



Tipo de artículo: Artículos originales
Temática: Desarrollo de aplicaciones informáticas
Recibido: 15/05/2022 | Aceptado: 10/07/2022 | Publicado: 30/09/2022

Identificadores persistentes:
ARK: [ark:/42411/s9/a55](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:org:ark:/42411/s9/a55)
PURL: [42411/s9/a55](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:org:ark:/42411/s9/a55)

Gestión de información de lecturas del consumo de agua potable mediante una aplicación móvil

Management of drinking water consumption reading information via mobile application

Angel Geovanny Rochina Chisag ¹[\[0000-0002-1570-9624\]*, Edwin Wilfrido Guashpa Pasto ²\[\\[0000-0002-6030-3359\\]\]\(https://orcid.org/0000-0002-6030-3359\), Jesus Antonio Coloma Garofalo ³\[\\[0000-0003-1827-3296\\]\]\(https://orcid.org/0000-0003-1827-3296\)](https://orcid.org/0000-0002-1570-9624)

¹ Ministerio de Educación del Ecuador. rochitheonly@gmail.com

² Investigador Independiente. ewguashpa@gmail.com

³ Universidad Estatal de Bolívar. jcantinio24@gmail.com

* Autor para correspondencia: rochitheonly@gmail.com

Resumen

El artículo evidencia la implementación de una aplicación móvil para la gestión de información sobre el consumo del líquido vital en los hogares que conforman la junta administradora de agua potable de la parroquia Santa Fe, tal sistema informático permite mejorar los servicios en la recolección, registros, actualización de datos sobre el consumo de agua y los cobros mensuales, visualiza la ubicación geográfica de los medidores en un mapa y sincroniza la información de los usuarios en tiempo real. El estudio realizado es una investigación empírica de tipo descriptivo – aplicativo con una modalidad cuantitativa, para la gestión del proyecto y desarrollo del software se empleó la metodología ágil Scrum que permitió ejecutar las tareas de manera eficaz conjuntamente con la participación activa del cliente. Los resultados preliminares revelan que se optimizó los procesos en el transporte de la información desde la lectura de medidores que realiza el empleado de la empresa hasta su facturación (entrega de recibo al consumidor) reduciendo los tiempos de respuestas, por lo que anteriormente lo realizaban a través de fichas impresas y cuaderno de apunte para su posterior digitación e impresión. En otros proyectos similares también manifiestan que el desarrollo y utilización de las herramientas tecnológicas para el cobro de las planillas del agua incrementa los beneficios y eficiencia tanto a los administradores y clientes de una junta administradora de una localidad cantonal o regional.

Palabras clave: Aplicación Móvil; Agua Potable; Dispositivos Móviles; Software; Gestión de información.

Abstract

The article evidences the implementation of a mobile application to manage information on the consumption of vital liquids in the homes that make up the administrative board of drinking water of the Santa Fe parish. Such a computer system allows for improving collection services and records, updating water consumption and monthly charges data, viewing the geographical location of the meters on a map, and synchronizing user information in real time. The study is an empirical investigation of a descriptive type - application with a quantitative modality. For project management and software development, the agile Scrum methodology was used, which allowed the tasks to be executed effectively together with the client's active participation. The preliminary results reveal that the processes in the transport of the information were optimized from the meter reading carried out by the company employee to its billing (delivery of receipt to the consumer), reducing response times, for which previously they were carried out by through printed cards and notebook for later typing and printing. In other similar projects, they also state that the development and use of technological tools for collecting water bills increase the benefits and efficiency for administrators and clients of an administrative board of a cantonal or regional locality.

Keywords: *Drinking water; Information Management; Mobile app; Mobile devices; Software.*

Introducción

Durante las últimas décadas hemos presenciado la evolución de las tecnologías de información y comunicación (TIC), la tecnología de teléfono móvil, y junto a ello, la tecnología Wireless Application Protocol (WAP), esto ha permitido agrupar una serie de protocolos y estándares para poder transmitir la información, WAP une dos elementos imprescindibles como es el internet y la comunicación inalámbrica, con la cual es posible tener acceso a la información o servicios de la web desde un terminal móvil (teléfono celular) inalámbrico [1]; la primera generación (1G) de las tecnologías de teléfono móvil y conexiones inalámbricas cumplían funciones básicas y elementales comparada con la con la actual 5G (quinta generación) que son multiprocesos y multitareas [2].

Los teléfonos móviles son los más utilizados en la actualidad por ser considerados como pequeños ordenadores que tienen grandes capacidades de almacenamiento y procesamiento gracias a la combinación de sus componentes (cámaras, gps, sensores, pantallas, etc.), son de distintos tamaños y pesos, y ofrecen una diversidad de aplicaciones móviles (APP) y no paran de crecer en su entorno cada día con mejores servicios [3]; las APP facilitan la gestión de información a los usuarios, ejecutan tareas determinadas y concretas ayudando a optimizar el tiempo de trabajo, las primeras aplicaciones fueron básicas como agenda, calculadora, contactos, mensajería, entre otras, con el pasar de los años han optado por los videojuegos, multimedia, redes sociales, actividades financieras, administrativas, entre otras [4], tales aplicaciones

informáticas son desarrollados para diferentes sistemas operativo como Android, iOS, Firefox OS, Ubuntu Touch, etc.; y una de las ventajas de utilizar un dispositivo móvil es la portabilidad, autonomía, acceso a internet e integración de funciones, siendo hoy una herramienta comunicativa de primer nivel [5].

