

Aplicación móvil para la actualización de datos catastrales de un SIG implementado en la nube

Edgardo Panchana^{1,2} , *Alex Santamaría*^{2,3} , *Miguel Botto*^{4,5} 

¹ Maestrante de Gestión Estratégica de Tecnologías de la Información, Universidad de Cuenca, Av. 12 de Abril, Cuenca, Ecuador, 01.01.168.

² Facultad de Ciencias Informáticas, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Av. Circunvalación, Manta, Ecuador.

³ ISSI-DSIC, Universidad Politécnica de Valencia, Camino de Vera, Valencia, España.

⁴ Universidad de Guayaquil, Ciudadela Universitaria Salvador Allende, Guayaquil, Ecuador.

⁵ Eindhoven University of Technology, Eindhoven, The Netherlands.

Autor de correspondencia: edgardopanchana@outlook.com

Fecha de recepción: 14 de agosto del 2017 - Fecha de aceptación: 20 de septiembre del 2017

RESUMEN

En este artículo se muestran las ventajas de aprovechar las características de hardware, y la movilidad de los smartphones o tablets, en la recolección o actualización de información en ubicaciones geográficas extensas, en donde puede o no existir cobertura de internet para la transmisión de los datos. Se presentan las experiencias de una actualización de datos de clientes para la Empresa de Agua Potable del cantón de Pedernales, provincia de Manabí, Ecuador, mediante el uso de tablets con sistema operativo Android, y basándonos en la creación y evaluación de una aplicación móvil, el conocimiento base y el uso de SCRUM como metodología de desarrollo de software. El problema que se pretendió resolver fue la lentitud en la recolección de los datos provocados por el ingreso manual en fichas catastrales impresas y su posterior digitación en un Sistema de Información Geográfica implementado en la nube. Los resultados preliminares indicaron que, cambiando el proceso de recolección de datos por el uso de un software desarrollado para dispositivos móviles, se reducían los tiempos en el levantamiento de información de la totalidad de los predios de la ciudad.

Palabras clave: Android, catastro, dispositivos móviles, sistema de información geográfica.

ABSTRACT

This article shows the advantages of joining the hardware and mobility characteristics of smartphones in the collection of information in extensive geographic locations where internet coverage may or may not exist for the transmission of data. The experiences of an update of customer data for the Water Company of the canton of Pedernales, province of Manabí, Ecuador, using tablets with Android operating system, based on the creation and evaluation of a mobile application, knowledge base and the use of SCRUM as methodology of software development, are presented. Our problem was the slowness in the collection of the data provoked by the manual entry in printed cadastral records and its subsequent digitization in a Geographic Information System implemented in the cloud. Preliminary results indicate that changing the process of data collection using software developed for mobile devices leads us to reduce the times in the information collection in the totality of houses in the city.

Keywords: Android, mobile devices, geographic information system.

1. INTRODUCCIÓN

La información ha desempeñado un papel fundamental a través de la historia y la posibilidad de compartirla, mediante la comunicación continua asombrando a la humanidad. El intercambio de información determina la conducta del ser humano, al punto que lingüistas y biólogos sostienen que el almacenaje de información por medio de diversas técnicas, como el arte, el lenguaje o las herramientas, fue la fuerza impulsora que llevó a los seres humanos a convertirse en la especie dominante del planeta (Peres & Hilbert, 2009). Ciertamente, con la información que se nos presenta diariamente decidimos sobre diversos asuntos y temas: el vestido, la comida, los objetos y, por supuesto, sobre nuestros proyectos. En todos estos casos, el objetivo es valorar las condiciones para tomar la decisión más acertada.

A fin de contar con una información veraz y oportuna, se han diseñado sistemas de información, esto es, un conjunto de componentes interrelacionados que recolectan (o recuperan), procesan, almacenan y distribuyen información para apoyar la toma de decisiones y el control de una organización (Laudon & Laudon, 2004). Los sistemas de información geográfica (SIG o GIS en inglés), en particular, son sistemas de información que almacenan, consultan, analizan y muestran datos geoespaciales (Kang-Tsung, 2017), información medular para la toma de decisiones en un gran número de actividades. Así, para los países en vías de desarrollo, el uso de un SIG permite tomar decisiones sobre su territorio o sus aspiraciones de su crecimiento, si la información presentada por estos sistemas es errónea, puede verse reflejada en acciones que puedan perjudicar a sus habitantes.

