



*Implementación de prototipo, monitoreo de actividades y generación de alertas, por sensores inalámbricos, Centro Gerontológico del Buen Vivir de Zaruma*

*Prototype implementation, Activity monitoring and alert generation, by wireless sensors, Gerontological Center of Buen Vivir de Zaruma*

*Implementação de protótipo, Monitoramento de atividades e geração de alertas, por sensores sem fio, Centro Gerontológico de Buen Vivir de Zaruma*

María Elizabeth Mora-Díaz <sup>I</sup>  
[elizamaria0682@hotmail.es](mailto:elizamaria0682@hotmail.es)  
<https://orcid.org/0000-0003-2112-737X>

Juan Carlos Ortega-Castro <sup>II</sup>  
[jcortegac@ucacue.edu.ec](mailto:jcortegac@ucacue.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0001-6496-4325>

**Correspondencia:** [elizamaria0682@hotmail.es](mailto:elizamaria0682@hotmail.es)

Ciencias de las ingenierías  
Artículo de investigación

\***Recibido:** 28 de noviembre de 2019 \***Aceptado:** 17 diciembre de 2019 \* **Publicado:** 17 de enero 2020

- I. Ingeniero en Sistemas, Jefatura de Posgrados, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- II. Ingeniero Electrónico, Docente de la Unidad Académica de Tecnologías de la Información, Jefatura de Posgrados, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.

## Resumen

El presente estudio de investigación consiste en el desarrollo de un prototipo, que permita monitorear y notificar sobre caídas en adultos mayores utilizando dispositivos electrónicos; mismo que se implementará en el Centro Gerontológico del Buen Vivir Zaruma.

Se aplica una investigación cualitativa y cuantitativa, las técnicas utilizadas para recopilar información de las necesidades, corresponden a la encuesta aplicada a los cuidadores, actores principales encargados del bienestar y cuidado de los adultos mayores. Los hallazgos de la investigación evidenciaron la falta de alarmas y notificaciones de caídas, que permitan el apoyo en el desarrollo de sus actividades de cuidado. Para superar dichas brechas de atención se propone hacer uso de dispositivos electrónicos que van apegados a su cuerpo, este tipo de tecnología ofrece respuestas inmediatas, para fortalecer la atención a tiempo en caso de una caída y evitar consecuencias en la salud de cada uno de los adultos mayores.

Este sistema permitirá apoyar a los encargados del cuidado de los adultos, en el desarrollo de su jornada laboral, puesto que les informará a través de una comunicación inalámbrica a sus dispositivos móviles, un mensaje de alerta de caída. Los datos se obtienen a través de un sensor de impacto que permite realizar el testeado del accionar de una caída y así emitir un mensaje de notificación al dispositivo móvil del cuidador, esta comunicación es a través de red inalámbrica wi-fi. Luego de varias pruebas se concluye que la atención ante una caída es inmediata evitando consecuencias a futuro.

**Palabras clave:** Caídas; sensores inalámbricos; redes inalámbricas; internet.

## Abstract

This research refers to the development of a prototype which allows monitoring and notifying older adults' falls through the use of electronic devices, applied to the Gerontology Center of "Buen Vivir de Zaruma".

Talking about the methodology of this article, it applies a qualitative and quantitative approach. This research uses the next technique to gather needs information: a survey applied to older adults' caregivers, who have been the main actors responsible for the well-being and care of older adults.

The research findings evidenced the lack of not only alarms, but also notifications of older adults' falls, that would become a support in the development of the caregivers' activities. To overcome these care gaps, it is proposed to use electronic devices that can be attached to older adults' bodies. This type of technology offers immediate responses to strengthen the care on time in case of an older adult's fall and to avoid having bad consequences on their health.

This system will be a support in the development of the caregivers' workday, due to the fact that they will be notified, through a wireless communication to their mobile devices, about any older adult's fall alert message.

The data is obtained through an impact sensor that allows performing the test of the action of a fall, then; a notification message will be sent to the caregiver's mobile device. This communication is via wireless Wi-Fi network. After several tests, it is concluded that the attention to an older adult's fall is immediate avoiding future consequences.