Al mismo tiempo, también han revolucionado y cambiado los modelos de negocios, las formas de difundir la información, maneras de relacionarse entre personas, e incluso las modalidades de trabajo, provocando una migración hacia la tendencia de plataformas y medios digitales (radio/tv online, periódicos electrónicos, e-commerce, m-commerce, etc.) [6], cada día los cibernautas visitan páginas web mediante las aplicaciones móviles (APP) desde un teléfono móvil inteligente, haciendo que las APP lleguen a constituir un ecosistema propio con gran capacidad de comunicación sobre los contenidos digitales [7]; la era post-PC está dominado por el uso de un smartphone (teléfono inteligente) o Tablet que se ha convertido como una tecnología transcendental de comunicación, información y convergencia entre los individuos [8].

Las aplicaciones informáticas son ejecutadas en un teléfono inteligente, las APP no son de iguales características ni son del mismo tipo, cada uno tiene sus ventajas y desventajas, actualmente tenemos tres tipos que se conocen como: (1) Nativa que es específico para un único sistema operativo, (2) Web que se pueden ejecutar en diferentes dispositivos sin tener que crear varias aplicaciones, (3) Híbrida que es una combinación de las dos anteriores mencionadas [9], estas aplicaciones como pueden ser online/offline. Cada día se va diversificando para sectores como educación, turismo, transporte, industrias, etc.

El acceso a las nuevas tecnologías y el internet en los hogares cada día crece, y juegan un papel sustancial con el usuario, muchos con mayores influencias positivas y otros con influencias negativas, existe una brecha significativa entre las zonas rurales y urbanas por la facilidad de instalar la infraestructura [10]. Según los informes de [11], [12] destacan que en Ecuador más de 13.8 millones de usuarios de internet en promedio 92% han tenido una audiencia en las diferentes plataformas digitales y sociales vía dispositivos móviles, y se ha multiplicado la cantidad de usuarios que realizan transacciones online, del 2% al 10%, demostrando el potencial de mercado y oportunidad en la web.

Las empresas actualizan procesos con automatizaciones para ampliar la producción y bajos sus costos de operación y de a poco van dejando de utilizar los sistemas tradicionales, lo que con lleva a la búsqueda de nuevas tecnologías emergentes más adecuados [13], por ello los dispositivos móviles son una innovación para procesos más rápidos y servicios de calidad, y de apoco las personas van aceptando el uso de la tecnología móvil para el pago de los servicios básicos [14] como energía eléctrica, agua, teléfono.

El agua es vital para la supervivencia de los seres humanos, la cual es un elemento importante para el desarrollo de la vida [15], la fisiología del agua es transcendental para todas formas de subsistencia por tal razón los países en el mundo

dan un tratamiento especial al agua [16] mediante una planta potabilizadora (agua potable) antes de ser consumida y evitar enfermedades que pueden causar las bacterias, virus, sustancias, microorganismo que están en el líquido vital para ello se aplica múltiples estrategias, buenas prácticas apoyadas en la experiencia para mejorar la calidad [17].

Las Juntas Administradoras de agua potable (JAAP) son organizaciones barriales, comunitarias, parroquiales, cantonales y/o empresas sin fines de lucro encargadas de controlar las plantas potabilizadoras, para su subsistencia requieren de capital social, y para el mantenimiento de la infraestructura en muchos casos aplican prácticas de solidaridad (minga) y truques entre los usuarios, esto les permite enfrentar problemas socioeconómicas y demográficos [18]; es necesario la instalación de medidores (dispositivo o artefacto) para registrar con precisión la cantidad del líquido (agua) y evitar el mal uso (derroche) en cada uno de los hogares, además esto ayuda a tener una mayor seguridad, control y equilibrio del consumo de agua [19]; los administradores de la JAAP junto a los usuarios también tienen la tarea de proteger, recuperar y conservar las fuentes de agua y del manejo de los páramos.

La Junta de agua potable de la parroquia Santa Fe utiliza un proceso manual para la recolección de datos de consumo del agua y su facturación, son anotados en hojas pres impresos o cuadernos apuntes que en muchas ocasiones son llenados erróneamente en casos subiendo o bajando la cantidad de agua consumida, los comprobantes de la facturas y listado de los socios se encuentran desorganizada y desactualizada en los folders y existe una demora en su búsqueda por la no disponibilidad inmediata de los datos, y corren el riesgo de desaparecer por algún desastre natural [20] como lluvias, terremotos, incendios o falla humana, un operador (persona encargada de ir de casa en casa) nuevo al ingresar a laborar desconoce las rutas y su ubicación geográfica por lo que lleva mucho tiempo en encontrar al usuario lo cual ha provocado descontento e inconformidad por el servicio, los procesos en la búsqueda y visualización de datos son repetitivos cada mes por su acumulación de archivos físicos y en el programa Excel siendo una mezcla en su almacenamiento, lo cual ha llevado a descuadres financieros, inexistencia general o individual de reportes, demoras en las recaudaciones o con valores económicos altos por los registros erróneos de las lecturas y por ende quejas continuas parte de los contribuyentes de la JAAP.

