señales provenientes de constelaciones de satélites artificiales de la Tierra para fines de navegación, transporte, geodésicos, hidrográficos, agrícolas, y otras actividades afines.

Actualmente, el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) de los Estados Unidos de América y el Sistema Orbital Mundial de Navegación por Satélite (GLONASS) de la Federación Rusa son los únicos operativos que forman parte del concepto GNSS [15].

## 2.3 APLICACIONES DEL ANALISIS DE TRAYECTORIA GPS

El análisis de trayectoria se ha aplicado en diferentes áreas y se han realizado diversos estudios, de los cuales se resaltan los siguientes:

### 2.3.1 NAVEGACIÓN PRECISA EN TRAYECTORIAS ESTABLECIDAS

Se implementa un prototipo basado en tarjetas de desarrollo para el acoplamiento del sistema de navegación inercial con GPS para mejorar la precisión en la navegación sobre una trayectoria. Inicialmente es necesario la calibración de la unidad de medición inercial (IMU) mediante un filtro de MADGWICK para que los datos brutos extraídos sean fiables, el acoplamiento de las señales del sistema de posicionamiento global (GPS) e IMU se realiza a través de la arquitectura Tight Coupling por medio del Filtro de Kalman con el fin de eliminar errores correlacionados entre sistemas y alcanzar mejor precisión en la solución de navegación generalmente utilizada para aplicaciones en vehículos aéreos no tripulados (UAV).

Se desarrolla la aplicación final denominada LLAB en Matlab, cuya función es procesar y visualizar los datos medidos de ambos sistemas en forma independiente y acopladas al mostrar gráficamente el error en la precisión de posicionamiento que existe entre tecnologías, lo cual es comprobado estadísticamente a través del método experimental ANOVA que calcula el error absoluto entre los puntos reales y los medidos a través del análisis de la media y varianza de los datos observados [16].

### 2.3.2 VISUALIZACIÓN DE TRAYECTORIAS GPS VEHICULAR

En el artículo experimentan un análisis de gran volumen de información de trayectorias GPS vehiculares. Con la finalidad de hacer un estudio que permita utilizar las herramientas propias de Hadoop.

Es decir, trata del BIG DATA CON HADOOP, donde se explica que el Hadoop es un framework que permite el procesamiento de grandes volúmenes de datos a través de clusters, usando un modelo simple de programación. La arquitectura que nos ofrece HADOOP HDFS contiene varios elementos donde se procesan datos de trayectoria para después almacenarlos en su propia Big Data [17].

También se puede decir que los análisis de trayectoria GPS basados en algoritmos para procesar aquellos datos que una entidad genera, se encuentran involucrados para la creación y desarrollo de las ciudades inteligentes.

## 2.4 CIUDAD INTELIGENTE

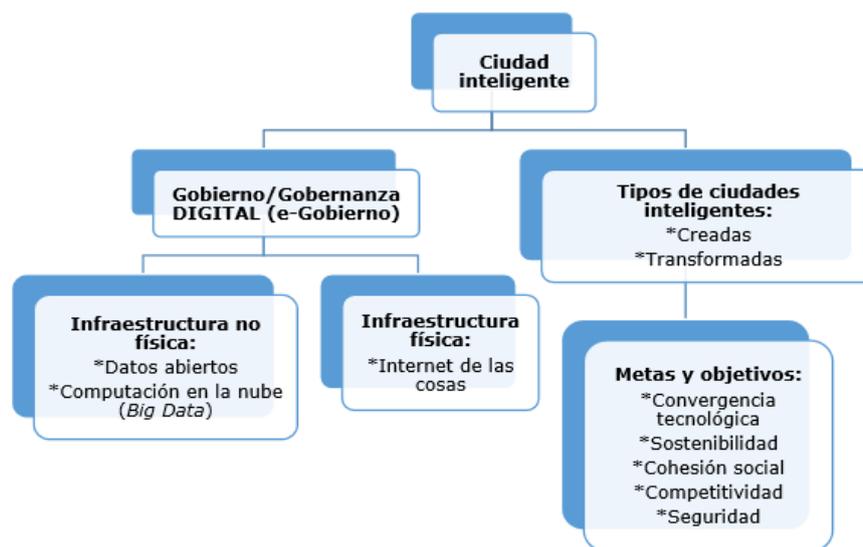
La tecnología ha marcado sustancialmente la evolución de las ciudades, pero todo esto tiene un proceso que se ha ido dando con el paso de los años. Para poner la idea de las ciudades inteligentes en perspectiva, es útil volver al principio de un largo proceso evolutivo. La estructura física de las ciudades más antiguas, de mucho antes de la revolución industrial, consistía esencialmente en esqueleto y piel –columnas, vigas, muros, suelos y tejados. Sus funciones eran proporcionar refugio y protección, e intensificar el uso de la tierra. Los habitantes, a veces ayudados por animales, se procuraban su propia movilidad, realizaban transacciones sociales y económicas cara a cara y suministraban la inteligencia necesaria para hacer funcionar la ciudad como un sistema [18].