Para mitigar el error en los sistemas de información geográfica se necesita que la información esté actualizada continuamente. En Ecuador el código orgánico de organización territorial, autonomía y descentralización señala en su artículo 139 que es obligación de los gobiernos actualizar cada dos años los catastros y la valoración de la propiedad urbana y rural. De igual forma, las vías en que se actualiza esta información deben garantizar la autenticidad de los datos y mitigar en lo posible los errores en su digitación. Tradicionalmente esta actualización se ha realizado a través de documentos impresos denominados fichas catastrales, sin embargo, existen otras vías de actualización como la que presentamos en este proyecto que es el uso de dispositivos móviles combinado con la computación en la nube.

Según el Laboratorio de Tecnologías de la Información del Instituto Nacional de Estándares y Tecnologías (NIST) indica que la Computación en la Nube es un “paradigma evolucionante”, es decir, su definición, atributos y características todavía se están debatiendo por los sectores públicos y privados, pero que ciertamente continuará evolucionando en el futuro. La nube, como término, representa la combinación de varios servicios de los que destacan Plataforma como Servicio (PaaS), Infraestructura como Servicio (IaaS) y Software como Servicio (SaaS); el modelo PaaS provee todas las facilidades requeridas para soportar el ciclo de vida completo de desarrollo de aplicaciones y servicios web disponibles desde Internet; IaaS es la entrega de la infraestructura computacional (típicamente un ambiente de plataforma virtual) como un servicio, se centra alrededor de un modelo de servicio que entrega una infraestructura predefinida y estandarizada, específicamente optimizada para las aplicaciones del cliente; el SaaS es un modelo de distribución de software en el que las aplicaciones se centralizan por un proveedor de servicio y están disponibles para los clientes sobre una red, típicamente Internet. El aprovechar estas características permite la combinación con soluciones móviles que maximizan y extienden la utilidad de un sistema informático accesible y disponible en todo momento.

Los dispositivos móviles, gracias a sus características técnicas y a su capacidad de procesamiento, otorga la posibilidad de poder contar con almacenamiento de información en bases de datos, conexión a la internet, tener acceso a la ubicación geográfica a través de satélites, tomar fotografías con alta resolución y calidad. Una de las formas de integrar una aplicación móvil con un SIG implementado en un servidor es a través de los denominados servicios web. En efecto, los servicios web se han convertido en uno de los principales métodos para el desarrollo de aplicaciones informáticas (Eito-Brun, 2014), gracias a sus dos diferentes arquitecturas, Simple Object Access Protocol (SOAP) y Representation State Transfer (RESTful). Estas indican cómo se solicitan las peticiones a los servidores, cómo se devuelven los resultados y cómo se dan a conocer a través de un servidor. A

SOAP se conoce como servicios orientados a mensajes, unidad básica de comunicación, y a REST, que interactúa con recursos y estados, tiene detrás al protocolo HTTP y cuenta con operaciones get, put, update, delete, etc.

En este artículo mostramos las ventajas de aprovechar las características de movilidad de los smartphones para la recolección o actualización de información, incluso en ubicaciones geográficas extensas donde puede o no existir cobertura de Internet. Tenemos como objetivo la actualización de datos de catastrales de clientes en la zona urbana de la ciudad Pedernales, el beneficiario de esta información es la empresa de agua de la misma ciudad, que es adjunta al Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Pedernales. El proyecto cuenta con fondos no reembolsables provenientes del BDE y el plazo máximo es de cuatro meses calendario.

Según datos del BDE (Banco de Desarrollo del Ecuador, anteriormente llamado Banco del Estado) en el 2014 tan solo 99 de los 221 municipios tenían actualizada su información catastral urbana y rural. Considerando este antecedente, cabe plantear la siguiente hipótesis: ¿Como la implementación de una Aplicación Móvil que se enlaza a un SIG desplegado en la nube permite la actualización de sus datos en lapsos cortos de tiempos en las empresas públicas del Ecuador?

