

## PARQUEADEROS INTELIGENTES EN ZONA AZUL PARA LA CIUDAD DE QUITO

**Henry Daniel Díaz Figueroa<sup>1</sup>**

Universidad Tecnológica Israel  
*henry\_ddf@hotmail.com*

**Milton Andrés Flores Espinosa<sup>2</sup>**

Universidad Tecnológica Israel  
*andresmflores029@gmail.com*

**Luis Eduardo Cuadrado Anasicha<sup>3</sup>**

Universidad Tecnológica Israel  
*luiseducuadrado8@hotmail.com*

**Flavio Morales Arévalo<sup>4</sup>**

Universidad Tecnológica Israel  
*fmorales@uisrael.edu.ec*



## RESUMEN

En la ciudad de Quito la falta de control, procesos fraudulentos, multas injustificadas y el mal servicio en los parqueaderos públicos llamados Zona Azul, sumado a la falta de inversión en crear métodos de mejoramiento, ocasiona malestar y poca demanda en el uso de este servicio público, esto lleva a crear la necesidad de buscar soluciones en colaboración de la tecnología, resaltando en la investigación diferentes proyectos que se encuentran implementados en otros países, utilizando principalmente tecnología IoT (Internet de las cosas) y la Big Data, cuyos servicios podrán solventar las necesidades puntuales de manera satisfactoria. Con toda la información recopilada, en la investigación se pretende llegar a dar a conocer una solución útil con métodos tecnológicos de vanguardia relacionados a los servicios de parqueo públicos de Quito y a su desarrollo sostenible, mejorando a la vez la calidad de vida para los ciudadanos donde se sientan seguros y cómodos, además de una mayor eficacia en el uso de los recursos disponibles de la ciudad.

## PALABRAS CLAVE

IoT, Big Data, Zona Azul

---

## ABSTRACT

In the city of Quito, the lack of control, fraudulent processes, unjustified fines and poor service in the public parking lots called the Blue Zone, added to the lack of investment in creating methods of improvement, causes discomfort and little demand in the use of this public service, this leads to the need to seek solutions in collaboration with technology, highlighting in research different projects that are implemented in other countries, using mainly IOT technology (Internet of things) and the Big Data, whose services will be able to meet the specific needs in a satisfactory manner. With all the information gathered in the research, the aim is to come up with a useful solution using cutting-edge technological methods related to Quito's public parking services and its sustainable development, while improving the quality of life for citizens where they feel safe and comfortable, as well as greater efficiency in the use of the city's available resources.

## KEYWORDS

IoT, Big Data, Zona Azul

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, en todo el mundo se ha dado una gran demanda en el crecimiento del parque automotor provocando diferentes ventajas y desventajas en la mayoría de países, gracias a esto, en la Ciudad de Quito, últimamente parquearlos por ciertos periodos de tiempo se ha vuelto un problema cotidiano.

Por parte de la Municipalidad de Quito se implementó en el año 2003, mediante la Ordenanza Metropolitana N° 0111, el Sistema Metropolitano de Estacionamiento Rotativo Tarifado “Quito Zona Azul”, con el objetivo de proporcionar a los ciudadanos de Quito el derecho de utilizar la vía pública en forma ordenada y segura, a través de la generación de una oferta permanente y continua de espacios libres para el estacionamiento de vehículos (Ecuador Patente n° 0111, 2003).

Actualmente se encuentra implementado en seis sectores de la ciudad, en donde existen 8.883 plazas de estacionamiento reguladas por la Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas (EPMMOP) que es la institución responsable de la gestión de la infraestructura para la movilidad y el espacio público en el Distrito Metropolitano de Quito, forma parte de ella la Gerencia de Terminales y Estacionamientos, instancia que administra y gestiona el Sistema de Estacionamiento Rotativo Tarifado Zona Azul (Merizalde, 2018).

