

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**



**Smart city para el monitoreo de entornos: una revisión de la literatura**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER EN INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**

**AUTOR**

**Paola Patricia Castro Fernandez**

**ASESOR**

**Karla Cecilia Reyes Burgos**

<https://orcid.org/0000-0003-3520-5076>

**Chiclayo, 2022**

## Índice

<b>Resumen .....</b>	<b>3</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>4</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>5</b>
<b>Metodología.....</b>	<b>5</b>
<b>Criterios de inclusión y exclusión.....</b>	<b>6</b>
<b>Evaluación de la calidad .....</b>	<b>7</b>
<b>Recopilación de datos .....</b>	<b>7</b>
<b>Resultados y discusión.....</b>	<b>12</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>14</b>
<b>Agradecimientos.....</b>	<b>14</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>15</b>

## Resumen

El objetivo de la presente investigación fue realizar un análisis sistemático acerca de las Smart Cities para el monitoreo de un determinado entorno o medio. Con el fin de alcanzar este propósito, se realizaron búsquedas en las bases de datos científicas de IEE Xplore, Proquest y Google Scholar y ProQuest tomando en cuenta los criterios establecidos para el filtrado de artículos. Tras pasar por los criterios de inclusión, exclusión y de calidad, este artículo de revisión identificó una colección de 5 artículos científicos que proporcionaron los criterios requeridos sobre el tema de Smart Cities para el monitoreo de un determinado entorno, siendo todos pertenecientes a una institución universitaria, de los cuales 4 de ellos fueron realizados en países pertenecientes al continente europeo. Finalmente, en esta revisión se demuestra parte del aporte que las Smart Cities brindan a la sociedad en diferentes ámbitos.

**Palabras clave:** Smart City, Environment monitoring.

### **Abstract**

The objective of the present investigation was to carry out a systematic analysis about Smart Cities for the monitoring of a certain environment or environment. In order to achieve this purpose, IEE Xplore, Proquest and Google Scholar and ProQuest scientific databases were searched, taking into account the criteria established for filtering articles. After going through the inclusion, exclusion and quality criteria, this review article identified a collection of 5 scientific articles that provided the required criteria on the subject of Smart Cities for the monitoring of a certain environment, all belonging to a university institution, of which 4 of them were made in countries belonging to the European continent. Finally, this review demonstrates part of the contribution that Smart Cities provide to society in different areas.

**Keywords:** Smart City, Environment monitoring.

## **Introducción**

Para brindarle a la sociedad calidad de vida, es necesario estar a la vanguardia con las tecnologías, éstas evolucionan a una velocidad realmente espectacular, pero esto no hace imposible mantenernos a la par con ellas, las Smart Cities forman parte de estas innovaciones, ofreciendo una amplia variedad de servicios para mejorar la gestión de las ciudades y quienes interactúan con ellas. Uno de los servicios más usados para las Smart Cities es el monitoreo de entorno o medio ambiente [1], es mediante este servicio que se pueden controlar distintos escenarios tales como: tráfico de automóviles, clima, seguridad en zonas urbanas, entre otros [2].

El presente estudio tiene como objetivo realizar una revisión sistemática de la literatura para obtener información que permita conocer la situación de las Smart Cities con respecto al monitoreo de diversos entornos o medios, mediante la recolección de investigaciones en las cuales se ha propuesto el desarrollo de una Smart City para monitorear un medio.

## **Metodología**

Para este apartado seguiremos los pasos propuestos por la metodología de Kitchenham [3] quien plantea lo siguiente:

### ***Preguntas de investigación***

Las preguntas se plantearon teniendo en cuenta el objetivo de esta revisión.

- RQ1. ¿Cuáles de los artículos seleccionados pertenecieron a alguna institución universitaria y a qué institución universitaria pertenecen?
- RQ2. ¿A qué países pertenecieron los artículos seleccionados alusivos al tema de Smart Cities para el monitoreo de entornos?
- RQ3. ¿A qué año de publicación pertenecen los artículos seleccionados alusivos al tema de Smart Cities para el monitoreo de entornos?

### ***Diseño de la estrategia de búsqueda***

Para realizar la búsqueda se emplearon 3 bases de datos, una cadena de búsqueda y un proceso de búsqueda, lo cual se muestra en esta sección.

