


Información General

Facultad: CIENCIAS NATURALES E INGENIERIA			
Programa Académico: INGENIERIA DE TELECOMUNICACIONES		Grupo(s) de Investigación: GNET	
Nombre del semillero /Sigla: Semillero en sistemas de Telecomunicaciones/ SISTEL		Fecha creación: 12 febrero de 2015	
		Regional: Bucaramanga	
Líneas de Investigación: Internet de las cosas y Dispositivos Programables			
Áreas del saber *			
1. Ciencias Naturales		2. Ingeniería y Tecnologías	
3. Ciencias Médicas y de la Salud		4. Ciencias Agrícolas	
5. Ciencias sociales		6. Humanidades	

Información del Director del Proyecto

Nombre: Johan Leandro Tellez Garzon	No. de identificación: 1101753049	Lugar de expedición: Velez
Nivel de Formación Académica (Pregrado / Postgrado / Link de CvLAC): Ingeniero en Telecomunicaciones / Maestría en Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones / Doctorado en Ingeniería Eléctrica / https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000812790		
Celular 3017023213	Correo Electrónico: jtellez@correo.uts.edu.co	

Información de los autores

Nombre	No. de Identificación y lugar de expedición		Celular	Correo Electrónico
Javier Díaz Contreras	13749040	B/manga	3152813274	diaz.co@hotmail.com
Mauricio Rodríguez González	1098745621	B/manga	3188680525	mauro_1232@hotmail.com

Proyecto

1. Título del Proyecto: Sistema de medición y monitoreo del PH del agua en las Unidades Tecnológicas de Santander	Modalidad del Proyecto **				
	PA	PI	TG	RE	Otra. ¿Cuál?

2. Resumen del trabajo:

La calidad del agua es un parámetro importante para la salud del ser humano, permite evitar enfermedades y pérdida de vidas por el consumo de aguas que no cumplen los estándares de potabilidad. El proyecto presenta un sistema prototipo para el monitoreo y medición del pH con Internet de las Cosas, para identificar la calidad del agua en las Unidades Tecnológicas de Santander. El sistema consta de plataforma Arduino Yún, sensor de medición de pH, pantalla Oled para visualizar los valores en el sitio de medición, y está enlazado mediante transmisión de datos WiFi a una plataforma WEB Ubidots para almacenar los datos y realizar monitoreo de manera continua.

Se realizó una revisión documental de proyectos, artículos y publicaciones que permitieron identificar los trabajos para monitoreo de la calidad del agua, áreas de aplicación, variables de sensado y arquitectura IoT involucrada. Posteriormente, se llevó a cabo un análisis de las tecnologías para comunicación de datos, plataformas de comunicación, se seleccionó el sensor de pH IoT y el microcontrolador adecuado a los requerimientos del proyecto. Se establecieron los criterios para la toma de datos con base en la resolución 2115 de 2007, se diseñó la plataforma de almacenamiento de datos con la herramienta IoT Ubidots y se llevaron a cabo pruebas en cuatro puntos.

El prototipo diseñado mostró una alta estabilidad, con datos registrados de pH, sin pérdida de información, lo que muestra un potencial de diseño confiable y eficiente. Adicionalmente, se destaca que Ubidots cuenta con herramientas que permiten crear una base de datos en tiempo real, almacenarla, visualizarla por diseño de interfaz de manera sencilla y descargar la información en Excel para generar reportes. Adicionalmente, permite la identificación de dispositivos con protocolo API-Token, para comunicación fiable y segura entre dispositivos y servidores Ubidots.