**Keywords:** Falls; wireless sensors; wireless network; internet.

## Resumo

O presente estudo consiste no desenvolvimento de um protótipo, que permite o monitoramento e relato de quedas em idosos utilizando dispositivos eletrônicos; mesmo que será implementado no Centro Gerontológico de Good Living Zaruma.

Aplicam-se pesquisas qualitativas e quantitativas, as técnicas utilizadas para coletar informações sobre as necessidades, correspondem à pesquisa aplicada aos cuidadores, principais atores responsáveis pelo bem-estar e cuidado dos idosos. Os achados da pesquisa evidenciaram a falta de alarmes e notificações de quedas, o que permite apoio no desenvolvimento de suas atividades assistenciais. Para superar essas lacunas de atenção, propõe-se fazer uso de dispositivos eletrônicos conectados ao seu corpo, esse tipo de tecnologia oferece respostas imediatas, para fortalecer a atenção no tempo em caso de queda e evitar consequências para a saúde de cada um dos indivíduos. adultos mais velhos

Esse sistema permitirá o suporte de cuidadores adultos, no desenvolvimento de sua jornada de trabalho, uma vez que eles os informarão através de uma comunicação sem fio com seus dispositivos móveis, uma mensagem de alerta de queda. Os dados são obtidos através de um sensor

de impacto que permite realizar o teste da ação de uma queda e, assim, emitir uma mensagem de notificação para o dispositivo móvel do cuidador, esta comunicação é via rede wi-fi sem fio. Após vários testes, conclui-se que a atenção a uma queda é imediata, evitando conseqüências futuras.

**Palavras-chave:** Falls; sensores sem fio; redes sem fio; Internet.

## **Introducción**

La Constitución de la República del Ecuador(MIES). Aprobada mediante referéndum en el año 2008, considera como personas adultas mayores a aquellas que hayan cumplido los sesenta y cinco años de edad. Prescribe que este grupo etario recibirá atención prioritaria y especializada en los ámbitos público y privado, en especial en los campos de inclusión social y económica, así como protección contra toda forma de violencia.

El Centro Gerontológico del Buen Vivir Zaruma, es una Institución Pública que se dedica al cuidado de los adultos mayores en la modalidad residencial, posee dentro de su administración cuidadores con perfil profesional en enfermería, con vocación y alta experiencia en el cuidado de personas adultas mayores, se atienden a 35 adultos entre hombres y mujeres. Dentro de las actividades diarias que realizan los adultos mayores, se encuentran los riesgos a los que están expuestos de acuerdo a factores importantes como sus enfermedades, problemas físicos, visuales, sorderas, etc; características propias de su edad. Es menester conocer a través del responsable del centro que muchas de sus lesiones son ocasionadas por caídas, lo cual constituye uno de los grandes problemas que generan consecuencias progresivas como agravantes en su salud, problemas sociales y económicos. La amplia estructura del centro y la carga de trabajo que los cuidadores tienen, son un problema al momento de existir un percance, una notificación de caída a tiempo puede evitar problemas de salud, a mayor edad la probabilidad de caerse también supera las cifras.

Ante esta problemática, no existe en el centro ningún tipo de alarma o alertas que permita avisar a las personas encargadas de su cuidado, si algún adulto sufrió una caída y como causa de esto se encuentre mal herido. Actualmente, el presupuesto y partidas asignadas al centro son muy bajas, no se puede gozar de personal suficiente para que la atención sea personalizada, por más voluntad que exista por parte del personal de enfermería les es imposible atenderlos de manera adecuada.

Es importante optimizar la atención, haciendo uso de la tecnología y que las personas de la tercera edad puedan también hacer uso de ella, a través de dispositivos que estén ubicados de manera adecuada a su cuerpo o prendas de vestir, que permita notificar a través de una alerta de mensaje al dispositivo móvil del cuidador que se encuentra en su turno.

A través del desarrollo de este sistema electrónico, que permite monitorear y notificar sobre un impacto de caída en un adulto mayor, se cumplirá el objetivo de tener una atención inmediata que permita solventar con primeros auxilios y traslados a profesionales de salud, para evitar consecuencias mayores, garantizando y brindando una mejor calidad de vida a las personas de la tercera edad.