### ***Bases de datos***

Se tomaron en cuenta 3 bases de datos científicas, las cuales son:

- Proquest
- Google Scholar
- IEEE Xplore

### ***Términos de búsqueda***

La cadena de búsqueda usada para la consulta en las bases de datos se estructuró mediante el siguiente proceso:

- a) Se eligieron sustantivos que engloben el tema:
  - Smart city
  - Environment monitoring
- b) Se formo la cadena de búsqueda uniendo las palabras clave seleccionadas, para indicar la relación entre ambas:
  - "Smart city" and "Environment monitoring".

### ***Proceso de búsqueda***

La búsqueda inicial a través de las bases de datos se realizó el 14 de julio del 2020 en la cadena de búsqueda formada en las diferentes bases de datos.

*Tabla 1: Cadenas de búsqueda en las BBDD*

Cadena de búsqueda	Base de datos
"Smart city" and "Environment monitoring"	ProQuest
	IEEE Xplore
	Google Scholar

Esta búsqueda nos da un total de 3181 resultados y se puede observar en la tabla 2.

*Tabla 2: Resultados de la búsqueda inicial en las BBDD*

ProQuest	IEEE Xplore	Google Scholar
365	2550	266

### **Criterios de inclusión y exclusión**

Estos criterios se usarán para establecer un marco de búsqueda y filtrar los datos obtenidos.

### ***Criterio de inclusión***

- Se utilizarán netamente artículos de acceso libre.
- Los artículos deberán tener disponible el texto completo.
- La fecha de publicación de los artículos debe encontrarse entre junio del 2015 a junio del 2020
- Solo se aceptarán artículos que contengan en el título, palabras clave, abstract e introducción las palabras de la cadena de búsqueda.
- Solo se tomarán aquellos artículos que se encuentren escritos en inglés o español

### ***Criterio de exclusión***

- No se tomarán aquellos cuyo contenido sea menor a cuatro páginas.
- No se tomarán en cuenta los resultados duplicados.
- Se excluirán si no son artículos de acceso libre

### **Evaluación de la calidad**

Para asegurar que los artículos que utilizaremos realmente brinden lo necesario para responder a las preguntas planteadas, se tomara en cuenta:

- Se seleccionarán aquellos artículos que aborden el tema de Smart Cities para el monitoreo de entornos.
- En el caso de que la base de datos tenga la opción de “Evaluados por expertos” esta se tomara en cuenta.

### **Recopilación de datos**

Para la obtención de los artículos se filtrará en las bases de datos tomando en cuenta los filtro que éstas posean, a fin de obtener artículos que cumplan con los criterios de inclusión y exclusión ya mencionados, así como por los puntos a tomar en cuenta para evaluar la calidad tal como se especifica en los ítems anteriores.