Es claro que con el pasar del tiempo nuevos descubrimientos tecnológicos han ido dando pasos a cambios enormes dentro de la sociedad y el mundo entero, cosas que se creían imposible tiempos atrás, hoy ya son realidad y es que si echamos un vistazo al día de hoy la mayor parte del mundo vive en una era totalmente digital, desde una simple compra, la movilización de un punto al otro, el poder de contactarte con tus seres queridos, lo puedes hacer en cuestión de segundos. Cuando hablamos de una ciudad inteligente es aquella que tiene una visión integrada que aplica las TIC para mejorar el bienestar de su población y alcanzar una gestión eficiente en todas las áreas como es la infraestructura, movilización, economía, educación, atención sanitaria, seguridad, energía, agua, etc.

Su objetivo es crear un entorno para compartir información, colaboración, interoperabilidad experiencias perfectas para todos los habitantes de cualquier lugar de la ciudad [19].

Las ciudades inteligentes no deben considerarse como ciudades del futuro. Pueden ser las ciudades del presente. A fines de la década actual, se implementarán en todos los continentes muchas tecnologías críticas para una ciudad inteligente, incluidas las tecnologías de monitoreo y sensores, sistemas de tráfico inteligentes y sistemas de gestión de energía para edificios. Y aunque ninguna solución única define una ciudad inteligente, las tecnologías que se están implementando hoy en día son piezas del rompecabezas de la ciudad inteligente [20].

Otros elementos importantes que se integran al concepto de las ciudades inteligentes y sostenibles tienen que ver no solo con la infraestructura física como es el desarrollo y aplicación de las TIC, es decir, la e-gobierno y Gobierno Abierto (Open Data), computación en la nube, Big Data e internet de las cosas. Los objetivos centrales son transitar hacia la convergencia tecnológica, y así garantizar la sostenibilidad, un mayor nivel de cohesión social, competitividad y seguridad (en los diferentes niveles de las seguridades humanas). Algunos de estos elementos son presentados en la figura 1 [21].



**Fig. 1. Algunos elementos de una ciudad inteligente y sostenible**

Sin duda alguna la combinación de personas, tecnologías y creatividad hace más sostenible el hecho y la eficiencia de llevar a cabo estas ciudades inteligentes, los beneficios serán muy grandes, con tan solo posicionar una ciudad a este nivel los ayudara a generar riqueza, economía digital, acceso a internet, Big data, reconocimiento facial, movilidad inteligente, etc.

**2.4.1 INTEGRACIONES DE LA CIUDAD INTELIGENTE**

Al promover un desarrollo integrado y sostenible, las ciudades inteligentes se vuelven más innovadoras, competitivas, atractivas y resilientes, mejorando así las vidas. Como se pudo observar las ciudades inteligentes van más allá, ya que comprende la transformación digital de la ciudad, busca una retroalimentación de la tecnología ya existente permitiendo que gestiones de distintas áreas dejen de estar en modo estanco.

El artículo se basa en la movilidad de las ciudades inteligentes ya que las soluciones de movilidad tienen como objetivo agilizar los sistemas de transporte. Estos sistemas utilizan tecnologías avanzadas y sistemas de comunicación en el sector de transporte, con el fin de mejorar el manejo de la red de transporte, en consecuencia, hacer mejoras en áreas como seguridad, simplicidad, confidencialidad y eficiencia vial [22].

Optimizar la capacidad y la eficacia de la red, facilitar los desplazamientos de los viajeros con una visión de fluidez de la ciudad, de economía de energía y reducción de desechos de gas de efecto invernadero.

En los servicios urbanos, los servicios de autobús y taxi son vitales para los desplazamientos de los ciudadanos, y esos servicios públicos pueden optimizarse analizando trayectorias históricas. Para organizaciones comerciales, como Didi y Uber, el análisis de datos de trayectoria puede ayudar a comprender el comportamiento de los usuarios para satisfacer sus necesidades y mejorar la competitividad comercial [23].