El Sistema Metropolitano de Estacionamiento Rotativo Tarifado “Quito Zona Azul” pretende ser el gestor principal en la administración de la movilidad peatonal y estacionamientos públicos, con la visión de que su correcto uso genere disponibilidad de estacionamientos en la vía pública, además de mejorar el entorno urbano gracias al ordenamiento en el uso del espacio público y disminuir la congestión de tránsito vehicular, a lo que se suma el hecho de que los agentes de tránsito recorrerán y controlarán los tiempos de uso de cada plaza en las zonas de influencia.

Es notable que dicho proyecto no ha sufrido mayores cambios en las diferentes administraciones Municipales, sumado a problemas en el control de tiempos por parte de las personas vendedoras de tickets que genera inconsistencias en el valor final a pagar, a esto, las multas establecidas por dichos agentes que han sido designados como inspectores y su labor es hacer cumplir las normas y establecer sanciones, esto ha causado que gran parte de los usuarios no prefieran la utilización de este servicio.

Con el fin de promover el uso de las IoT, conjuntamente a las necesidades antes mencionadas, se propuso este trabajo, cuyo objetivo es: Parques Inteligentes en el Sistema de estacionamiento Zona Azul apoyados en distintos estudios tecnológicos que han establecido diversas soluciones aplicando procedimientos referentes a ciudades inteligentes que cuentan con proyectos IoT, la que consiste en establecer conectividad de red con métodos computarizados, microcontroladores, dispositivos electrónicos, que opere objetos, sensores, tarjetas inteligentes, optimizando el uso diario que actualmente se encuentren manipulados por el hombre (Herrador, 2013).

El estudio pretende alcanzar una mejora digitalizada a la solución de problemas de parqueo en el Sistema Metropolitano de Estacionamiento Rotativo Tarifado Zona Azul, simulando proyectos que se han implementado en los últimos años en diversos países, de Latino América y la Unión Europea, conocidos como *Smart Parking* (PARK-IN, 2018).

De esta manera se pretende beneficiar alrededor de 8000 plazas aproximadamente que se usan diariamente en el sistema de estacionamiento público y adicional que el país se convierta en un referente de tecnología con la inclusión de IoT, al tiempo que permitirá que los quiteños tengan mayor seguridad y comodidad con el uso de *smartphones* y *tablets*, lo que les informará mediante aplicaciones digitales los distintos puntos de acceso a

parqueaderos disponibles, saturados y les permita realizar el pago justo del servicio de la cadena metropolitana (Ministerio de Telecomunicaciones, 2019).

Con lo anteriormente expuesto, la presente investigación tiene los siguientes objetivos: analizar los procesos de movilidad enfocados en los parqueaderos públicos, y proponer una solución técnica que permita en lo posterior el desarrollo de un prototipo de sistema automatizado, todo esto basado en tecnología IoT para la ciudad de Quito.

## Marco teórico y contextualización

### Ciudad de Alicante- España por medio de app

En la ciudad de Alicante se encuentra un proyecto muy novedoso basado a *Smart City* que se fundamenta en implementar tres pantallas donde ofrece información sobre los parqueaderos libres, se encuentra ubicada en el centro de la ciudad que tiene un total de 132 plazas para poder estacionar un vehículo, que funciona de la siguiente manera, se maneja por medio de una app móvil que es capaz de detectar en un radio de 300 metros los parkings libres (Ciudades Inteligentes, 2019).

El proyecto se implementó el 06 de junio del 2019, ingresó a la parte de acciones del plan director de *Smart City* que fue aprobado por el pleno municipal.

El funcionamiento de la app se basa en consultar los aparcamientos inteligentes Alcoi Smart Parking. En la aplicación se observa en un lado de la pantalla las plazas libres, 127 aproximadamente, y en otra las movi- lidades reducidas. El usuario al activar la función de detección de parking al estar en un radio de 300 metros, recibe un mensaje de voz con la información del parqueadero más cercano y las plazas en tiempo real, estos parqueaderos están situados en Vergé María, Sant Miquel y torres de les Massande donde hay más tránsito de vehículos en esta ciudad (Figura 1).