## **Desarrollo**

El Ministerio de Inclusión Económica y Social fundamenta la política pública (MIES n.d.), para la población adulta mayor en un enfoque de derechos, define tres ejes para este grupo prioritario:

**Inclusión y participación social.**- considera al adulto mayor como un actor del desarrollo familiar y social.

**Protección Social.**- permite asegurar una protección para prevenir o reducir la pobreza, vulnerabilidad y exclusión social.

**Atención y cuidado,** a través de Centros Gerontológicos tanto públicos como privados, garantizando su seguridad y trato digno.

En este contexto se ve la necesidad de desarrollar sistemas de monitoreo y generación de alertas de caídas, a través de mensajes a un dispositivo móvil de cada uno de los cuidadores, con el objetivo de minimizar el tiempo de respuesta en la atención ante este suceso, así el afectado puede recibir atención inmediata evitando consecuencias graves para su salud.

Para el desarrollo de este trabajo de investigación se ha considerado mucha información ya existente, la disponibilidad de software open source y hardware de bajo costo, para de esta manera alinearse a los objetivos planteados. En el mercado existen muchas respuestas de atención que permiten visualizar, resultados de control y monitoreo, pero que no se utiliza tecnología

inalámbrica con dispositivos móviles, la propuesta se resume en el diagrama bloques que se muestra en la figura 1.

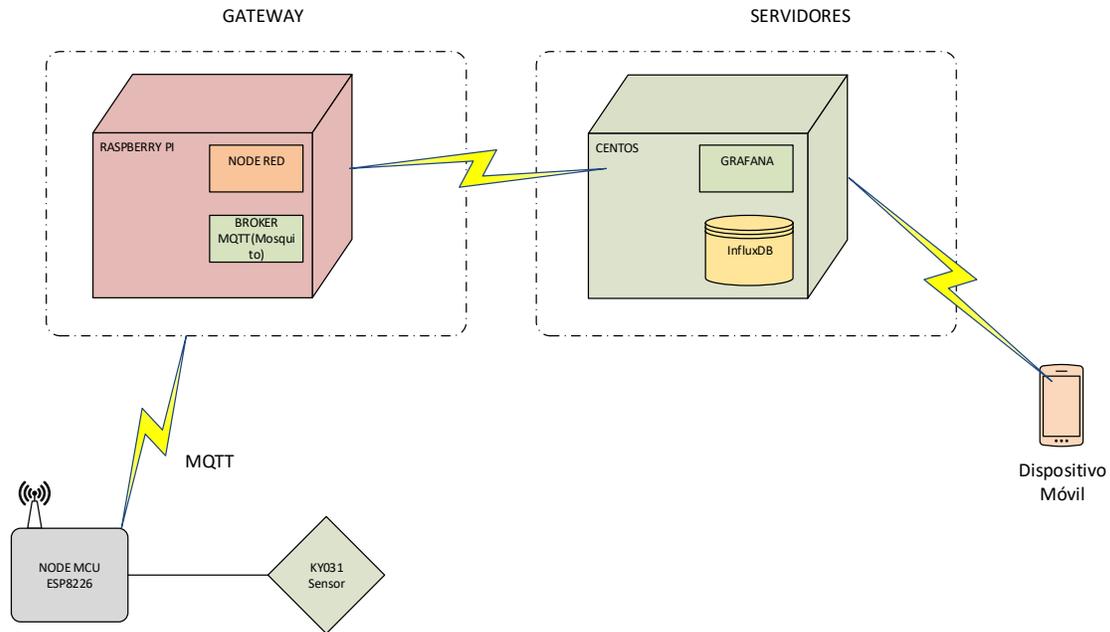


Figura 1. Diagrama de bloques

Con el objetivo de darle el mejor alcance de cumplimiento, seguridad e integridad a esta investigación se utiliza software libre, placas de desarrollo de software, sensores de impacto y un medio de comunicación confiable, aportando de esta manera a la sociedad de la información, que el uso de la tecnología como un medio de comunicación aporta a las actividades diarias de las personas, que los adultos mayores tengan mayor confianza y que los responsables de su cuidado se sientan más seguros en el desarrollo de sus actividades.

Detalle de los dispositivos y sus características, que son parte del desarrollo del proyecto.