## Proquest

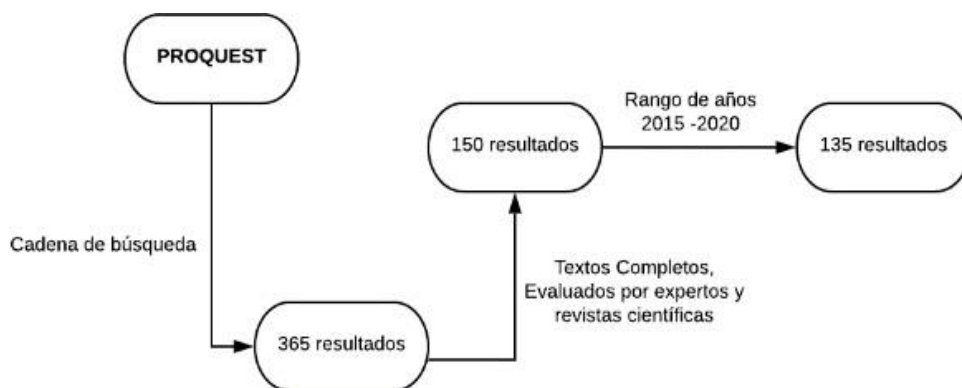


Figura 1: Búsqueda básica Proquest

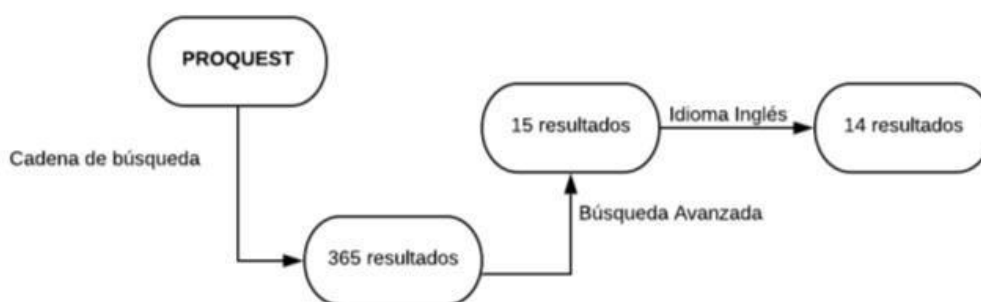


Figura 2: Búsqueda Avanzada Proquest

En la Figura 1 se aprecia como se realizó la primera búsqueda en la base de datos Proquest sin utilizar filtros de búsqueda avanzada, luego de ello se hizo uso de la búsqueda avanzada. Lo cual se muestra en la Figura 2. Para la realización de la búsqueda avanzada se ingresaron los datos de la siguiente manera:

- Se especifico que la palabra Smart City debía encontrarse en el título del documento y que la palabra Environment monitoring debe encontrarse en el resumen de este; de estas especificaciones surge la cadena de búsqueda: ti (Smart City) AND ab (Environment monitoring).
- Filtros:
  - Evaluados por expertos
  - Textos Completos
  - Idioma Inglés
- Rango de fechas entre junio del 2015 y junio del 2020, sin especificar día.

Debido a que con la búsqueda avanzada no se cumplió el primer criterio de calidad ni la cantidad de páginas a tomar en cuenta, este filtro se realizó de manera manual, quedando con la siguiente cantidad de artículos tal como se muestra en la Figura 3.

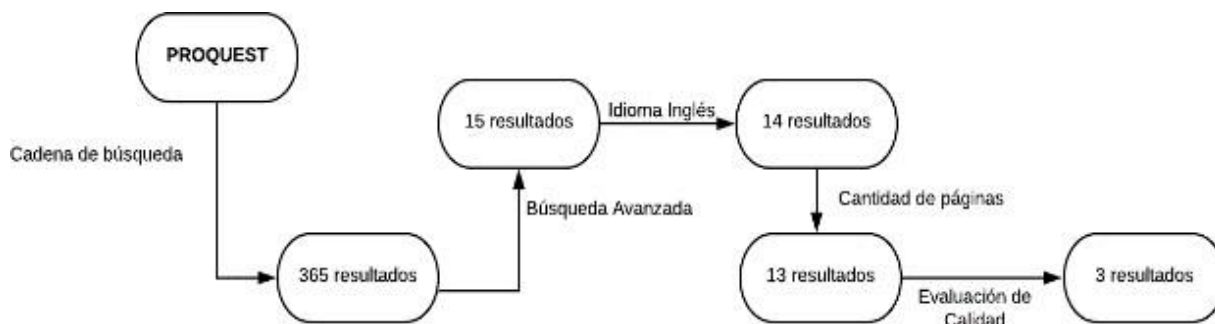


Figura 3: Artículos Seleccionados de Proquest

### IEEE Xplore

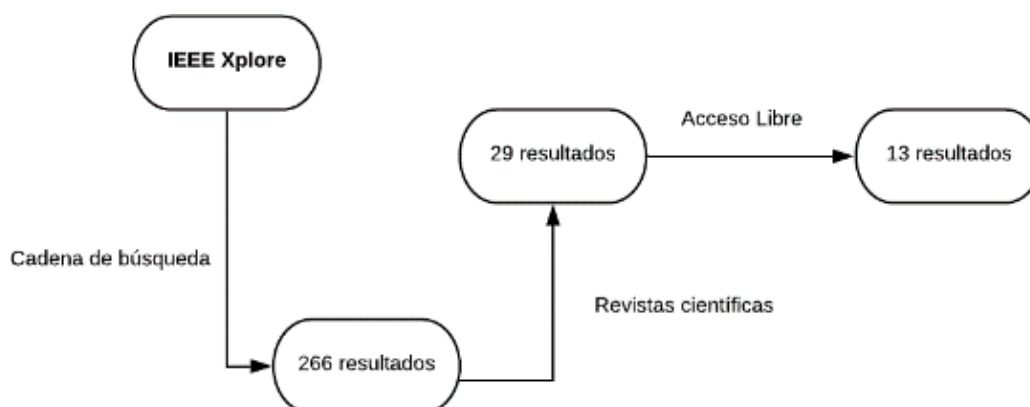


Figura 4: Búsqueda básica IEEE Xplore

Para la búsqueda en IEEE Xplore se ingresó la cadena de búsqueda "Smart city" and "Environment monitoring" como se muestra en la Figura 4, sin embargo, no se aplicó en rango de las fechas debido a que los 13 artículos resultantes de la búsqueda se habían realizado entre los años 2017 al 2020.