Con el proyecto se pretende mejorar los procesos de registro de los usuarios, tomas de lecturas, generación de planillas, su almacenamiento, evitar duplicidad en el registro y la elaboración de informes en la JAAP haciendo el uso de las herramientas tecnológicas en este caso una aplicación móvil, con el cual se reducirá los tiempos de respuestas, sincronización en tiempo real de datos, con una mejor gestión de la información y dar un ágil y eficiente atención a los clientes e incluso se podrá utilizar sin la necesidad de conexión a internet, el sistema será desarrollado acorde a los requerimientos de los socios y aplicara el plan de pruebas (modelo V) para garantizar la calidad [21] y para facilitar una mejor experiencia del usuario en la navegación.

Los beneficiarios directos serán los administradores y los beneficiarios indirectos todos los usuarios de la junta de agua potable de la Parroquia Santa Fe perteneciente al cantón Guaranda provincia Bolívar, con la investigación se podrán elevar el nivel en la calidad del servicio a los usuarios, así, como también evitar la pérdida de información.

Materiales y métodos

Para la implementación del proyecto se acudió a la metodología de investigación específicamente con el tipo de investigación descriptiva que ayudó a describir la problemática que se encuentra atravesando la junta administradora de agua potable (JAAP) [22], además de realizar un estudio libre de cada característica registrada, de forma acentuada, por lo que fue posible de una u otra forma incorporar las estimaciones de al menos dos cualidades cuantitativos y cualitativos para su análisis, con la exploración de campo nos consintió recolectar información de las diferentes actividades con el fin de examinar sobre las fallas e inconvenientes que posee la empresa, las cuales se aplican de manera práctica y directa al equipo administrativo de la JAAP. Y se complementó con la revisión bibliográfica en libros, revistas, periódicos, blogs y artículos publicados en sitios web, para compilar la información relevante al tema de estudio y sustentar dentro del marco referencial, conceptual y en partes que se toma para justificar las teorías del trabajo desarrollado.

En la selección de los datos de la exploración para levantar información de manera inmediata se aplicó las Técnicas e Instrumentos [23] como: *la entrevista* que se ejecutó de manera oral y verbal a los directivos de la JAAP involucrados en el desarrollo del proyecto, se usó *la encuesta* que fue un cuestionario previamente diseñado para obtener los requerimientos a ser tratados en la aplicación móvil y finalmente *la observación directa* el mismo que nos hizo comprender el flujo de información, las fallas, e inconsistencias del proceso manual que lleva en la junta administradora. El *Universo y Muestra* [24] de la junta de agua potable de la Parroquia Santa Fe, laboran 6 personas que conforman la directiva como son el presidente/a, vicepresidente/a, secretario/a, tesorero/a, dos vocales, y una persona (empleados) quien se encargan de la recolección de lecturas de los medidores para conocer el consumo mensual de cada usuario. Por tanto, en el proyecto de investigación por ser una empresa pequeña se consideró a las 7 personas para realizar las encuestas y/o entrevistas. Para el procesamiento de información como la recopilación y tabulación de datos, diseño de tablas y gráficos con el análisis se tomó de los resultados obtenidos de las técnicas e instrumentos aplicados.

Una vez realizado el estudio y obtener los requisitos para el desarrollo del software, y manejar de una manera eficaz la gestión del proyecto en la JAAP, se asignó un rol (scrum master, Developers, producto owner) a cada miembro del

equipo como lo manifiesta la Metodología Scrum [25] como se muestra en la figura 1, y ejecuto cada etapa 1. User stories, 2. Producto backlog, 3. Sprint backlog, 4. Sprint (weeks), 5. Increment, 6. Feedback como lo indica la scrum-ágil, el mismo que fue flexible en el todo el proceso de desarrollo de software, por tal razón nuestra elección.