**Figura 1.** Parqueaderos en Alicante-España  
 Fuente: (Ciudades Inteligentes, 2019)

### Smart City Santander –España

Desde el año del 2013 la ciudad de Santander en España se ha convertido en un ejemplo de ciudad inteligente que hasta la actualidad existen 3000 dispositivos con tecnología IEEE 802.15.4, 200 módulos GPRS y 2000 etiquetas RFID las cuales están ubicadas en transporte de uso público.

En zonas de aparcamiento existe cerca de 400 sensores basados en tecnología ferromagnética y fueron instaladas en las principales áreas de estacionamiento en el centro de la ciudad, estas yacieron enterradas en el asfalto con el fin de llevar un monitoreo ambiental de gestión del aparcamiento al aire libre como se muestra en la siguiente Figura 2 (SmartSantander, s.f.).



**Figura 2.** Arquitectura implementada de estacionamiento al aire libre.

**Fuente:** (SmartSantander, s.f.)

Según Sánchez y otros (2013), la tecnología que se usa para los aparcamientos en la ciudad de Santander usa un protocolo de comunicación IEEE 802.15.4, la cual funciona de la siguiente manera: se organiza por grupos de nodos y todos estos sensores van alrededor de un *Gateway*, y la cual proporciona operaciones de administración, estos nodos instalados usan microcontroladores ATmega1281 que cuenta con 7 interfaces analógicas y 8 digitales como se ve en la Figura 3 (pp 225-226).



**Figura 3.** Nodo IoT implementado en SmartSantander

**Fuente:** (Sanchez, y otros, 2013)

## Orquestador de movilidad

El Municipio de Quito presentó el proyecto Orquestador de movilidad con el objetivo de implementar un sistema que administre dicha gestión en la capital, con un concurso para que distintas empresas especializadas presenten sus propuestas en torno a un sistema que gestione la movilidad de la ciudad con un sistema inteligente o *Smart City* (Quito Informa, 2019).

Dicho proyecto fue presentado por el alcalde de Quito, Jorge Yunda y el Secretario de Movilidad, Guillermo Abad, tras la aprobación de los correspondientes procesos de ley para su respectiva adjudicación, cuyo funcionamiento estaría planificado a realizarse en el año 2020 y su inversión estaría valorada entre 80 y 90 millones de dólares aproximadamente (Quito Informa, 2019).

La automatización va orientada no solo al cobro de tarifas, sino a la semaforización inteligente involucrando a la administración de la movilidad del transporte urbano y adicional dicho sistema debe encargarse de la administración de servicios de movilidad pública (Quito Informa, 2019).

Los requerimientos que solicita la Secretaría de Movilidad están publicados en la página web oficial, resumidamente se desea que el sistema solucione problemas en la parte de:

- Multas de Tránsito – Radars – Peajes-Tercera Placa
- Informes de Tránsito en tiempo real
- IPAT (Informes de Accidentes de Tránsito)
- Foto multas
- Trabajos en las vías
- Modelación y Predicción de Tráfico en tiempo real
- Semaforización Inteligente

Adicional a esto el proyecto orquestador será capaz de tener el control de la tercera placa, dicho plan deberá contar con un sistema GPS integrada a la placa del automotor (Quito Informa, 2019).

Al ser implementado, el sistema obtendrá un incremento en el uso de la zona azul, donde se reflejarán resultados favorables en la economía de la ciudad de Quito, adicional contará con tecnología de punta, sustentable y con un notable crecimiento en el desarrollo de proyectos tecnológicos de vanguardia con grandes posibilidades de liderar el ranking mundial en las ciudades inteligentes, además resolver la mayoría de deficiencias que se presentan con el sistema de parqueo actual.