3. Objetivo General y Objetivos específicos:

OBJETIVO GENERAL

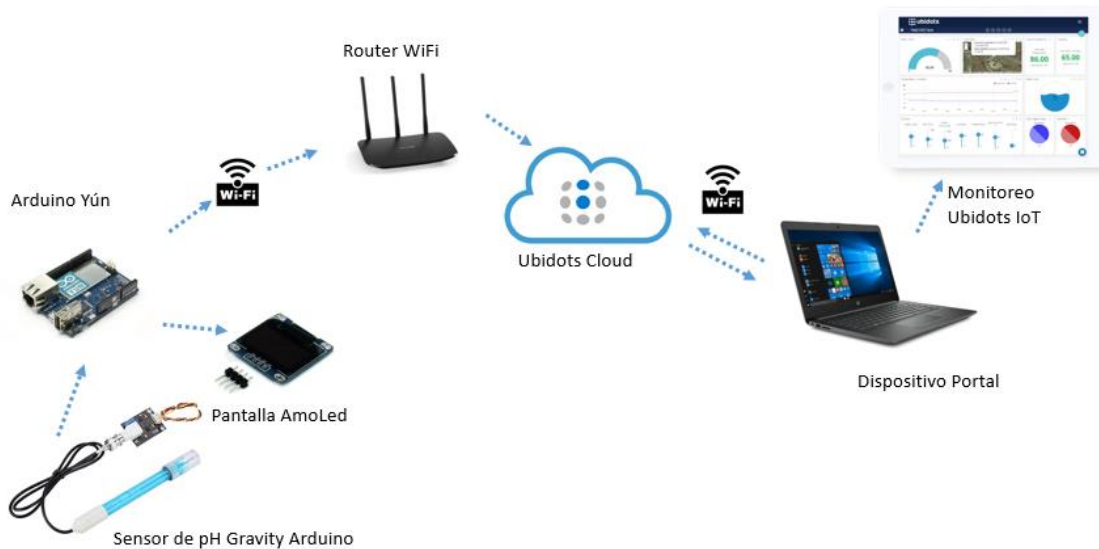
Diseñar e implementar un prototipo de monitoreo del pH del agua mediante un sensor IoT que permita llevar un histórico de este parámetro para realizar control de la calidad del agua potable utilizada en las Unidades tecnológicas de Santander.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un análisis determinando cuál es el dispositivo más indicado y conocer la tecnología que se implementará en el proyecto, sin ser invasiva y contaminar más los recursos.
- Determinar cómo se realizará la medición del pH del agua, días, horas, y cantidad de intervalos de muestras que se deben almacenar.
- Crear una Base de datos, acorde al prototipo que se desea implementar, por medio de la transmisión inalámbrica de los datos.
- Realizar las muestras de diferentes fuentes de agua para comparar en situaciones reales los resultados obtenidos y evaluar la calidad de agua de las Unidades Tecnológicas de Santander.

4. Análisis de resultados:

Para lograr establecer el rango de medición y comprobar la precisión del sensor se realizó inicialmente una serie de pruebas que involucraron la configuración de una red WLAN Local, en la que se conectó el sensor de pH, el Arduino Yún con el Router del proveedor de servicio (Internet Services Provider ISP) y un computador portátil por medio de conexión WiFi, de modo que a través de Internet se llegará al servidor Ubidots. En la Figura siguiente se muestra el esquema empleado.



Para el desarrollo de las pruebas de campo y validar el sistema diseñado se seleccionaron tres puntos en las Unidades Tecnológicas como se observa en la Figura siguiente



Los tanques de almacenamiento y suministro seleccionados se encuentran en el edificio B. El primero se encuentra en el primer piso, cerca de las escaleras del acceso lateral, junto al muro que da a la calle de Los Estudiantes.

5. Conclusiones:

La revisión documental inicial de proyectos enfocados a la medición de variables como pH en distintos tipos de aplicación, permitió identificar los desarrollos que se han realizado para monitorear la calidad del agua de consumo humano, como el manejo de aguas residuales y plantas de tratamiento con la medición de la variable pH en enfoques de Internet de las Cosas, se logró establecer la estructura apropiada para el desarrollo, seleccionar el sensor adecuado, el estándar de comunicación y la plataforma de desarrollo apropiada.

Con base en la Resolución 2115 de 2007 y el Manual para tomas de muestras de agua aptas para el consumo humano, la cantidad de estudiantes de las UTS y el mínimo de muestras permitidas, se logró establecer que un total de 7 muestras por hora como mínimo y lograr un monitoreo adecuado. Aunque para la aplicación de monitoreo continuo requerida para el proyecto se sobrepasó esa cantidad debido a las capacidades de la Plataforma IoT seleccionada y Ubidots permitió la toma de datos cada minuto con un total de 4.320 como máximo permitido.

La implementación de la base de datos se llevó a cabo gracias a la plataforma ubidots debido a que ella nos permitió una administración de datos en tiempo real facilitando mucho todo el sistema de programación, ya que esta maneja un entorno completamente gráfico, muy fácil de utilizar y comunicación con multitud de dispositivos mediante el protocolo api. Siendo esta una de las principales razones por la cual se tomó la decisión de implementar una base de datos dentro de una plataforma de este estilo, pues a la hora de comprar los servicios de un servidor para almacenar datos y un host o dominio saldría mucho más costoso de lo que podría salir utilizando esta plataforma, fuera de la programación que se tendría que implementar para diseñar una base de datos así, cuando en este caso nuestro dispositivo Arduino permite la comunicación con este tipo de plataformas utilizando una llave token y que esta plataforma a su vez nos dan la opción de crear una base de datos de forma intuitiva donde la visualización grafica de todos los datos almacenados en tiempo real se van mostrando en pantalla. Todas estas razones fueron las que nos hizo decidir implementar nuestra base de datos dentro de la plataforma ubidots utilizando el internet de las cosas.