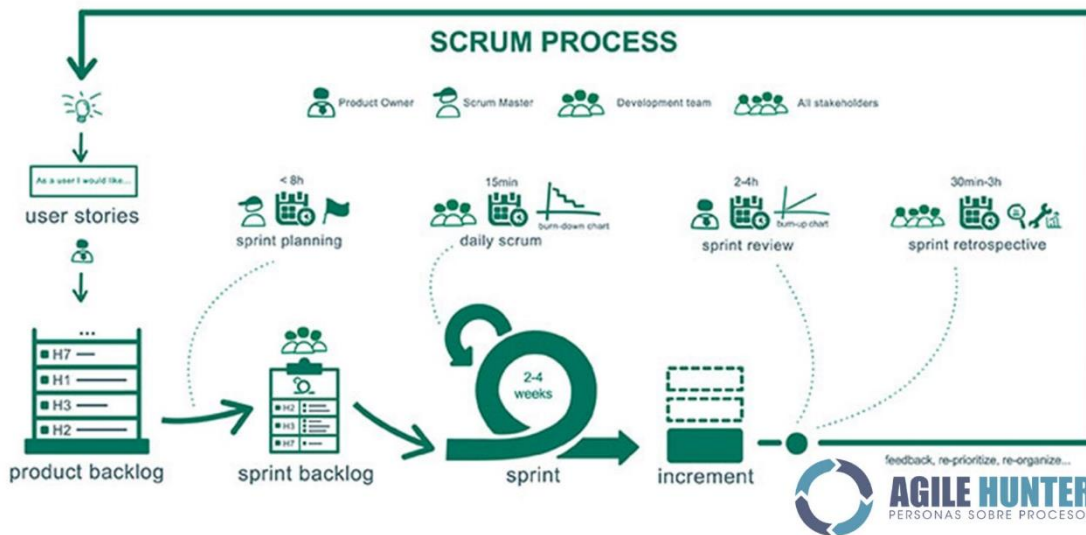


Figura 1. Procesos de la metodología scrum. Agile Hunter. (2021). Recuperado de: <https://agilehunter.com/que-es-scrum/>

Con la metodología Scrum se logró tener un desarrollo de aplicaciones móviles [26] muy rápidos mediante ciclos de desarrollos, que fue una gran ventaja por ser un equipo muy pequeño (de no más de diez desarrolladores) y se trabajó en un mismo espacio físico. Este método, permito conseguir productos totalmente funcionales en menos de diez semanas. En cada fase (excepto la inicial) siempre se planteó un día de planificación y otro de entrega, y el producto se entregaba una versión prueba del software y se repitan iterativamente las sub fases para mayor calidad y asegurar el funcionamiento correctamente, con el fin de entregar una versión estable y plenamente funcional del sistema según los requisitos del cliente.

En los roles, el *Product Owner* representaba al cliente y a los implicados en el proyecto de manera directa, determinando los objetivos y los propósitos para garantizar la funcionalidad del equipo trabajo; el *Scrum Master* aseguro que el resto del equipo no tenga ninguna dificultad para cumplir con sus tareas y funciones; Developers desarrollo y entrego el producto final. En los procesos, el *Product Backlog* priorizo un conjunto de requisitos (historias) de acuerdo a las necesidades; el *Sprint Backlog* en inicio a desarrollar la lista de historias; en el *Sprint* iba mostrando y verificando junto al equipo de trabajo el avance de la aplicación; en el *increment* se completaban las actividades con las sugerencias indicadas.

Resultados y discusión

De acuerdo a los objetivos planificados en el proyecto, se obtuvieron los siguientes resultados antes del desarrollo de la aplicación móvil para la administración del sistema en la Junta Administrativa de Agua Potable, en la cual participaron 6 personas (administrativo) y una persona encargada de recolectar las lecturas, observar la tabla 1 para mayor detalle.

Tabla 1. Recolección y almacenamiento de los datos de lecturas de los usuarios.

OPCIÓN	FRECUENCIA	%
Cuadernos de apuntes	1	33,3
Hojas de Excel	1	33,3
Otros (Fotos, etc.)	1	33,3

Según el estudio realizado como se muestra en la tabla 2, la persona encargada de recabar la información mensual de los medidores de agua lo realiza mediante un cuaderno de apuntes o con fotografías para luego transcribir a las hojas de Excel y quedar almacenadas para su posterior facturación y cobro por el consumo.

Tabla 2. Fallos que poseen en la gestión de información.

OPCIÓN	FRECUENCIA	%
Error de anotación	3	42,8
Pérdida de lecturas	2	28,6
Demora en buscar socios	2	28,6

Nos deja en evidencia que el proceso manual que realizan en la Junta presenta algunos inconvenientes resaltando los más relevantes como la demora en buscar los datos de un socio para verificar y facturar del consumo de agua, en otras ocasiones han redactado mal la información lo que provoca malestar con el usuario y por último por el cambio del personal se han llevado o no han entregado los informes haciendo que se desaparezca los datos de las lecturas del listado general, de acuerdo a los resultados obtenidos como de modela en la tabla 3es necesario implementar un sistema informático.

Tabla 3. Disponer de una aplicación móvil para mejorar el flujo de datos.

OPCIÓN	FRECUENCIA	%
--------	------------	---

SI	6	85.7
NO	1	14.3

Se puede deducir que la mayor parte del personal desea que exista un software informático en la Junta para de recolección de lecturas del consumo de agua de los usuarios y así mejorar los procesos tiempos de respuestas en la verificación de clientes, facturas mensuales cancelados, su ubicación geográfica, y brindar un servicio más adecuado y rápido a los socios. En el Diagrama de flujo de la figura 2. se visualiza el proceso manual de la información del consumo de agua que gestiona los administradores de la junta.