Tabla 1. Dispositivos utilizados para la elaboración del prototipo

N.	FOTO	EQUIPO	CARACTERISTICAS
1		Raspberry Pi 3	CPU + GPU: Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53 (ARMv8) 64-bit SoC @ 1.4GHz. RAM: 1GB LPDDR2 SDRAM. Wi-Fi + Bluetooth: 2.4GHz y 5GHz IEEE 802.11. b/g/n/ac, Bluetooth 4.2, BLE. Ethernet: Gigabit Ethernet sobre USB 2.0 (300 Mbps) GPIO de 40 pines. HDMI. 4 puertos USB 2.0. Puerto CSI para conectar una cámara.
1		ESP8226	32-bit RISC CPU: TensilicaXtensa LX106 corriendo a 80 MHz (que puede ser overclokeado a 160MHz si se requiere) 64 KiB de RAM para instrucciones y 96 KiB de RAM para datos IEEE 802.11 b/g/n Wi-Fi 16 pines GPIO SPI e I2C UART en los pines dedicados (usada para la programación del chip) Un convertidor Analógico-Digital (ADC) de 10 bit
1		Sensor de impacto KY031	Voltaje optimo: 3 – 15V DC Salida analógica Alta/baja señal de nivel eléctrico (salida) Ao, salida de señal de tensión tiempo en real

Fuente: (Arduino.com)

## Metodología

En el desarrollo de la propuesta se aplica una investigación que por importancia de la recolección de datos y la información es cualitativa y cuantitativa; se aplica dicha investigación mixta con la finalidad de recoger información de las diferentes actividades que realizan a diario las personas adultas mayores en el centro, ubicar espacios de mayor concurrencia y que no se alcanza a cubrir su cuidado, esta investigación cualitativa-descriptiva caracterizará una realidad en la vida diaria de los adultos mayores y se propone un prototipo para notificaciones de alertas de caídas para mejorar su calidad de vida en el CGBV Zaruma.

Una primera fase permite realizar un análisis reflexivo de lo que se plantea, con el objetivo de encontrar la solución al problema, se realiza una investigación explicativa en la cual se encuentran los factores causales que explican la caídas en los adultos mayores, deducimos de acuerdo a sus actividades diarias, los factores que llevan a estos accidentes, luego se selecciona al personal que es entrevistado para poder documentar el trato y tiempo disponible de parte de cada uno de ellos en el centro Gerontológico y por último se sistematiza la información recolectada a través del llenado de cada uno de los cuestionarios aplicados a cada cuidador del Centro Gerontológico.

El universo está compuesto por todos los adultos mayores que residen en el centro gerontológico, de ambos sexos entre los 65 a 80 años y con un estado de salud que varía uno de otro, de acuerdo a su edad. La unidad de análisis es aquella considerada como cada uno de los adultos integrantes de la muestra.

En la metodología aplicada y su manera de llevar esta fase tenemos, como una de las últimas, la implementación de todos los dispositivos para el monitoreo y alertas cumpliendo con lo establecido en las variables tanto dependientes como independientes, esto nos proporciona información para finalmente verificar la hipótesis planteada con las debidas conclusiones y recomendaciones ante los resultados obtenidos.

## **Implementación**

En la implementación del proyecto se involucran los elementos: Raspberry PI + ArduinoNode MCUESP8266 + Node-Red + Mosquitto MQTT + InfluxDB + Sensor KY031 +Pushover.

## **Hardware**

A nivel de hardware se utiliza una Raspberry Pi, que no es más que un ordenador de placa reducida, ArduinoNode MCUESP8266 que es una de las placas de desarrollo con microcontrolador ESP8226, que permite programar de manera más sencilla. NodeMCU es una plataforma IoT de código abierto que incluye el firmware que se ejecuta en el SoC Wi-Fi ESP8266 de Espressif Systems y el hardware que se basa en el módulo ESP-12.

El Módulo Sensor de Impacto KY-031 permitirá, registrar un choque. Está elaborado con una resistencia pull-up de 10 k por lo cual al detectar el impacto funcionará como switch o interruptor.

La implementación del sensado de impacto se realiza sobre un módulo node MCU ESP8266, para ello se utiliza el IDE de arduino con las librerías del ESP8266wifi y las librerías PubSubClient para la conexión a la red y el establecimiento contra el bróker MQTT para su envío a node-red para su tratamiento adecuado.