Para lograr una selección apropiada de la plataforma IoT, se tuvo en cuenta trabajos que demuestran su fiabilidad y eficiencia a la hora de registrar datos y almacenarlos en un servidor, debido a esto el monitoreo de la calidad del agua se llevó a cabo cada minuto. Adicionalmente, la selección demostró y se ideó, debido a su facilidad de manejo, lo que disminuye la carga de procesamiento, al ser intuitiva y manejar protocolos de comunicación estables como HTTP, comunicación entre interfaces y dispositivos en modo API, los que facilitó el envío de datos entre diversas plataformas y compatibilidad entre los dispositivos empleados, y finalmente posee un protocolo de envío de datos e identificación de dispositivos Token que le da alto nivel de seguridad e encriptación de la información que se almacena y se envía al servidor WEB Ubidots.

Como parte de las ventajas que posee la plataforma IoT Ubidots es que permite la creación de manera sencilla e intuitiva mediante su herramienta MYO – Make Your On, lo que facilitó la creación de la página de visualización de la información en tiempo real, sin conocimientos previo en diseño de páginas WEB y administraciones de servidores WEB. Adicionalmente, permitió la comunicación con el sensor para la extensión del monitoreo y análisis de datos; posee almacenamiento de datos y Backend, los que la hace fiable para la creación de bases de datos de forma automática y en tiempo real, pues una vez los datos son adquiridos se registran en el servidor y son visualizados de forma inmediata en la plataforma desde un ordenador o un dispositivo móvil conectado a internet, y como ventaja final, gracias a su capacidad de almacenamiento permite visualizar los datos por días, meses e inclusive años, al tener en cuenta el plan que se adquiera.

6. Recomendaciones:

Se recomienda para trabajos futuros de implementación, llevar a cabo pruebas e instalación de varios dispositivos a modo de modos IoT, para lograr un monitoreo que se pueda integrar a proyectos futuros con mensajes de concientización del consumo de agua potable en la Unidades.

Realizar aplicaciones para proyectos de implementación tecnológica con distintas plataformas IoT, distintos microcontroladores y dispositivos tipo sensor de pH, con el fin de realizar comparación de eficiencia y desempeño entre prototipos.

De ser posible a futuro, integrar un sistema de control que permita el sensado y actúe para la corrección de la calidad del pH, en momentos que sea requerido como un sistema de tratamiento y limpieza del agua para su reutilización.

Para el caso de pérdida de datos se recomienda instalar en el Arduino Yún una tarjeta microSD que permita el almacenamiento de datos cuando falle la conexión a internet y el sistema pueda seguir registrando información o generar una copia de respaldo que pueda ser enviada a la plataforma Ubidots o recogida in situ.

Como mejora para el sistema de alimentación se recomienda el uso de un dispositivo MiFi, para contar con un sistema encargado alimentar a los dispositivos en sitio, envío de datos a la nube Ubidots y a proporcionar acceso a Internet a los dispositivos del sistema.