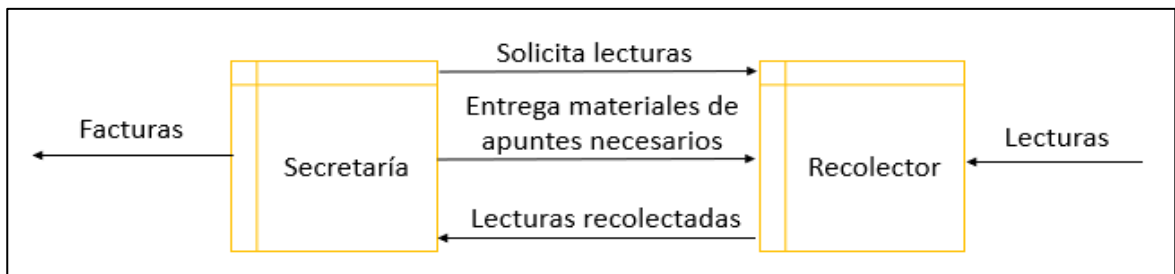


Figura 2. Flujo de datos de lecturas de medidores de los socios.

Diseño y Arquitectura de la Aplicación Móvil

El uso constante de celular hace más fácil realizar cualquier tipo de actividad con mayor comodidad, por lo consiguiente se encuentra en un auge de desarrollo de sistemas orientadas a aplicaciones móviles que reemplazan a los sistemas de escritorio. Conforme a lo acordado, el equipo de trabajo está en plena condiciones de llevar a cabo el desarrollo de la aplicación móvil planeada por la junta de agua potable de la parroquia Santa Fe y poder dar solución a cualquier tipo de inconveniente que se puede presentar, en la tabla 4 describimos las actividades de cada tipo de usuario.

Tabla 4. Características de los usuarios para la aplicación móvil.

USUARIO	FUNCIÓN
OPERADOR	Es el encargado de tomar las lecturas de consumo, visualizar el listado de los socios, registrar y ver la ubicación de medidores, registrar los datos del consumo mensual del agua y generar reportes de lecturas.
SECRETARIA	Encargado de visualizar el listado de socios, ver ubicación de los medidores de los socios, generar reportes de lecturas.

Para el diseño de la navegación se ha centrado en una navegación lineal dando todas las facilidades al usuario de mantener una aplicación fácil de navegar, el inicio de sesión es para todos los usuarios en la cual deben ingresar un

usuario y una contraseña asignado por el administrador del sistema. La navegación de interfaz para el operador y para la secretaria se muestra a continuación en la figura 3 y 4, cada uno de ellos con asignación específica de funciones:

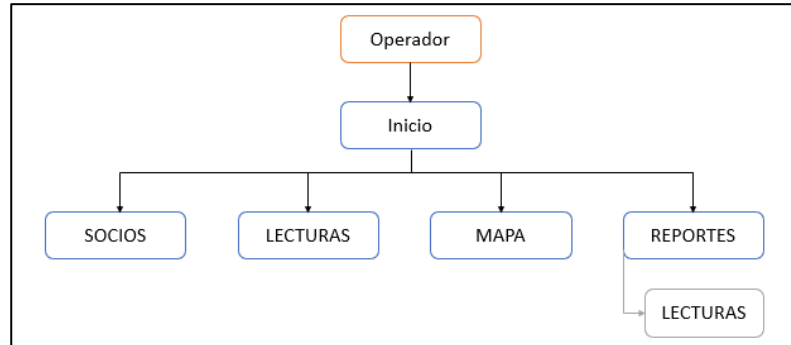


Figura 3. Navegación de interfaz para el Operador.

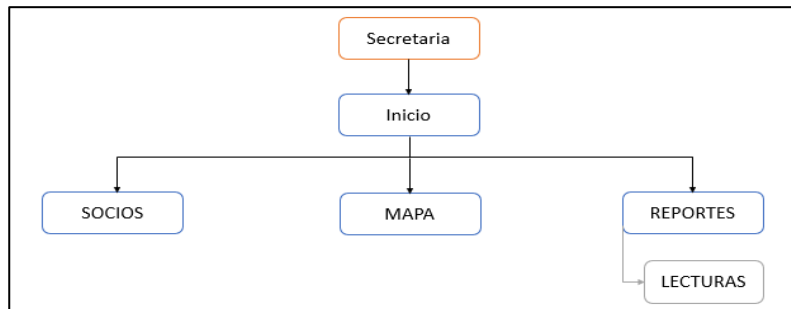


Figura 4. Navegación de interfaz para secretaria.

La aplicación UPIANA YAKU APP es de contenido dinámico con conexión a una base de datos (MySQL) alojado en un servidor, se utilizó el patrón de diseño modelo vista controlador (MVC):

Modelo. - Accede a la capa de almacenamiento de datos que maneja el sistema, su lógica de negocio y sus mecanismos de persistencia. Gestiona el acceso a dicha información en base a los privilegios de cada usuario.

Vista. - También conocida como Interfaz de Usuario, que presenta la información para su debida interacción.

Controlador. - Actúa como intermediario entre el Modelo y Vista, gestionando el flujo de información entre ellos y las transformaciones para adaptar los datos a las necesidades de cada uno.