## Software

Para el desarrollo de Software se instala Mosquitto MQTT, en la Raspberry Pi que realiza la función de Broker MQTT (servidor intermedio donde se conectan los dispositivos que publican y suscriben información del sensor relacionado a impacto), luego la aplicación Nod-Red para gestionar el flujo de trabajo que circula por el broker MQTT. Se implementa un servidor CentOS 7.6 en el cual se instala el servicio de bases de datos de tiempo InfluxDB, para mantener datos persistentes y visualizarlos, a través de Grafana que es un software libre basado en licencia Apache2.0.

De lado de los publicadores podemos tener un sin número de sensores conectados al sistema de control y monitoreo, en el desarrollo del proyecto tenemos, NODE MCU ESP8266 con un sensor de impacto, implementado a través de un brazalete en la mano del adulto mayor, al momento de percibir un impacto se tomará el cambio de estado y se enviará a node red vía inalámbrica a través del protocolo MQTT para su tratamiento adecuado, node red realiza dos funciones, la primera el envío a la base de datos de tiempo InfluxDB y la segunda al componente de notificaciones pushover para informar vía mensaje de texto el evento ocurrido.

En Pushover para la recepción de alertas se crea y se configura una cuenta, donde permite ingresar el número de celular de la persona encargada del cuidado, este dispositivo debe estar enlazado a la misma red wifi del centro.

A continuación se muestra el esquemático, de los dispositivos encargados de recibir la información, estos permitirán minimizar la respuesta de tiempo del mensaje de alerta a un dispositivo móvil, detalle en figura 2

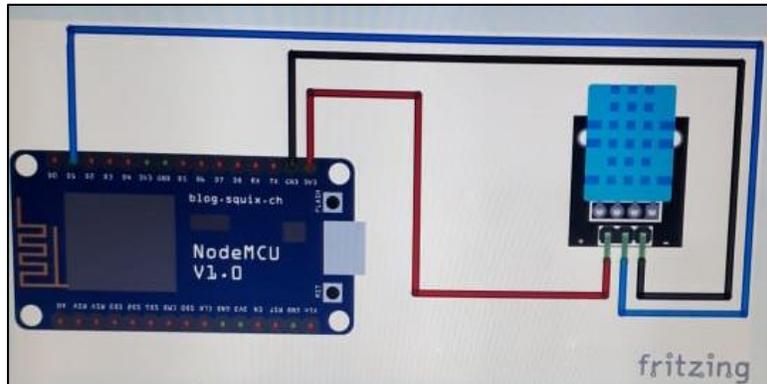


Figura 2. Proceso de adquisición y almacenamiento de la información obtenida

El software utilizado para la generación del código a implementar es el entorno de desarrollo integrado (IDE) de Arduino, que es una aplicación que puede ser ejecutada en varias plataformas o sistemas operativos, creada en lenguaje de programación java, admite lenguajes de programación que se basa en el lenguaje estándar C++.

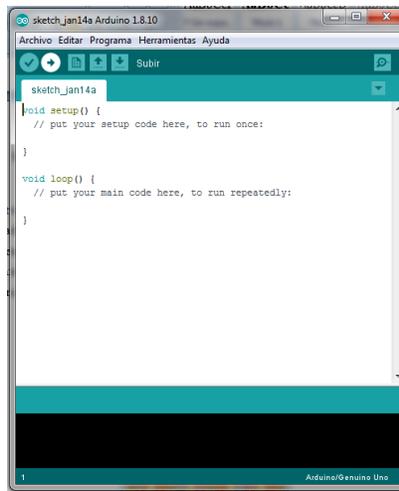


Figura 3. Interfaz del IDE de Arduino.

## Resultados

De acuerdo a la metodología planteada, una vez que se han realizados las etapas de instalación de cada software en los dispositivos se obtiene a detalle el comportamiento del sensor ky031, el mismo que se puede visualizar a través de impulsos enviados y visualizados en grafana, a través de un 1 cuando existe un impacto y un 0 cuando está estable.



Figura 4. Prototipo de la estación de monitoreo implementada

Se realizan pruebas para poder observar el comportamiento del sensor, así determinar la fuerza con la cual receipta un impacto, se implementa grafana y se visualiza el siguiente comportamiento.