Debido a que mediante la búsqueda básica no se tomaron todos los criterios de evaluación, este se realizara de manera manual, como se puede apreciar en la Figura 5 ninguno de los artículos que pasaron los criterios logro cumplir con la evaluación de calidad.

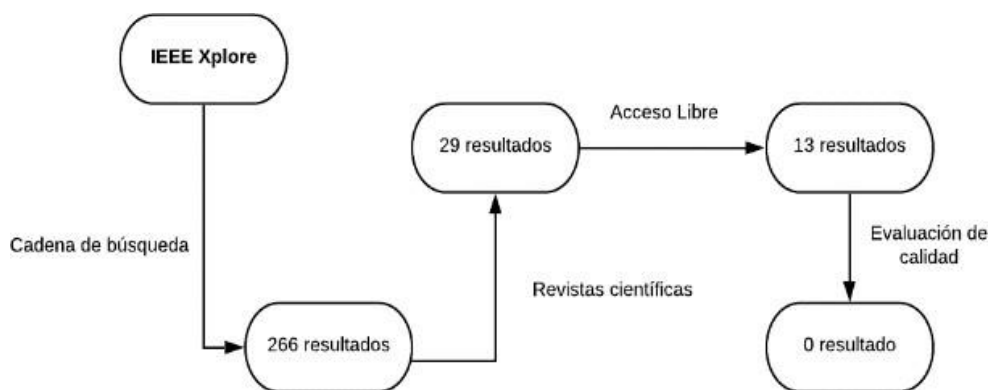


Figura 5: Artículos Seleccionados de IEEE Xplore

### Google Scholar

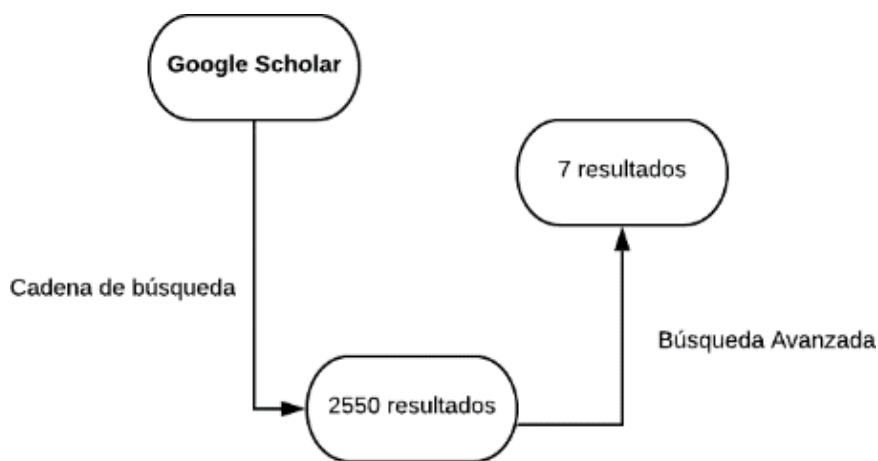
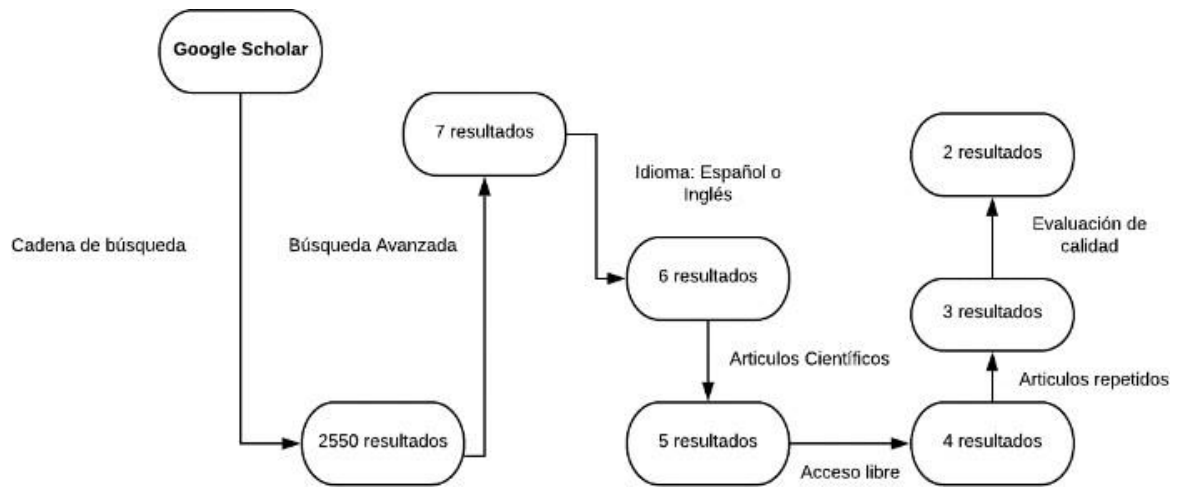