## METODOLOGÍA

El trabajo se basa en plantear una mejora en el servicio de parqueaderos públicos conocido como Zona Azul, que beneficiará a los ciudadanos quiteños que cuenten con un vehículo que son aproximadamente 500000, y utilizarán el sistema IoT la cual propone manejar tecnología Zigbee que está basada en el estándar IEEE 802.15.4 (Jin Gu, 2012). Para la realización se tomaron como referencias datos de información de personas que utilizan distintos tipos de parqueaderos como son privados, públicos y de centros comerciales, que diariamente ocupan el servicio. Se observó que muchos usuarios optan por servicios privados, dado que no se sienten conformes con el servicio público.

El tipo de metodología de investigación utilizada para este trabajo fue inductivo y de campo, debido a la recolección y análisis de datos respaldados por encuestas; apoyados de proyectos de grandes ciudades donde ya se han implementado proyectos *Smart City* con éxito y se mantiene una gran acogida por los usuarios.

## Aspectos técnicos de la solución

Para trabajar en el sistema se le acoplarán sensores con un único punto de acceso que se conectaran a un Gateway dentro de un radio de 100 m, donde se pueda evidenciar que las señales de los sensores que han sido registradas pasaron por microcontroladores, que puede ser Arduino y Raspberry Pi3, con esto se lograría transmitir la información de forma eficaz y útil. De esta manera los datos registrados por Zigbee se remitirán al Gateway la cual mediante un router se enviará a internet donde permitirá tener la información en tiempo real, por lo tanto, esto ayudará a mantener un reporte de la disponibilidad de una plaza vehicular en la APP (Castillo Ajila, 2016).

El sistema de parqueo será diseñado de la siguiente manera:

- En el pavimento se instalarán nodos que trabajarán con tecnología Xbee que se rige bajo el estándar IEEE 802.15.4 que funciona como un punto-multipunto, obteniendo de esa manera una señal magnética (Ayuntamiento de Santander, 2013). Los vehículos trabajaran con una tercera placa que se conectaran con los nodos, que actuará como macho y hembra, al realizar esta conexión la información pasará directo al Gateway y este se conectará con el equipo de IoT para enviar información a diferentes Smartphones.
- Para llevar una métrica de registros se puede hacer uso de Telegraf esta herramienta ayudaría también a verificar como se encuentran los sensores IoT, con su estado crítico como la temperatura y niveles de presión (Soroka, 2020).
- El pago se realizará por medio de la APP que será por tarjeta de crédito o tarjeta de débito.

El trabajo se basa en generar una solución para el problema de movilidad, control y pago en los parqueaderos del servicio Zona Azul del Distrito Metropolitano de Quito, utilizando la tecnología del IoT, con este objetivo, se debe analizar todos los métodos de parqueo actualmente establecidos, sus ventajas y desventajas con el fin de crear el sistema de manera que supere las expectativas en todo sentido.

Se tendrá en cuenta, mediante las encuestas realizadas, que las personas desean ocupar los servicios de un parqueadero privado o de un centro comercial, antes que el de Zona Azul, por distintas causas. Se realizará la creación del trabajo con inversión propia, teniendo en cuenta que a futuro se establecerá convenios con empresas privadas que deseen invertir en el trabajo y así se pueda sustentar el impacto de gastos que aparezcan al momento de masificar el sistema.