Se utilizará las trayectorias GPS como apoyo para la gestión de integración de la movilidad de las ciudades inteligentes.

GPS es un sistema que tiene como objetivo la determinación de las coordenadas espaciales de puntos respecto de un sistema de referencia mundial. Los puntos pueden estar ubicados en cualquier lugar del planeta, pueden permanecer estáticos o en movimiento y las observaciones pueden realizarse en cualquier momento del día [24].

La ayuda de este tipo de trayectorias da un gran apoyo a las ciudades, punto clave de movilización a nuevos lugares para construcciones o mejoras, rutas más factibles, rutas alternas que proporcionaran un mejor desplazamiento dentro de la ciudad.

## 2.5 ANALISIS DE TRAYECTORIA PARA LA CONSTRUCCION DE CIUDADES INTELIGENTES

El crecimiento de la población y su concentración en torno a urbes generan innumerables desafíos de diversa índole, obligando a políticos y planificadores a diseñar formas más eficientes de gestionar recursos, así como de atraer una nueva visión e inversiones.

Los estudios sobre trayectorias son muy importantes, debido a la observación de movimientos de las bases de datos de objetos y comunidades estadísticas. La mayoría de estos estudios o análisis de trayectoria definen a la trayectoria como una línea que un objeto en movimiento sigue a través del espacio geométrico.

Uno de los métodos que se utiliza para el estudio o análisis de las trayectorias de objetos sobre el tiempo es el sistema GPS, (Sistema de Posicionamiento Global) o NAVSTARGPS1, es un sistema que tiene como objetivo la determinación de las coordenadas espaciales de puntos respecto de un sistema de referencia mundial. Los puntos pueden estar ubicados en cualquier lugar del planeta, pueden permanecer estáticos o en movimiento y las observaciones pueden realizarse en cualquier momento del día [24]. Funciona mediante una red de 27 satélites (24 operativos y 3 de respaldo) en órbita a 20.200 km sobre el globo terráqueo, con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie de la Tierra [3]. Emiten la ubicación de un objeto en la tierra a partir de la triangulación de la información geo espacial. En el caso de los Estados Unidos de Norteamérica han sido desarrollados, mantenidos y operados diversos satélites en los segmentos del espacio con el objetivo de enviar datos de posición en la tierra. De esta manera es posible conocer la posición de cualquier objeto en la tierra a través de satélites que se encuentran en órbita en el espacio [4].

Para la construcción de ciudades inteligentes se usa mucho este tipo de tecnología, para que los territorios logren llegar a procesos de innovación inclusiva se requiere necesariamente pensar en la conformación de sistemas, por esto la delimitación geográfica toma relevancia para potencializar los esfuerzos innovadores, considerando que la delimitación espacial y la interacción más cercana entre los actores, incentivan la creación de ambientes innovadores y cooperativos que detonen en más y mejores capacidades tecnológicas locales [21].

Pero hay que tener en cuenta que para cada proyecto en el cual se quiere llegar a la creación de una ciudad inteligente o Smart City es propio en su causa, ya que cada ciudad es independiente en el ámbito de recursos, necesidades, trayectoria urbana y social, que es la hace única. Es por esta razón que se hace complejo estandarizar a todas las ciudades con un único modelo de ciudad inteligente.

Las ciudades inteligentes consisten en varios tipos de equipos electrónicos aplicados por algunas aplicaciones, como cámaras en un sistema de monitoreo, sensores en un sistema de transporte, etc. Además, la utilización de equipos móviles individuales puede extenderse. Por lo tanto, con tomar el ambiente heterogéneo en cuenta, varios términos, como características de objetos, participantes, se estudiarían las motivaciones y las políticas de seguridad [25].

Las prioridades de estas ciudades deben ser trabajar en conjunto con las instituciones responsables de la ciudad para definir un norte y establecer un estándar de prioridades de inversión en la ciudad inteligente después de haber analizado la realidad social y económica en la que se encuentra la misma.

El transporte inteligente cubre una serie de ciudades inteligentes. Prácticas o más bien aplicaciones, como horarios electrónicos o emisión de boletos electrónicos.

El entorno inteligente generalmente pertenece al monitor Toring de las condiciones ambientales urbanas, gracias a sensores y otros dispositivos de medición.

Los factores que influyen en el desarrollo de las ciudades inteligentes son las siguientes:

- La energía inteligente se refiere principalmente a medidores inteligentes y monitoreo del consumo de electricidad.
- El agua inteligente básicamente significa lo mismo en el área de agua y a veces aguas residuales.
- La seguridad inteligente.
- Atención médica inteligente.
- Servicios inteligentes de gobierno / ciudad
- El edificio inteligente abarca los dos puntos anteriores [26].