Pedernales es un cantón ubicado al norte de la provincia de Manabí con una superficie aproximada de 1.9 mil km². Según el Censo Poblacional y Vivienda (2010), posee una población de 55.1 mil habitantes (4% respecto a la provincia), de los cuales el 39.7% se encuentra asentada en la zona urbana y el 60.3% en la zona rural.

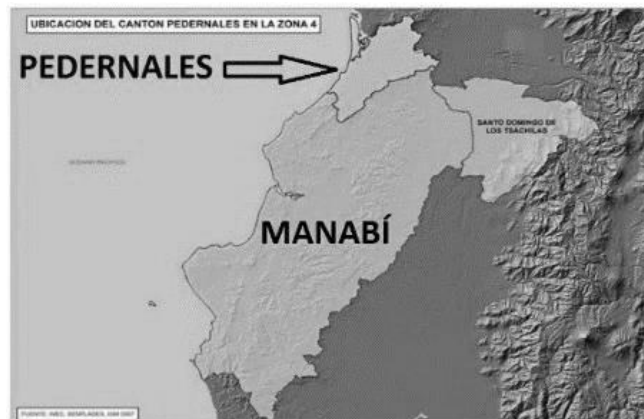


Figura 1. Ubicación del cantón Pedernales.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología Design Science for Information Systems (Peppers, Tuunanen, Rothenberger, & Chatterjee, 2007) plantea la creación y evaluación de nuevos artefactos basados en el conocimiento base y en diversas metodologías de experimentación o desarrollo de software, tal es el caso de SCRUM, usada en este proyecto.

En el GAD Pedernales, el levantamiento de información catastral y clientes se realiza mediante un documento denominado ficha catastral compuesta por los campos necesarios a descubrir o actualizar. La información de la que disponía señalaba que existían 6,326 predios catastrados municipales, pero no se encontraba actualizado su nivel de construcción. De estos predios, solamente el 5,060 poseía cobertura del servicio de agua potable, de los cuales solo 2,998 estaban legalizados, es decir, faltaban 2,062 por regularizar.

Como parte de la investigación, se procedió a la elaboración de la ficha catastral, la que debió ser aprobada por los directivos del GAD Pedernales y la empresa de agua. Los pasos para la recolección de datos con las fichas catastrales impresas en los predios urbanos, se detalla a continuación:

1. Movilización del censador al predio.
2. Ingreso manual de datos alfanuméricos en la ficha catastral impresa.
3. Fotografías del predio con cámara tradicional.
4. Georeferencia del predio con GPS Garmin modelo Oregon 450.
5. Verificación en la ficha catastral de datos, fotografías y de las georeferencias.
6. Ingreso de las fichas catastrales en el SIG a través de su interfaz web.
7. Aprobación o corrección de las fichas en el sistema.