Figura 6: Búsqueda Avanzada Google Scholar

Para la realización de la búsqueda avanzada que se muestra en la Figura 6 se ingresaron los datos de la siguiente manera:

- Se específico que para buscar artículos con todas las palabras: Environment monitoring,
- Se específico que para buscar artículos con la frase exacta: Smart City.
- El rango de fechas se aplicó desde el año 2015 al 2020.

Al igual que con las anteriores bases de datos no todos criterios de inclusión y exclusión pudieron ser evaluados mediante la búsqueda en la base de datos, por lo mismo estos últimos filtros se realizaron de manera manual, estos resultados serán mostrados en la Figura 7: Artículos Seleccionados de Google Scholar.



*Figura 7: Artículos Seleccionados de Google Scholar.*

Después de aplicar los criterios de búsqueda y la evaluación de la calidad en cada base datos, se obtuvo un total de 5 artículos científicos, estos permitirán responder las preguntas planteadas anteriormente.

## Resultados y discusión

Después del proceso realizado para recolección de información para dar solución a las preguntas planteadas se procederá a responderlas en esta sección con el uso de los artículos seleccionados que podemos observar en la tabla 3 y 4.

*Tabla 3: Artículos seleccionados*

BBDD	Artículos seleccionados
IEEE Xplore	-
Google Scholar	[7],[8]
ProQuest	[4],[5],[6]

*Tabla 4: Detalle de los artículos seleccionados*

Artículo	Título del artículo	Estudio
[4]	A Comprehensive System for Monitoring Urban Accessibility in Smart Cities	Analiza las posibilidades que ofrece la evolución de la información y Tecnologías de comunicación con el objetivo de diseñar un sistema para obtener dinámicamente conocimiento de problemas de accesibilidad en entornos urbanos en una Smart City.
[5]	Voluntary Noise Mapping for Smart City	Describe mediante datos recolectados voluntariamente como monitorear y reducir el ruido para una Smart City.
[6]	Air Quality Monitoring System Based on LARGE- SCALE WSN: A step towards a Smart City	Describe como monitorear la calidad del aire con respecto a una Smart City.
[7]	Implementation of UAV for environment monitoring of a Smart City with an airspace regulation by AIXM-format data streaming	Describe diversas formas para monitorear entornos en Smart Cities con espacio aéreo regulado.
[8]	Hydroinformatics of Smart Cities: Real-Time Water Quality Monitoring and Prediction	Analiza y describe como monitorear la calidad del agua con Hydroinformatica en una Smart City.

### ***Artículos pertenecientes a instituciones universitarias (RQ1)***

Como se puede apreciar en la Tabla 5: Artículos pertenecientes a instituciones universitarias, la totalidad de los artículos de investigación seleccionados pertenecen a una institución universitaria, puesto que están han sido realizado para las mismas, esto afianza y garantiza más aún la calidad del trabajo realizado por los investigadores, ya que el proceso de aprobación de una investigación científica en una universidad tiene criterios rigurosos a cumplir.

*Tabla 5: Artículos pertenecientes a instituciones universitarias*

Artículo	Instituciones universitarias
[4]	University of Alicante
[5]	University of Zagreb
[6]	University of Suceava
[7]	Lviv Polytechnic National University
[8]	University of Bristol

### ***Países de los artículos (RQ2)***

Para responder a la segunda interrogante en la Tabla 6: Países de los artículos, podemos apreciar que la mayor parte de los países de donde provienen los artículos de investigación seleccionados pertenecen al continente europeo, solo el artículo [8] pertenece al continente americano.