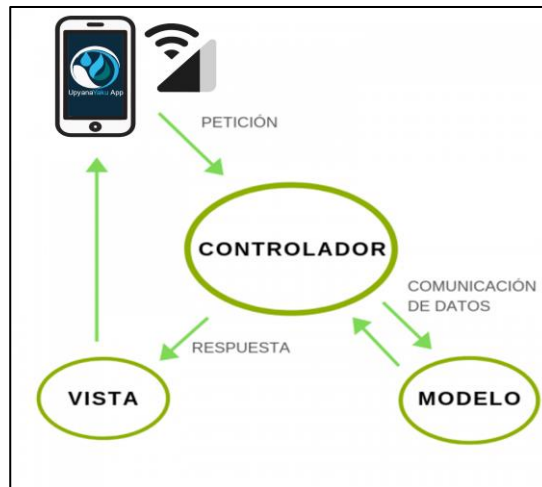


Figura 5. Patrón de diseño de la aplicación móvil.

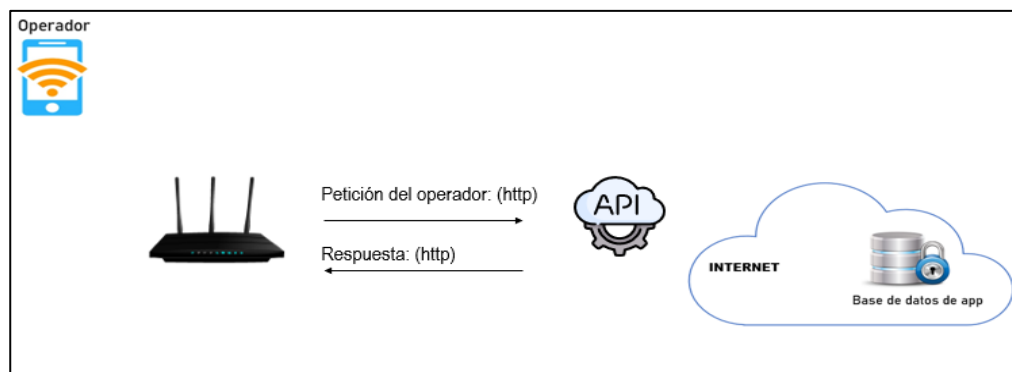


Figura 6. Arquitectura de la aplicación móvil.

Desarrollo de la Aplicación móvil

Para el desarrollo se utilizó las herramientas tecnológicas como una Computadora portátil, un teléfono móvil de la marca Samsung Galaxy J1 (LTE DUOS), el Software Visual Studio Code, Editor de código Sublime text 3 y el programa Día (para modelar diagramas); para el hosting PHP 7.1, MySQL 8.1 y Apache 2.5.

La aplicación Upiana Yaku App (Agua Potable Santa Fe) se ha centrado en el usuario, diseñando una aplicación enfocada en la interacción hombre – Celular, y se muestra un prototipo funcional probado en Android 10.0, en la Ventana de Splash Screen se visualiza la primera pantalla visible para el usuario cuando se inicia la aplicación. La pantalla de bienvenida es una de las pantallas más vitales de la aplicación, ya que es la primera experiencia del usuario con la App móvil.

Una vez desarrollado el sistema la primera ventana se muestra como indica la figura 7, que es la principal para que los usuarios encargados de la recolección de la toma de las lecturas del sistema de agua potable accedan a la misma con su nombre de usuario y contraseña, en el sistema se podrán visualizar los socios, rutas, medidores, ubicación y opción de ayuda (manual de navegación) para la recolección de información.

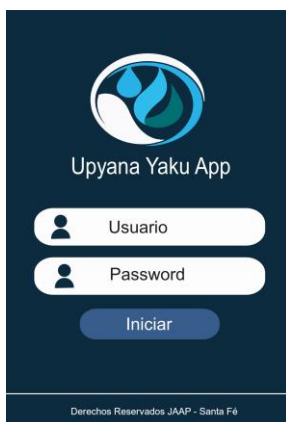


Figura 7. Ventana grafica de autenticación del usuario.

Posterior al ingreso a la aplicación se muestra la siguiente ventana que es la de menú principal, se muestra las diferentes opciones como detalla la figura 8, que tendrá el usuario para que pueda ingresar y cumplir con las funciones asignadas de tal manera que se le facilitara hacer su trabajo mediante la aplicación móvil que fue diseñada.

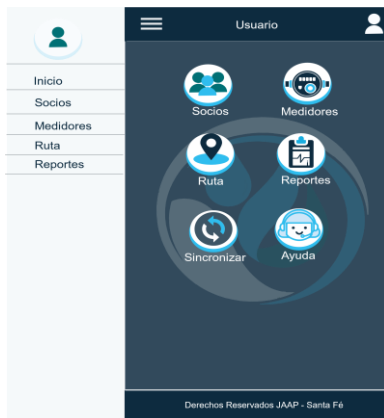


Figura 8. Ventana grafica del menú principal.