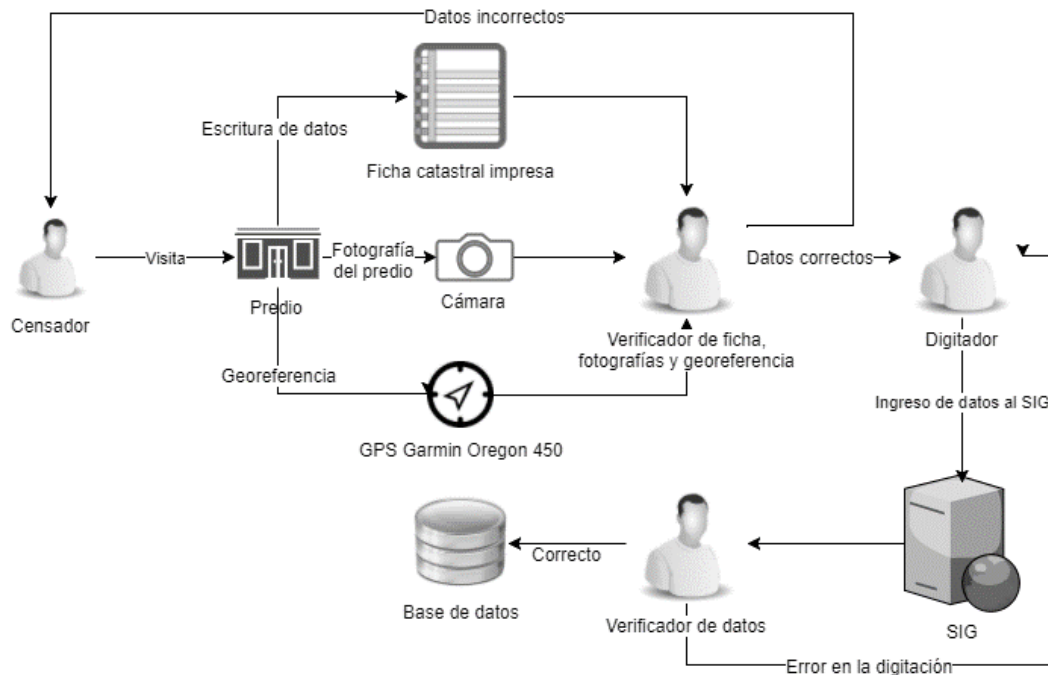


Figura 2. Proceso de recolección de datos con fichas catastrales impresas.

Las fichas impresas sirvieron para estimar el tiempo que debía tomar el ingreso de la totalidad de los datos de 100% de los predios urbanos de la ciudad. Así se conoció que el proceso era muy lento y que demandaba de muchas personas en el equipo de trabajo. Como el tiempo superaba lo esperado se desarrolló una aplicación móvil Android API 16 con lenguaje de programación Java, IDE Android Studio y se implementó en tablets Samsung Galaxy Tab 3 T210, con sistema operativo Android, 8Gb de almacenamiento externo, cámara de 5mp, GPS y 1024 Mb de plan de datos móviles. Por otra parte, se desarrolló el servicio web REST con tecnologías ASP MVC 4, IDE Visual Studio 2015 y se implementó en el servidor virtual de Microsoft Azure donde funcionaba el SIG, que tenía el sistema operativo Windows Server 2012 con 2Gb de RAM y 100 Gb de almacenamiento.

Tomando en cuenta el corto tiempo para la finalización del plazo, se utilizó para el desarrollo de las aplicaciones la metodología SCRUM combinada con eXtreme Programming. Para ello, se lideró un equipo de desarrollo de cuatro personas; las pruebas y la implementación se las realizó utilizando las ventajas de infraestructura como servicio y software como servicio que ofrece Microsoft Azure. El software como servicio y la orientación 2.0, con independencia del dominio, constituyen la realidad tecnológica de las instituciones (García Holgado, 2013).

Con la aplicación móvil y el servicio web terminados, se sugiere un cambio en el proceso de recolección de datos con los siguientes pasos:

1. Movilización al predio.
2. Recolección de datos alfanuméricos, de geo-posicionamiento y fotografía del predio a través del dispositivo móvil.
3. Si la Tablet estaba ubicada en un área fuera de cobertura de la red de internet, los datos se almacenaban localmente en una base de datos SQLite en el dispositivo; si la Tablet tenía

acceso a internet entonces los datos se enviaban al SIG en la nube o se sincronizaban los datos pendientes de envío por falta de internet.

4. Verificación *on line* de los datos que se reciben en el sistema de información geográfico a través de un computador que cuente con un browser (navegador). Aprobados los datos, se da como finalizado el proceso, caso contrario se enviaban los datos a la tablet para su corrección.