*Tabla 6: Países de los artículos*

Artículo	Instituciones universitarias
[4]	España
[5]	Croacia
[6]	Rumanía
[7]	Ucrania
[8]	Panamá

### ***Años de publicación los artículos (RQ3)***

En los criterios de inclusión y exclusión se especificó que los artículos de investigación a tomar en cuenta debían haberse publicado entre el año 2015 y 2020, como se pueden apreciar en la Tabla 7: Años de publicación de los artículos, pertenecen cada uno a un año diferente, el artículo [4],[5] y [6] extraídos de la base de datos Proquest se encuentran entre los años 2015 al 2017, los artículos [7]y [8] extraídos de la base de datos Google Scholar se encuentran entre el año 2019 y 2020. Por lo cual se puede decir que si hay continuidad con respecto a trabajos que abordan el tema de las Smart Cities enfocadas en la monitorización de un determinado entorno o medio,

*Tabla 7: Año de publicación de los artículos*

Artículo	Año de publicación
[4]	2017
[5]	2016
[6]	2015
[7]	2020
[8]	2019

Las Smart Cities que se orientan en especial al monitoreo de entornos o medios, permiten optimizar la gestión de procesos, reducir el tiempo de trabajo y ahorrar recursos, utilizando tecnologías sustentables, es decir amigables con el medio ambiente; la implementación de una Smart City permite que las sociedades crezcan y se adapten aún más a las innovaciones que aparecen día con día.

### **Conclusiones**

En el presente artículo, se ha analizado un total de 5 artículos científicos que trataron acerca de Smart Cities con respecto al servicio de monitoreo de entornos, lo cual permitió realizar una discusión acerca del beneficio que ofrecen a la sociedad debido a que permiten gestionar eficientemente un determinado ambiente o entorno; se encontró que el total de las investigaciones científicas seleccionadas pertenecían a una institución universitaria, otro punto que se tomó en cuenta fue a que países pertenecieron, lo cual reflejó que la mayor parte de las investigaciones eran de origen Europeo; con respecto a los años de publicación de los artículos, resultado ser variado, llegando a ocupar todo el rango establecido en los criterios.

### **Agradecimientos**

Para quienes me brindaron apoyo emocional durante el proceso de elaboración de este artículo.

## Referencias

- [1] M. Mijak, D. Androcec y R. Picek, "SMART CITIES SERVICES DRIVEN BY IOT: A SYSTEMATIC REVIEW," *Journal of Economic and Social Development*, Croatia, 2017.
- [2] Marketing MercadoIT," MERCADOIT," MERCADOIT, 18 febrero 2018. [En línea]. Available: <https://www.mercadoit.com/blog/noticias-it/smart-city-sostenibilidad-para-todos/>. [Último acceso: 13 Julio 2020].
- [3] B. Kitchenham, O. P. Brereton, D. Budgen, M. Turner, J. Bailey and S. Linkman, "Systematic literature reviews in software engineering – A systematic," *Information and Software Technology*, vol. 52, no. 8, pp. 792-805, 2010.
- [4] H. Mora et al, "A Comprehensive System for Monitoring Urban Accessibility in Smart Cities," *Sensors*, vol. 17, (8), pp. 1834, 2017. Available: <https://search.proquest.com/docview/1939783289?accountid=37610>. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/s17081834>.
- [5] V. Poslončec-Petrić et al, "VOLUNTARY NOISE MAPPING FOR SMART CITY," *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, vol. IV-4/W1, pp. 131-137, 2016. Available: <https://search.proquest.com/docview/1987387270?accountid=37610>. DOI: <http://dx.doi.org/10.5194/isprs-annals-IV-4-W1-131-2016>.
- [6] A. Lavric and V. Popa, "AIR QUALITY MONITORING SYSTEM BASED ON LARGE-SCALE WSN: A STEP TOWARDS A SMART CITY," *Research and Science Today*, (2), pp. 98-107, 2015. Available: <https://search.proquest.com/docview/1752041049?accountid=37610>.
- [7] B. Markovych y V. Aliexsieiev, «Implementation of UAV for environment monitoring of a Smart City with an airspace, » *INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL "INDUSTRY 4.0"*, Lviv, 2020.
- [8] E. Coraggio, D. Han, W. Liu y T. Tryfonas, «HYDROINFORMATICS OF SMART CITIES: REAL-TIME WATER QUALITY, » *University of Bristol - Explore Bristol Research*, ciudad de Panamá, 2019.