En la figura 9, se muestra la distribución de los sub menús como: **Socios** el usuario podrá ingresar, actualizar y verificar la información existente de todos los clientes en el sistema; en el sub menú **Medidores** se realizará el nuevo ingreso, actualización y verificación de los datos del medidor de cada socio; en el sub menú **Ruta** se observa sobre un mapa la

ubicación de cada medidor de agua registrado e indica que medidores también faltan por registrar las lecturas, así como la ruta a seguir en caso de desconocer su paradero; sub menú **Reportes** se visualiza toda la información asociada entre socio-medidor-ubicación la cual puede ser descargada e impresa en hoja de papel para su facturación; el sub menú **Sincronización** es el envío de los datos en pequeños paquetes con la finalidad de que tanto el emisor como el receptor tengan la misma información, para este proceso los registros de lecturas de agua potable deben estar guardados en el dispositivo móvil, una vez que se enlace una conexión mediante datos móviles 3G o red Wifi, con tan solo presionar el icono de sincronización; y la opción **Ayuda** esta un manual de usuario en donde indica de cómo se debe usar el sistema. A continuación, se muestra las diferentes opciones del sub menú de la aplicación:



Figura 9. Ventana grafica de los sub menús del usuario en la aplicación móvil.

Una vez culminado el desarrollo de la aplicación web se ha podido determinar lo siguiente: El **módulo para la recolección de lecturas** cuenta con la asignación de trabajos de inspección, las acometidas están geográficamente localizadas en donde la aplicación móvil traza la ruta para recabar los datos, la directiva de la junta verifica si acudió al lugar asignado mediante puntos de referencias, se podrá visualizar la ubicación si anteriormente tomo los puntos geográficos de cada acometida, el cierre del ciclo de tomas de lecturas se verifica cuando a uno o varios clientes no se ha registrado y mostrara un mensaje de advertencia, el responsable de las lecturas puede añadir observaciones sobre el estado de las acometidas, la planilla evidencia el valor real que el cliente debe cancelar por el servicio, al registrar la lectura se genera una planilla de consumo del agua y se ejecuta un algoritmo en la cual verifica si existen otros valores adicionales desarrollados en otros módulos que no refleja la presente propuesta tales como instalación, reparaciones, convenios de pagos, y multas.

El **módulo para los puntos geográficos** se requiere que el teléfono este activo el GPS para poder marcar las coordenadas y se requiere una conexión a una red de datos móviles o wifi, o a su vez tener descargado los mapas del lugar donde va a marcar dichos puntos en modo offline. A continuación, en la figura 10 se observa el flujo de información del sistema:

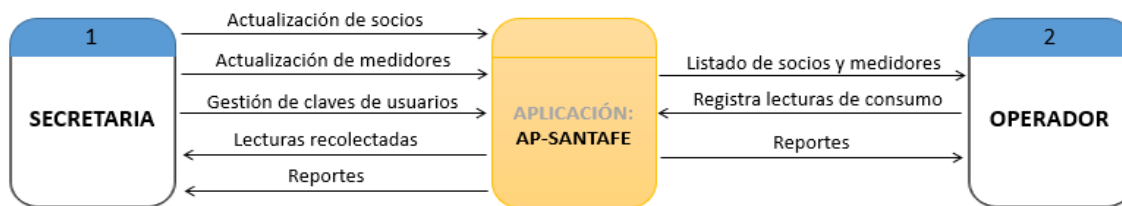


Figura 10. Flujo de datos de la aplicación móvil (Uypaya yaku App).

Aplicación del plan de pruebas

El propósito de realizar las pruebas de verificación y validación (modelo V) a la aplicación móvil como se muestra la distribución de procesos en la figura 11, fue para obtener un producto de calidad al finalizar proceso de desarrollo, todo en base a los estándares y requerimientos de los usuarios del software, durante el proceso de construcción se realizó pruebas en simuladores virtuales como en dispositivos físicos con sistema operativo Android versión 5.1 en adelante para verificar su funcionalidad, y la validación fue en conjunto entre los desarrolladores con los usuarios finales con el objetivo de detectar fallos o errores y realizar las correcciones necesarias.

Para verificar que el funcionamiento de la aplicación móvil para la toma de lecturas está operando correctamente fue necesario hacer la simulación de ingreso de datos mediante un servidor de pruebas, con el objetivo de identificar errores que podría presentar la aplicación móvil y de tal manera corregir los mismos antes de implementar el proceso de operación y puesta en marcha en la institución.

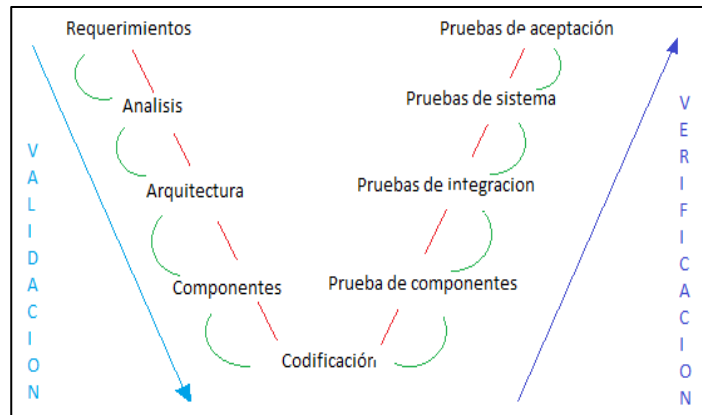


Figura 11. Modelo de prueba en V ejecutado a la aplicación móvil.

Las pruebas que se realizaron con el fin de encontrar errores en su funcionalidad en la aplicación web (en desarrollo por otro grupo) y móvil, tomando como referencia los resultados esperados se tomaron en cuenta los siguientes casos de prueba como tipo, los objetivos y el cumplimiento que detallan en la tabla 5 y sus características más importantes con la tabla 6.