El mundo de datos ahora se está llenando de trayectorias. Las trayectorias pueden constituirse en una de las fuentes esenciales para investigar la realidad. Incluir la lectura detenida de biografías, de relatos de vida, plasmados en aquellos registros escritos que reflejan una trayectoria humana o que dan noticia de la visión que los sujetos poseen de la realidad y de su propia existencia, ofrece elementos que contribuyen a una mayor comprensión del entramado del sujeto con lo social [24].

Actualmente las empresas generan grandes volúmenes de información, siendo este su activo más importante e indispensable para la toma de decisiones. Esto ha hecho necesario el desarrollo de herramientas que analicen y procesen los datos para identificar la información más relevante. Para el almacenamiento de la información se utilizan las bases de datos relacionales y Datawarehouse por sus características de capacidad de soporte, estrategia que ha dado muy buenos resultados en cuanto a la carga estructurada de datos [17].

Para el procesamiento de los datos se debe tener en cuenta los siguientes puntos como guía:

1. Para el procesamiento de datos se usa postgis que es una extensión que convierte el sistema de base de datos postgresql en una base de datos espacial.
2. Para cargar las trayectorias vehiculares se realiza una conexión a la base de datos espacial desde qgis para de esta manera poder visualizar las trayectorias vehiculares en el mapa [27].

### **3 CONCLUSIONES**

Las aplicaciones de las trayectorias GPS son muy amplias y se denota su gran importancia y uso, por motivo de que se basa en los puntos de objetos en movimiento, como las trayectorias espaciales. Esta se involucra en diversas áreas como en el desarrollo de las Ciudades Inteligentes, teniendo en cuenta que actualmente es un tema muy sonado, en el cual trata sobre construir una ciudad basada en tecnología, que implica de muchos factores para su desarrollo, como es en el ámbito de transporte, en el cual se pueden aplicar las trayectorias GPS para los recorridos vehiculares y así facilitar en el desarrollo de estas nuevas ciudades.

### **REFERENCIAS**

- [1] G. Reyes, "Algoritmo de compresión de trayectorias GPS basado en el algoritmo top down time ratio (TD-TR)", Guayaquil, 2017.
- [2] J. Sornoza Moreira, C. Crespo León, G. Reyes Zambrano, and J. Cortez Mercado, "Parámetros que influyen en el congestionamiento vehicular [Parameters influencing in the vehicular overcrowding]," *Int. J. Innov. Appl. Stud.*, vol. 24, no. 4, pp. 1440–1455, 2018.
- [3] D. D. E. I. Eléctrica, F. Giuseppe, and C. Cassinelli, "Análisis de trayectoria guiada por GPS utilizando métodos de estimación," UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN, 2014.
- [4] G. Reyes and R. Hidalgo, "Aplicaciones de algoritmos de trayectorias GPS en gadgets [GPS trajectories algorithms applications in gadgets]," *Int. J. Innov. Appl. Stud.*, vol. 16, no. 3, pp. 549–562, 2016.
- [5] P. Usda, "Introduction to Global Positioning Systems (GPS) Maryland," Washington D. C., p. 39, Aug-2007.
- [6] A. Pozo Ruz, A. Ribeiro, M. C. García-Alegre, L. García, D. Guinea, and F. Sandoval, "Sistema De Posicionamiento Global (Gps): Descripción, Análisis De Errores, Aplicaciones Y Futuro," *ETS Ing. Telecomunicaciones. Univ. Malaga*, p. 174, 2000.
- [7] F. Olawale and A. Science, "Global Positioning System and It ' S Wide," *Cont. J. Inf. Techonology*, vol. 9, no. October, pp. 22–32, 2015, doi: 10.5707/cjit.2015.9.1.22.32.
- [8] X. Yang, K. Stewart, L. Tang, Z. Xie, and Q. Li, "A review of GPS trajectories classification based on transportation mode," *Sensors (Switzerland)*, vol. 18, no. 11, pp. 1–20, 2018, doi: 10.3390/s18113741.
- [9] Y. VERA LLAQUE, "Análisis De Trayectorias Vehiculares Gps Para Evaluar Su Calidad De Agrupamiento Utilizando Algoritmos Clustering De Minería De Datos," Universidad de Guayaquil, 2018.
- [10] M. G. H. Omran, A. P. Engelbrecht, and A. Salman, "An overview of clustering methods," *Intell. Data Anal.*, vol. 11, no. 6, pp. 583–605, 2007, doi: 10.9790/3021-0204719725.
- [11] L. Cai, S. Li, S. Wang, and Y. Liang, "GPS Trajectory Clustering and Visualization Analysis," *Ann. Data Sci.*, vol. 5, no. 1, pp. 29–42, 2018, doi: 10.1007/s40745-017-0131-2.
- [12] S. Kaul, "Dbscan Based Seed Initialization of K-Means Algorithm," *Int. J. Adv. Res. Comput. Sci. Pap.*, vol. 8, no. 5, pp. 880–885, 2017.
- [13] G. R. Zambrano and C. Crespo, "Algoritmos de agrupación difusos [Fuzzy Clustering Algorithms]," *Int. J. Innov. Appl. Stud.*, vol. 24, no. 1, pp. 17–30, 2018.
- [14] C. Lu, Y. Shi, Y. Chen, S. Bao, and L. Tang, "Data mining applied to oil well using K-Means and DBSCAN," *Proc. - 2016 7th Int. Conf. Cloud Comput. Big Data, CCBBD 2016*, pp. 37–40, 2017, doi: 10.1109/CCBD.2016.018.
- [15] E. López Valdés, A. Amparo Núñez, and C. Gracia Gómez, "Test de análisis de la precisión en determinación de trayectorias con gps," *Test análisis la precisión en Determ. Trayectorias con GPS Ing.*, p. 58, 2012.
- [16] M. Zabala, L. Cuenca, J. León, and F. Cabrera, "Arquitectura de acoplamiento entre INS/GPS para navegación precisa en trayectorias establecidas," *Maskay*, vol. 8, no. 1, p. 13, 2018, doi: 10.24133/maskay.v8i1.590.