7. Bibliografía:

- Algawi, A., Kiperberg, M., Leon, R., Resh, A., & Zaidenberg, N. J. (2019). Efficient Protection for VDI Workstations. *6th IEEE International Conference on Cyber Security and Cloud Computing (CSCloud)/ 2019 5th IEEE International Conference on Edge Computing and Scalable Cloud (EdgeCom)*, 56-67.
- Amaya Cruz, A. (2017). Diseño e implementación de un control de pH, conductividad y monitoreo del nivel de agua para el cuidado cultivos hidropónicos de uso doméstico. *Tesis de Grado*, 1-14.
- Archold, G., Beltrán, A., Ruiz, F., Maducci, M., Méndez, D., Trujillo, L., . . . Mouazen. (2019). pH Measuring IoT System for Precision Agriculture Applications. *IEEE Latin America*, 17(5), 823-834.
- Arduino. (2020). *A Brief Introduction to the Serial Peripheral Interface (SPI)*. Obtenido de Language/Libraries/Comparison/Changes: <https://www.arduino.cc/en/reference/SPI>
- Arduino. (2020). A000008: Arduino Yún. *Especificaciones Técnicas*, 1-2.
- Arduino. (13 de 08 de 2020). *Arduino Yún*. Obtenido de store.arduino: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-yun>
- Arkan, I., & Okumus, I. (2017). Design and Implementation of an Electronic Document Management System. *Mehmet Akif Ersoy University Journal of Applied Sciences*, 1(1), 9-17.
- Ballesteros, J., & Chaparro, F. (2018). Security Access Local Wireless Network with Use of Free Tools. *Universidad Santo Tomas*, 1-18.
- Borgia, E. (2014). The internet of things vision: key features, applications and open issues. *Computer Communications*, 54(3), 1-31.
- Chen, K. T., Zhang, H. H., Wu, T. T., Hu, J., Zhai, C. Y., & Wang, D. (2014). Design of Monitoring System for Multilayer Soil Temperature and Moisture Based on WSN. *International Conference on Wireless Communication and Sensor Network - IEEE*, 2(1), 425-430.
- Chokri, M., Aymen, F., & Lassaad, S. (2019). Smart database concept for Power Management in an electrical vehicle. *International Journal of Power Electronics and Drive Systems*, 10(1), 160-169.
- Chuquitarco, M., & Romero, M. (2018). Diagnóstico de las vulnerabilidades en redes inalámbricas en el Ecuador. *Repositorio Digital UIDE*, 1-13.
- Dagar, R., Som, S., & Khatri, S. K. (2018). Smart Farming – IoT in Agriculture. *2018 International Conference on Inventive Research in Computing Applications (ICIRCA)*, 1-67.
- DFRobot. (19 de 08 de 2020). *DFRobot*. Obtenido de Sensor/Liquid Sensor/ Gravity: Analog pH Sensor/Meter Kit for Arduino: <https://www.dfrobot.com/product-1025.html?tracking=5cfb9465c247d>
- Dudko, A., Endrjukaitė, T., & Roose, L. L. (2019). Open Routed Energy Distribution Network based on a Concept of Energy Router in Smart Grid. *ICPS Proceedings- iiWAS2019*, 1-14.
- El Hammoumi, A., Motahhir, S., Chalh, A., A, E. G., & Derouich, A. (2018). Real-time virtual instrumentation of Arduino and LabVIEW based PV panel characteristics. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1-34.
- Elson, J., & Kay, R. (2015). Wireless Sensor Networks: A New Regime for Time Synchronization. *Computer Communication Review*, 33(5), 149-154.
- Enciso, L., & Vargas, A. (2018). Interface with Ubidots for a fire alarm system using WiFi. *13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, 1-13.
- Espinosa, F. S., García, J. V., & Llanos, D. B. (2018). Aplicación de una metodología de seguridad avanzada en redes inalámbricas. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, 2(15), 24-36.
- Faustine, A. M., Mongi, H., Gabriel, M. T., & Kucel, S. B. (2014). Wireless Sensor Networks for Water Quality Monitoring and Control within Lake Victoria Basin : Prototype Development. *Wireless Sensor Network*, 6(2), 281-290.
- García Bebia, S. (2020). Diseño y desarrollo de una cámara de cultivo de bajo coste para estudiar el crecimiento de plantas de forma controlada . *Tesis de Grado - Ingeniería Electrónica Industrial y Automática*, 1-120.
- Gershenfeld, N., & Krikorian, R. C. (2019). The internet of things. *Scientific American*, 291(4), 76-81.
- Greetha, S., & Gouthami, S. (2017). Internet of things enabled real time water quality monitoring system. *Smarth Water Journey*, 1-14.
- Habsara Hareva, D. (2019). OpenEMR'S ADD-ON application as patient's medication review. *AIP Conference Proceedings*, 1-13.
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación (6ta Edición)*. Mexico D.F. : McGraw Hill.
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: McGraw Hill Education. Obtenido de <http://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>
- Horstmann, C. S. (2013). *jay Concepts: Late Objects*. Estados Unidos : Wiley.
- Jensen, C. S., & Snodgrass, R. T. (2018). Temporal Database. *Aalborg University*, 1-17.
- Kamienski, C., Soyninen, J.-P., Taumberger, M., Dantas, R., Toscano, A., Cinotti, T. S., . . . Neto, A. T. (2019). Smart Water Management Platform: IoT-Based Precision Irrigation for Agriculture. *MDPI Sensors*, 19(2), 1-10.
- Karumbaya, A., & Satheesh, G. (2015). IoT Empowered Real Time Environment Monitoring. *International Journal of Computer Applications*, 129(5), 30-33.
- Khatri, N., Sharma, A., Khatri, K. K., & Sharma, G. D. (2018). An IoT-Based Innovative Real-Time pH Monitoring and Control of Municipal Wastewater for Agriculture and Gardening. *Proceedings of First International Conference on Smart System, Innovations and Computing - Smart Innovation, Systems and Technologies*, 79, 353-362.
- Khorov, E., Kiryanov, A., Laykhov, A., & Biachi, G. (2019). A Tutorial on IEEE 802.11ax High Efficiency WLANs. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 21(1), 1-12.
- Kosek-Szott, K., Gozdecki, J., Loziak, K., Natkaniec, M., Prasnal, L. S., & Wagrowski, M. (2017). Coexistence Issues in Future WiFi Networks. *IEEE Network*, 31 (4), 86-95.