Testeando con un 1 cuando hay el impacto y un 0 cuando la actividad del adulto es estable.

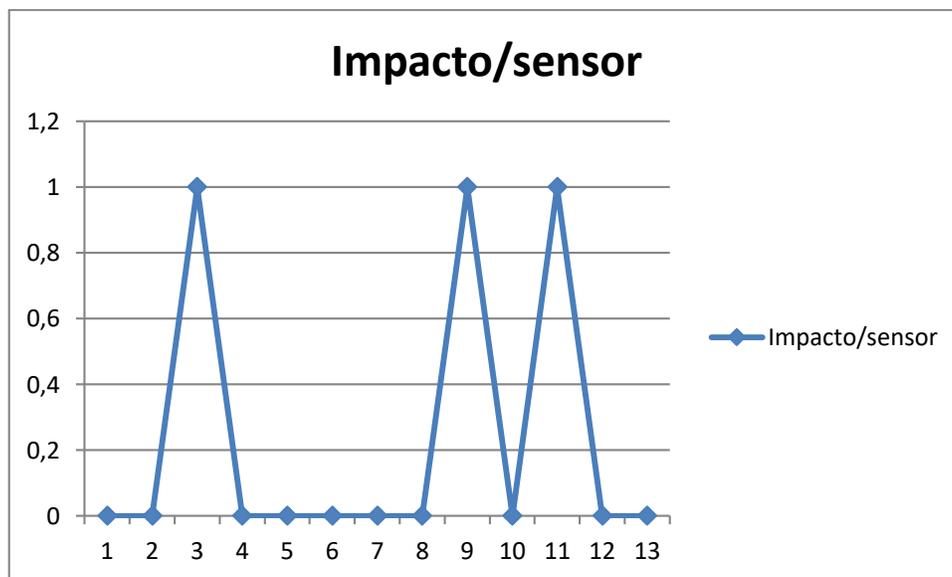


Figura 5. Testeo de resultados

Una vez que se verifica que el sensor está transmitiendo datos, de una manera adecuada, se realizan pruebas, verificando que al darse un golpe/impacto al sensor emite el mensaje al dispositivo móvil de una manera adecuada y que el cuidador puede acercarse de inmediato hasta el adulto mayor, brindarle los primeros auxilios, la atención necesaria y evitar consecuencias.

Los datos recolectados por este sensor permitirá al personal del centro, sus familias y autoridades tengan un mayor interés en el cuidado de las personas adultas mayores, que un día cuidaron de los

suyos y ahora los necesitan, para finalizar una vida digna y saludable; datos en tiempo real que dará información sobre el estado repetitivo de inestabilidad que están pasando

### **Análisis de los resultados**

Se puede indicar que la tecnología inalámbrica de comunicación nos garantiza un continuo flujo de la información entre el sensor ky031 y el servidor de almacenamiento y procesamiento

### **Conclusiones**

Se realizó el diseño e implementación del prototipo, para el monitoreo de actividades y generación de alertas de caídas, a través de sensores inalámbricos para el Centro Gerontológico del Buen Vivir Zaruma, cumpliendo el objetivo que tiene como propósito mejorar la asistencia inmediata a los adultos mayores luego de generarse una caída.

Es posible en base a los resultados obtenidos, desarrollar sistemas que permitan notificar sobre eventos ocurridos, importante recalcar que se puede lograr con dispositivos electrónicos de bajo costo.

El monitoreo de los dispositivos eléctricos ubicados sobre las personas, se ejecuta con facilidad haciendo uso de interfaces de programación como el Arduino, el cual permite el uso de sensores sea estos, impacto, temperatura, movimiento etc.; todo se puede controlar remotamente por medio de comunicación vía Internet.

Con este prototipo de monitoreo, se observó que el Internet de las cosas es algo que se está involucrado permanentemente con las personas y en un futuro se podrá controlar todo mediante aplicaciones móviles desde cualquier lugar, siendo esta una ventaja para el desarrollo de las actividades de las personas.