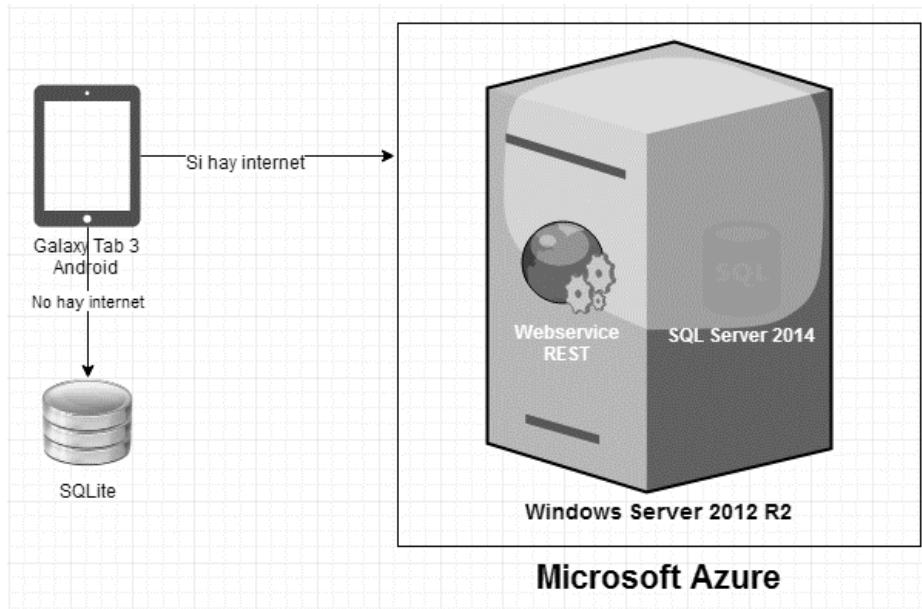


Figura 3. Arquitectura de la aplicación móvil y su integración con el SIG.

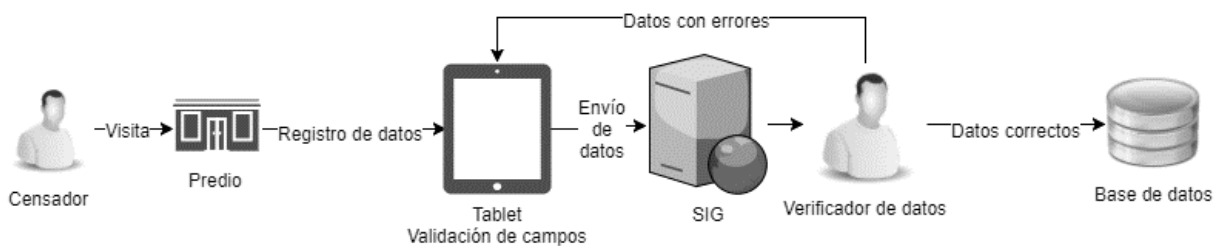


Figura 4. Sistema de Información Geográfica.

El tiempo empleado en la tarea es considerablemente más corto del esperado, por lo que se decide que la mejor vía de recolección es utilizando los dispositivos móviles. Un mes después ya se pueden observar indicadores como son: clientes residenciales, clientes con medidor, entre otros.

3. RESULTADOS

Con la ficha catastral se procedió a realizar una simulación con papeles durante siete días con la finalidad de calcular un tiempo estimado de finalización. Se conformó un equipo de cinco personas, de las cuales: una persona recolectaba los datos alfanuméricos, otra persona tomaba fotografías y georeferencias, una tercera persona verificaba los datos escritos en la ficha en busca de posibles errores; al final de la jornada diaria, una cuarta persona se encarga de ingresar en el sistema de información de los datos recolectados por el equipo y una persona verificaba la información del sistema. La simulación dio como resultado un promedio de *veinte y cuatro registros* ingresados en la base de datos por un equipo en un día. Se calculaba, entonces, un tiempo estimado de *siete meses* para la finalización de la recolección de la totalidad de los datos.



Figura 5. Equipo de trabajo conformado con personal de la empresa de agua y los censadores.

Posterior a esto se realiza otra simulación de siete días con los dispositivos móviles y se conforma un equipo de cinco personas, de las cuales: cuatro personas, con una Tablet cada una, recolectaron datos alfanuméricos, fotografías y georeferencia del predio y una persona verificaba los datos recibidos en el sistema de información geográfica. El resultado fue un promedio de 55 registros ingresados en la base de datos por un equipo al día. Se calculó que el tiempo estimado para finalizar la recolección de la totalidad de datos sería de tres meses.