- Kralicek, E. (2016). Deploying Workstations and Printers. *The Accidental SysAdmin Handbook*, 203-218.
- Kryvenchuk, Y., Vovk, O., Chushak-Holoborodko, A., Khavalko, V., & Danel, R. (2019). Research of Servers and Protocols as Means of Accumulation, Processing and Operational Transmission of Measured Information. *International Conference on Computer Science and Information Technology - Advances in Intelligent Systems and Computing IV*, 920-934.
- Lara, R. F., & Morales, C. (2017). Análisis del desempeño en un enlace descendente de redes asadas en los estándares IEEE 802.11b, IEEE 802.11n y WDS. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Computacionales e Informática*, 35(5), 1-12.
- Lee, J. S., Su, Y. W., & Chung Chou, S. (2016). A Comparative Study of Wireless Protocols: Bluetooth, UWB, ZigBee, and Wi-Fi. *Information & Communications Research*.
- Li, S., Xu, L., & Zhao, S. (2018). 5G Internet of Things: A survey. *Journal of Industrial Information Integration*, 10, 1-9.
- Lozano Banqueri, J. M., & Sánchez Solana, A. (2018). Creación y gestión de una base de datos con MySQL y phpMyAdmin. *Universidad de Jaén. Informática*, 1-12.
- Madela, A., Cedón, B., Crespo, R., González, L., & Navares, I. (2013). IoT Multiplatform networking to monitor and control wineries and vineyards. *Future Network and Mobile Summit. IEEE*, 1-10.
- Mannina, G., Ferreira Rebouças, T., Cosenza, A., Sánchez Marrè, M., & Gibert, K. (2019). Decision support systems (DSS) for wastewater treatment plants – A review of the state of the art. *Bioresource Technology*, 290(5), 121-814.
- Manotas Campos, J. J., & Martínez Marín, N. (2018). Exploración de las Plataformas IoT en el Mercado para formar el conocimiento, buen uso y eficiencia de los dispositivos IoT Creados en la facultad de Ingeniería de Ciencias Básicas de la Institución Universitaria Politécnico Granacolombiano. *Tesis de Grado*, 1-62.
- Martínez, R., Vela, N., Aatick, e., & Murray, E. (2020). On the Use of an IoT Integrated System for Water Quality Monitoring and Management in Wastewater Treatment Plants. *MDPI - Water Reaserch - Smart Urban Water Networks*, 12(4), 1-22.
- Ministerio de Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial . (2012). *Manual de Instrucciones para la Toma, Preservación y Transporte de Muestras de Agua de Consumo Humano para Análisis de Laboratorio*. Bogotá: Ministerio de Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial .
- Mironczuk, M. M. (2018). The BigGrams: the semi-supervised information extraction system from HTML: an improvement in the wrapper induction. *Knowledge and Information Systems volume*, 54(3), 711-776.
- Mongomery, D. (2014). *Desing and Analisis of Experiments*. Arizona: Wesley.
- Muñoz, J. (2016). Aplicación de las políticas de seguridad del ENS en redes inalámbricas WIFI. *Respositorio de la iniversidaad de Calderon*, 1-13.
- Myint, Z. C., Gopal, L., & Aung, Y. L. (2017). Reconfigurable smart water quality monitoring system in IoT environment. *2017 IEEE/ACIS 16th International Conference on Computer and Information Science (ICIS)*, 1-14.
- Pesántez Díaz, F., Uriguen Eljuri, P. M., & González Brito, J. P. (2013). Construcción de un medidor de ph, conductividad y oxígeno disuelto en agua, para ríos y lagunas. *Trabajo de Grado - Universidad del Azuay*, 1-67.
- Prasad, A., Al Mamun, K., Islam, F., & Haqva, H. (2015). Smart Water Quality Monitoring System. *2nd IEEE Asia Pacific World Congress on Computer Science and Engineering*, 1-15.