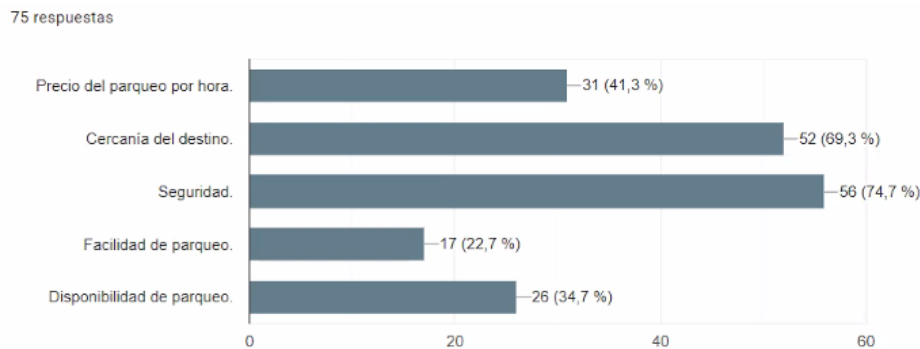
Con esta inversión se podrá equilibrar los gastos que se den por el mantenimiento de los dispositivos que tengan daños, adicional el pago al personal que se encargará de la elaboración del sistema.

Se ha establecido generar un modelo que agilice, ordene y controle de mejor manera el servicio de parqueaderos Municipal de la Ciudad de Quito, se procederá a desarrollar un prototipo de bajo costo que permitirá evaluar el mismo y desarrollar con el paso del tiempo uno sustentable que genere el menor número de fallas en tiempo real.

## RESULTADOS

Con base en las encuestas realizadas, que se tomaron a 75 personas de la ciudad de Quito, se determinó que la mayoría de personas han usado en alguna ocasión el aparcamiento público de Zona Azul, cuyos re-

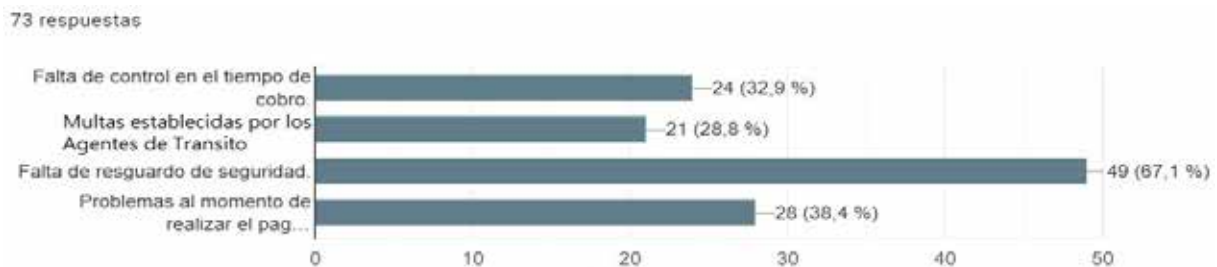
sultados muestran que es necesario realizar una reestructuración con una aplicación orientado a un sistema inteligente que controle los tiempos de parqueo, monitoree la ubicación actual del vehículo estacionado y disponga de un sistema de cobro ágil, entre otros servicios que el trabajo podrá adaptar a futuro con las nuevas necesidades que se vayan desarrollando, cabe recalcar que esta muestra no representa el objetivo central del trabajo pero permite validar aspectos que complementan al estudio.



**Figura 3.** Encuesta donde muestra preferencias de quiteños al momento de buscar parqueadero.

Fuente: elaboración propia

En la Figura 3 se observa que las consideraciones de una persona al momento de elegir un parqueadero son los siguientes: 41,3 % eligió el precio, el 52% la cercanía, el 56% la seguridad, el 17% la facilidad de parqueo y el 26% disponibilidad.