### **Referencias**

1. K. Pathan and H. Lee, "Security in Wireless Sensor Networks : Issues and Challenges," pp. 1043–1048, 2006.
2. MIES, Ministerio de Inclusión Económica y Social. Acuerdo-094-de-07-de-Mayo-del-2019.pdf

3. Javier, M. De Pisón, A. G. Marcos, and F. A. Elías, *Redes inalámbricas de sensores : teoría y aplicación práctica* Roberto Fernández Martínez , Joaquín Ordieres Meré , no. January. Universidad de La Rioja, 2009.
4. D. M. A. Córdoba and F. A. S. Buitrago, *TIA: Tecnología, Investigación y Academia*, vol. 1, no. 2. Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas, 2013.
5. SISCODE and SISCODE, *sensores Perú*. <http://siscode.com/>, 2015.
6. N. Wang, N. Zhang, and M. Wang, "Wireless sensors in agriculture and food industry - Recent development and future perspective," *Comput. Electron. Agric.*, vol. 50, no. 1, pp. 1–14, 2006.
7. H. S. W. A. C. Hen, N. A. C. Heng, and K. U. N. G. U. Niversity, "P HYSICAL L AYER S ECURITY IN W IRELESS N ETWORKS : A T UTORIAL," no. April, pp. 66–74, 2011.
8. C. Hsin and A. Arbor, "A Distributed Monitoring Mechanism for Wireless Sensor Networks," 2002.
9. MIES. "Centros Gerontológicos Residenciales"

## References

1. K. Pathan and H. Lee, "Security in Wireless Sensor Networks: Issues and Challenges," pp. 1043-1048, 2006.
2. MIES, Ministry of Economic and Social Inclusion. *Agreement-094-of-07-of-May-of-2019.pdf*
3. Javier, M. De Pisón, A. G. Marcos, and F. A. Elías, *Wireless sensor networks: theory and practical application* Roberto Fernández Martínez, Joaquín Ordieres Meré, no. January. University of La Rioja, 2009.
4. D. M. A. Córdoba and F. A. S. Buitrago, *TIA: Technology, Research and Academy*, vol. 1, no. 2. Francisco Jose de Caldas District University, 2013.
5. SISCODE and SISCODE, *sensors Peru*. <http://siscode.com/>, 2015.

6. N. Wang, N. Zhang, and M. Wang, "Wireless sensors in agriculture and food industry - Recent development and future perspective," *Comput. Electron. Agric.*, Vol. 50, no. 1, pp. 1–14, 2006.
7. H. S. W. A. C. Hen, N. A. C. Heng, and K. U. N. G. U. Niversity, "P HYSICAL L YEARS ECURITY IN W IRELESS N ETWORKS: A T UTORIAL," no. April, pp. 66–74, 2011.
8. C. Hsin and A. Arbor, "A Distributed Monitoring Mechanism for Wireless Sensor Networks," 2002.
9. MONTHS. "Residential Gerontological Centers"

## Referências

1. K. Pathan e H. Lee, "Segurança em redes de sensores sem fio: questões e desafios", pp. 1043-1048, 2006.
2. MIES, Ministério de Inclusão Econômica e Social. Acordo-094-de-07-de-maio-de-2019.pdf
3. Javier, M. De Pisón, A. G. Marcos e F. A. Elías, *Redes de sensores sem fio: teoria e aplicação prática* Roberto Fernández Martínez, Joaquín Ordieres Meré, n. Janeiro. Universidade de La Rioja, 2009.
4. D. M. A. Córdoba e F. A. S. Buitrago, *TIA: Technology, Research and Academy*, vol. 1, n. 2. Universidade Distrital Francisco Jose de Caldas, 2013.
5. SISCODE e SISCODE, sensores Peru. <http://siscode.com/>, 2015.
6. N. Wang, N. Zhang e M. Wang, "Sensores sem fio na agricultura e na indústria de alimentos - Desenvolvimento recente e perspectiva futura", *Comput. Electron. Agric.*, Vol. 50, n. 1, pp. 1–14, 2006.
7. H. S. W. A. C. Hen, N. A. C. Heng e K. U. N. G. U. Niversity, "PYSYS LYSICAL YEARS ECURITY EM W WRELESS N ETWORKS: A TTORIAL", no. April, pp. 66-74, 2011.
8. C. Hsin e A. Arbor, "Um mecanismo de monitoramento distribuído para redes de sensores sem fio", 2002.
9. MESES. "Centros Gerontológicos Residenciais"

©2019 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).