- Pushkar, S., & Sanghamitra, S. (2016). Arduino-based smart irrigation using water flow sensor, soil moisture sensor, temperature sensor and ESP8266 WiFi module. *2016 IEEE Region 10 Humanitarian Technology Conference (R10-HTC)*, 1-15.
- Raffino, M. E. (2020). Lenguaje de Programación. *Concepto.de*, 1-34.
- Rekha, P., Sumathi, K., Samyuktha, S., Saranya, A., Tharunya, G., & Prabha, R. (2020). Sensor Based Waste Water Monitoring for Agriculture Using IoT. *6th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS)*, 1-13.
- Rojas Ricaurte, S. (2017). IoT - Simulación de Implementación de SmartHouse. *Tesis de Grado*, 1-12.
- Romer, M. (2016). *PHP Persistence: Concepts, Techniques and Practical Solutions with Doctrine*. Munster, North Westfalen: Apress.
- Salazar, J. (2016). Redes Inalámbricas . *TechPedia*, 1-123.
- Saravanan, K., & Anusuya, E. (2018). Real-time water quality monitoring using Internet of Things in SCADA. *Environmental Monitoring and Assessment volume*, 1-16.
- Saville, R., Hatanaka, K., & Wada, M. (2015). ICT application of real-time monitoringand estimation system for set-net fishery. *Oceans*, 24(3), 1-5.
- Schwartz, M. (2016). *Internet od Things with Arduino - Cookbook*. Birmingham - Mumbai : Packt .
- Smith, K. (2017). Programmable Logic Dvice (PLD) Desing Description for the Integrated Power, Avionics, and Software (iPAS). *NASA Technical Reports Server*, 1-9.
- Su, J., Ding, S., & Chun, H.-C. (2020). Establishing a Smart Farm-Scale Piggery Wastewater Treatment System with the Internet of Things (IoT) Applications. *MDPI - Water Reasech*, 12(6), 1654-1668.
- Tavera, J. M., Tobón, L. E., Gómez, J. A., Culman, M. A., Aranda, J. M., Parra, M. T., . . . Garreta, L. E. (2017). Review of IoT applications in agro-industrial and environmental fields. *Computers and Electronics in Agriculture*, 142(2), 283-297.
- Tesaga, A. T., Goffar, E., & Sarfat, W. (2019). Potential of Low Cost Sensor Usage for Waste Water IOT System. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 506(4), 1-13.
- Ubidots. (15 de septiembre de 2020). *Ubidots*. Obtenido de Ubidots/Plataforms: <https://ubidots.com/platform/>
- Vakula, D., & Yeshwanth, K. K. (2017). Waste water management for smart cities. *International Conference on Intelligent Sustainable Systems (ICISS)*, 1-12.
- Wadekar, S., Vakare, V., Ramratan, P., Shivam, Y., & Yadav, V. (2016). Smart water management using IoT. *2016 5th International Conference on Wireless Networks and Embedded Systems (WECON)*, 1-8.
- Wallace, J., Champagne, P., & Hall, G. (2016). Multivariate statistical analysis of water chemistry conditions in three wastewater stabilization ponds with algae blooms and pH fluctuations. *Water Research*, 96(3), 155-165.
- Wiora, J. (2015). Problems and risks occurred during uncertainty evaluation of a quantity calculated from correlated parameters: a case study of pH measurement. *Accreditation and Quality Assurance*, 21(3), 33-39.
- Wu, X., Safari, M., & Haas, H. (2017). Joint Optimisation of Load Balancing and Handover for Hybrid LiFi and WiFi Networks. *IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC)*, 1-18.
- Zakaria, Y. (2017). An Integrated Cloud-Based Wireless Sensor Network for Monitoring Industrial Wastewater Discharged into Water Sources. *Computational and Communication Science Engineering*, 1-14.

8. Anexos: Corresponde a las evidencias de realización y resultados de proyecto y a las herramientas desarrolladas y/o utilizadas en su ejecución.

* *Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE)*

** *PA: Plan de Aula, PI: Proyecto integrador, TG: Trabajo de Grado, RE:Reda*