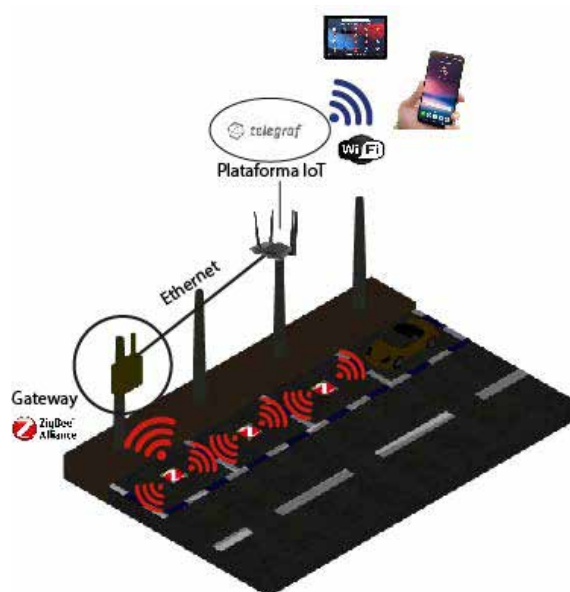


**Figura 4.** Encuesta a los ciudadanos donde muestran los problemas en Zona Azul de Quito.

Fuente: elaboración propia

En la Figura 4 se pueden apreciar ciertos problemas que tienen actualmente los parqueaderos de Zona Azul, tales como: 32,9% falta de control en el tiempo de cobro, 28,8% multas establecidas por los agentes de tránsito, 67,1% falta de seguridad y 38,4 % problemas al momento de realizar el pago.

A continuación, en la Figura 5 se muestra la topología en la que se detalla el funcionamiento del parqueadero inteligente, de tal manera que equipos Xbee estén instalados en el pavimento con la función de lograr comunicación entre sí, cuando un vehículo llegue a estacionarse este enviará los datos al Gateway y este a su vez al router donde transmitirá al software llamado telegraf que sincronizará toda la información al Big Data, que en cuestión de segundos se encargará de transferir a los celulares o tablets de los usuarios, datos notificando si el estado del parqueadero es ocupado o desocupado y con la ventaja de realizar el pago en el caso de que el usuario haya utilizado el espacio.



**Figura 5.** Topología y arquitectura del sistema.

**Fuente:** elaboración propia

Cuando el sistema esté implementado, en la ciudad de Quito se tendrá un incremento en el uso de los parqueaderos de la Zona Azul, que conllevará varios beneficios para el Municipio de Quito, como: la economía, en cuanto los ciudadanos comiencen hacer uso de este sistema inteligente realizarán sus pagos de la manera especificada en la metodología; donde se verá un alza significativa en el sistema económico.

## CONCLUSIONES

Con la propuesta realizada, la ciudadanía tendrá más facilidad y seguridad al poder parquear su vehículo sin tener que realizar búsquedas excesivas de plazas de parqueos disponibles, en lugares cercanos o seguros donde generalmente se dificulta encontrar espacios vacíos, ya que al usar el sistema por medio de la App podrán reservar un lugar con mayor facilidad en distancia y tiempo. A la vez permitir el acceso al uso de un sistema de última tecnología mediante el mejoramiento de infraestructura que se encuentra disponible en los aparcamientos públicos, principalmente en la Zona Azul.

La investigación realizada indica que en Quito existen aproximadamente 8000 plazas de Zona Azul disponibles, para lo cual se pretende analizar automatizaciones con técnica de IoT de procesos en los servicios de estacionamientos, que beneficiará a los usuarios que utilizan concurrenciamente el servicio público de parqueo.

## Trabajo futuro

Con la propuesta realizada se espera una combinación óptima con relación a trabajos futuros orientados a la utilización de tecnología 5G, ya que el prototipo tiene la opción de acoplarse a esta tecnología que actualmente no existe en el Ecuador, pero si se tiene previsto su llegada, de esta manera se podrán ejecutar modificaciones en el Gateway para que la misma tenga una sincronización efectiva con la futura tecnología.