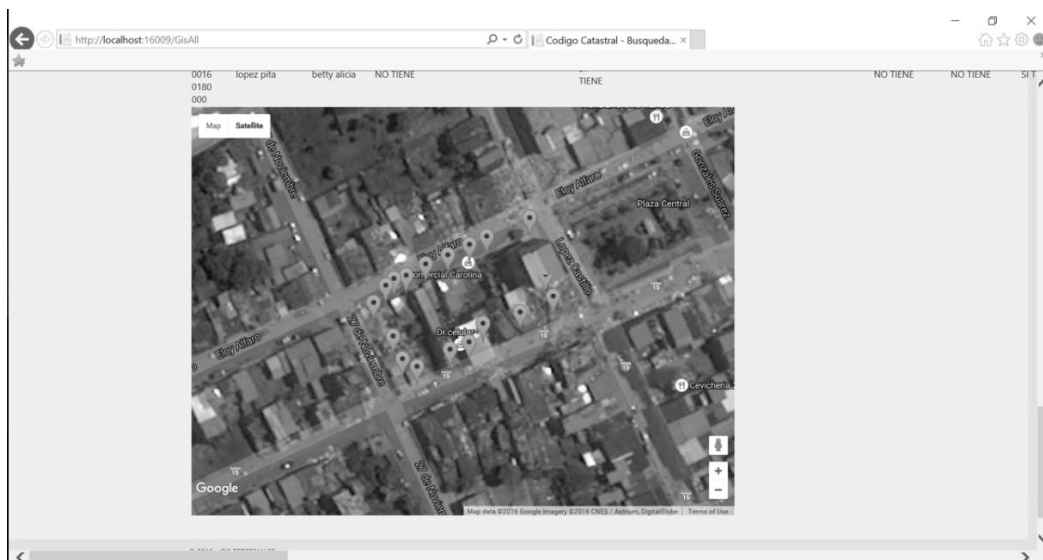


Figura 6. Predios de Pedernales georeferenciados en una manzana mostrados sobre el mapa.

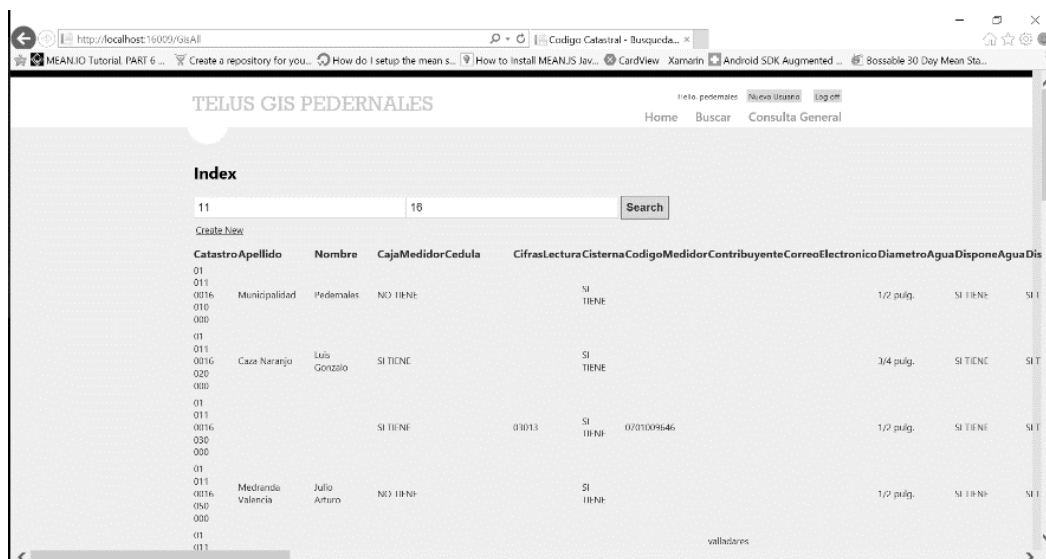


Figura 7. Datos presentados a través del GIS que fueron ingresados a través del dispositivo móvil.