- [17] G. Reyes Zambrano, J. Alvarado Santos, K. Villafuerte Ponce, O. Leon de La Torre, F. Coral Moran, and V. Arreaga Figueroa, "Evaluación del marco de trabajo Hadoop y Power View en la Visualización de Trayectorias GPS Vehicular [Evaluation framework Hadoop and Power View display in GPS Vehicle Trajectories]," *Int. J. Innov. Appl. Stud. ISSN*, vol. 16, no. 2, pp. 2028–9324, 2016.
- [18] W. Mitchell, "Ciudades inteligentes," *UOC Pap. Rev. Sobre la Soc. Del Conoc.*, vol. 5, no. 5, p. 1, 2007.
- [19] T. Nam and T. A. Pardo, "Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions," *ACM Int. Conf. Proceeding Ser.*, no. June, pp. 282–291, 2011, doi: 10.1145/2037556.2037602.
- [20] C. Aoun, "The Smart City Cornerstone: Urban Efficiency Executive summary," *Schneider Electr. White Pap.*, 2013.
- [21] R. Alvarado López, "Ciudad inteligente y sostenible: una estrategia de innovación inclusiva," *PAAKAT Rev. Technol. Y Soc.*, vol. 7, no. 13, p. 4, 2017.
- [22] G. R. Zambrano and L. O. Vera, "Reference architecture for an intelligent transportation system," *Int. J. Innov. Appl. Stud.*, vol. 15, no. 1, pp. 175–182, 2016.
- [23] X. Kong et al., "Big trajectory data: A survey of applications and services," *IEEE Access*, vol. 6, pp. 58295–58306, 2018, doi: 10.1109/ACCESS.2018.2873779.
- [24] G. Reyes, K. Baque, A. Bones, K. Cevallos, J. Estrada, and K. Velepucha, "Uso de la base de datos postgresql y software estadístico R para análisis de trayectorias [Using the postgresql database and R statistical software for path analysis]," *Int. J. Innov. Appl. Stud.*, vol. 18, no. 4, pp. 1032–1038, 2016.
- [25] S. Talari, M. Shafie-Khah, P. Siano, V. Loia, A. Tommasetti, and J. P. S. Catalão, "A review of smart cities based on the internet of things concept," *Energies*, vol. 10, no. 4, pp. 1–23, 2017, doi: 10.3390/en10040421.
- [26] Diego Giron, *Innovative Governance of Large Urban Systems*, vol. 4, no. 1.2018.
- [27] G. R. Zambrano, F. M. Tepán, A. P. Jaime, and J. M. Guevara, "Visualization and analysis of vehicle paths with qgis and Weka," *Int. J. Innov. Appl. Stud.*, vol. 18, no. 4, p. 9324, 2016.