## REFERENCIAS

- Ayuntamiento de Santander. (2013). *SantanderTV*. [https://santandertv.tv/index.php/Id\\_contenido/1057/](https://santandertv.tv/index.php/Id_contenido/1057/)
- Castillo Ajila, E. A. (2016). *Diseño e implementación de un prototipo para un sistema de parqueo inteligente usando una red de sensores inalámbricos*. Loja: Universidad Técnica particular de Loja.
- Ciudades Inteligentes. (2019). *Esmartcity.es*. <https://www.esmartcity.es/2019/06/06/tres-aparcamientos-inteligentes-app-movil-pruebas-ciudad-alcay>
- Herrador, M. D. (2013). *SISTEMA DE APARCAMIENTO INTELIGENTE APLICADO A LAS SMART CITES*. Madrid: Universidad Politécnica Madrid.
- Jin Gu, Z. Z. (2012). *Design and Implementation of a Street Parking System Using Wireless Sensor Networks*. Beijing: IEEE.
- Merizalde, M. B. (2018). Las 8 883 plazas de estacionamiento de zona azul en Quito están automatizadas. *El Comercio* .
- Ministerio de Telecomunicaciones . (2019). Quito será la primera ciudad inteligente del país. <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/quito-sera-la-primera-ciudad-inteligente-del-pais/#:~:text=Quito%20ser%C3%A1%20la%20primera%20ciudad%20inteligente%20del%20pa%C3%ADs,Metropolitano%20de%20Quito%2C%20Jorge%20Yunda>.
- Moncayo Gallegos , P. (2003). *Ecuador Patente n° 0111*.
- OLA Santander. (2019). *OLA SANTANDER*. Obtenido de <http://ola-santander.com/es>
- Park-In. (2018). *Parqueaderos Robotizados*. Obtenido de <http://www.park-in.es/proyectos/robotizados/detalle/baxter-street-new-york>
- Quito Informa. (23 de Octubre de 2019). *Arrancó proceso para que Quito se convierta en ‘Smart City’*. Obtenido de Quito informa: <http://www.quitoinforma.gob.ec/2019/10/23/arranco-proceso-para-que-quito-se-convierta-en-smart-city/>
- Sanchez, L., Muñoz, L., Galache, J. A., Sotres, P., Santana, J. R., Gutierrez, V., . . . Dennis, P. (2013). Smart-Santander: IoT experimentation over a smart city testbed. *Computer Networks*, 61, 217-238.
- Segura, R. (2019). Llegan los robots que parquean carros. *El tiempo*.
- SmartSantander. (s.f.). *SmartSantander*. Obtenido de Santander On Fire future internet reseach & experimentation : <http://www.smartsantander.eu>
- Soroka, S. (2020). *Influxdata*. <https://www.influxdata.com/blog/getting-started-with-sending-statsd-metrics-to-telegraf-influxdb/>

## ANEXOS

### ZigBee

ZigBee es una tecnología inalámbrica más centrada en aplicaciones domóticas e industriales. Los perfiles ZigBee PRO y ZigBee Remote Control (RF4CE) se basan en el protocolo IEEE 802.15.4, una tecnología de red inalámbrica que opera a 2,4GHz en aplicaciones que requieren comunicaciones con baja tasa de envío de datos dentro de áreas delimitadas con un alcance de 100 metros, como viviendas o edificios.

### XBee

es el nombre comercial del Digi de una familia de módulos de comunicación por radio y están basados en el estándar zigbee

### Arduino

Arduino nos permite programar en su propio entorno mediante un lenguaje propio (basado en el lenguaje de programación Processing), posee también su propio entorno de desarrollo Arduino (basado en el entorno desarrollado para la plataforma de prototipo "Wiring").

### Raspberry Pi3

Es una serie de ordenadores de placa reducida, ordenadores de placa única u ordenadores de placa simple (SBC) de bajo costo que se alimenta con un voltaje de 5 V y se maneja con un sistema operativo GNU/Linux ARM (Debian, Fedora, Arch Linux), RISC OS2

### Gateway

Una puerta de enlace del IoT es un dispositivo físico o programa de software que sirve como punto de conexión.

### Telegraf

Telegraf es un agente de servidor basado en plugin para recopilar y enviar métricas y eventos de bases de datos, sistemas y sensores IoT.