Posteriormente, 107 días después, con un equipo de cinco personas se obtuvo como resultado 5,988 registros en la base de datos pertenecientes cada uno a un predio de la zona urbana de cantón Pedernales, en un lapso de tiempo comprendido entre el 1 de septiembre de 2014 y el 16 de diciembre del mismo año.

Se pueden obtener resultados de indicadores entre otros los siguientes:

Tabla 1. Indicadores poslevantamiento de información.

Indicador	Resultado
Pedios con servicio de agua potable	2,925
Clientes con medidor	2,081
Clientes no residenciales (comercial)	1,078
Uso de agua (comercial según observación de censador)	1,513
Clientes potenciales de agua	2,842

Con datos veraces sobre la realidad de la ciudad de Pedernales, la empresa de agua puede tomar decisiones correctas, por ejemplo: la verificación de las cuentas registradas en su sistema comercial con respecto a la información actualizada, la adquisición de un número exacto de medidores para la regulación de predios con conexiones de agua directa y que carecen de medición, la notificación o sanción a aquellos predios que tienen tarifa doméstica, pero que dan uso del agua potable con fines comerciales, fomentar campañas de conexión a la red de agua potable a predios claramente identificados, adquirir medidores para reparación o cambio, conocer la cantidad de predios por sectores hidráulicos, entre otros. Cualquiera de estas acciones favorecerá la calidad de sus servicios, mejorará la calidad de vida de sus clientes. No hay que olvidar que, entre los objetivos estratégicos del Gobierno Nacional del Ecuador, la dotación de servicios básicos representa la más fundamental y digna forma de proyectar el bienestar.

4. CONCLUSIONES

Las herramientas de desarrollo de sistemas actuales permiten crear soluciones de software rápidamente, que se integran a distintos servicios o plataformas, es decir, permiten la interacción de distintas tecnologías como si se tratase de una sola, esto conlleva a la innovación con base tecnológica que da la pauta para que las personas sirvan a otras personas con decisiones acertadas y que las instituciones brinden decisiones acertadas a sus clientes. Para el caso presentado en este artículo se consiguió disminuir el tiempo de la recolección de datos, donde en 107 días se logró culminar la totalidad de los predios, otros beneficios fueron palpados durante la ejecución del proyecto, como, por ejemplo, el tiempo de contratación del personal de 7 a 3 meses, la no necesidad de contratar personal gracias a que las actividades eran pocas, el aprovechamiento de una herramienta para dispositivos móviles que permite la actualización de datos catastrales en cualquier momento, entre otras. Por ello, resulta justificado proponer la innovación de plataformas tecnológicas que integren el uso de herramientas móviles para la recolección de grandes volúmenes de datos en campo y en instancias cortas de tiempo, porque se aprovecha la movilidad y sus características de hardware en un solo dispositivo.

REFERENCIAS

- Eíto-Brun, R. (2014). *Gestión de contenidos : procesos y tecnologías para gestionar activos de información*. Barcelona, España: Editorial UOC.
- Kang-Tsung, C. (2017). *Geographic Information System. International Encyclopedia of Geography: People, the Earth, Environment and Technology*. Oxford, UK: John Wiley & Sons, Ltd.

<https://doi.org/10.1002/9781118786352.wbieg0152>

Laudon, K. C., Laudon, J. P. (2004). *Sistemas de información gerencial: administración de la empresa digital*. México D.F., México: Pearson Educación, 643 p.

Peffers, K. E. N., Tuunanen, T., Rothenberger, M. A., Chatterjee, S. (2007). A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. *Journal of Management Information Systems*, 24(3), 45-77. <https://doi.org/10.2307/40398896>

Peres, W., Hilbert, M. R. (2009). *La sociedad de la información en América Latina y el Caribe : desarrollo de las tecnologías y tecnologías para el desarrollo*. Naciones Unidas, CEPAL. Documento abreviado disponible en https://www.cepal.org/socinfo/noticias/noticias/1/32291/2007-1081-TICs-Sociedad_informacion-FINAL.pdf