Tabla 5. Ejecución del plan de prueba (modelo V).

Tipo	Objetivo	Cumplimiento
Componentes	Verificar que los trozos de código implementado para el desarrollo de la aplicación se ejecuten sin errores.	SI
Integración	Comprobar que el código de dos o más módulos se fusione entre sí y a su vez que interactúen con las interfaces.	SI
Sistema	Asegurar la apropiada navegación (experiencia de usuario) dentro de la aplicación, ingresando datos reales de acuerdo a los requerimientos de los usuarios que se encuentran en las Historias de la documentación.	SI
Aceptación	Garantizar que la aplicación móvil cumpla con los requisitos establecidos y satisfaga las necesidades de los usuarios.	SI
Funcionalidad	Cotejar el posicionamiento de las rutas (mapa-ubicación geográfico) y su recuperación de los datos del consumo del Web Services del sistema web. Contrastar la información de la toma de lecturas de los usuarios y su generación de planillas.	SI

Seguridad	Aplicar las normas de seguridad tanto en el software y hardware con una configuración mínima requerida y evitar vulnerabilidades de algún ataque malicioso.	SI
Integridad	Evitar la duplicidad de datos cuando un cliente tenga dos o más medidores bajo su responsabilidad.	SI

Tabla 6. Características más relevantes de la aplicación móvil

N°	Interrogantes	Respuestas	Justificación
1	Diseño final para el usuario	La interfaz será interactiva y amigable para el manejo	La aplicación se desarrolló para dispositivos ANDROID.
2	Actualización de datos	La información se actualizará On-line.	La información será manejada con una base de datos de manera On-line.
3	Nivel de complejidad	El proceso será muy complejo para la salida/entrada.	El usuario de la aplicación móvil realizará múltiples actividades.
4	Aplicación reutilizable	La aplicación será reutilizable para otros proyectos	Sí, con los sistemas desarrollados para ANDROID.
5	Rendimiento	No es un obstáculo para la aplicación.	La aplicación no cuenta con herramientas adicionales.
6	Se utilizará configuraciones complejas	Ninguna restricción que limite la utilización de la aplicación.	No se utilizará ninguna configuración para la aplicación.
7	Instalación rápida	Fue establecida por el usuario requerimientos específicos, y será fácil de instalar	La instalación se podrá realizar en un dispositivo ANDROID con versiones superiores a 5.1.
8	Instalación en múltiples dispositivos	La aplicación será instalada solo en dispositivos con ANDROID.	No se ha realizado para otro tipo de sistemas operativos.
9	Información de datos	Será por medio de protocolos de comunicación.	La aplicación podrá realizar la comunicación por internet.

Discusión

En la presente investigación se busca conocer que, al desarrollar una aplicación móvil para la administración y gestión del consumo de agua potable, SI mejoraran o NO los procesos de recolección, búsqueda, visualización y actualización de datos de consumo del agua potable en la Junta Administradora de la parroquia Santa Fe.

La aplicación móvil implementado para la JAAP optimiza los procedimientos en la gestión administrativa del registro de consumo de agua, automatizando los procesos de registro, actualización de lecturas de medidor y la generación de planillas para los pagos que efectúan los usuarios, y la visualización de su ubicación geográfica para una localización oportuna, así da un mayor sustento al estudio con otro proyecto similar de [27] en cual analiza el proceso de registro de lecturas del medidor mediante una aplicación móvil y “se determinó que existe un reducción del 49,25% en relación al tiempo que se emplea en realizar el mismo proceso manualmente”.

La tecnología móvil cada si se va adaptando a las necesidades de la sociedad y va convirtiéndose en una herramienta de trabajo con su uso diario, y se va dejando de utilizar los polígrafos, cuadernos, folder, mapas tradicionales y los programas tradicionales de una computadora de escritorio o laptop y están siendo reemplazado rápidamente por las aplicaciones móviles los cuales facilitan su manejo con tiempos de respuestas instantáneas, y también ya se han introducido en los sistemas de agua potable ayudando a llevar un control adecuado de los registros de socios y cuentas financieras, también otra investigación similar de [28] manifiesta que “se reemplaza las hojas de lectura y el polígrafo que utiliza el personal de la empresa para el registro manual por un registro online” el cual permite tener de inmediato la información que está almacenado en la base de datos, así como el estudio de [29] las herramientas tecnológicas ayuda a “mejorar la eficiencia de la administración del sistema de cobro de agua potable” con la actualización de los sistemas manuales hacia una utilización en una APP móvil para la recolectar la información.

El desarrollo del proyecto fue brindar mejoras a los procesos de registro de clientes, tomas de lecturas, generación de reportes, efectuar facturas cobro, ubicación geográfica mediante una aplicación móvil para una gestión directa y fácil, y para la sincronización de datos tendrá que contar con conexión a internet pudiendo acceder desde cualquier lugar, hoy en día se requiere de agilidad y disponibilidad inmediato de los datos, así como nos muestra el estudio de [30] con la APP “permite realizar la toma de lecturas a los domicilios reduciendo el tiempo de registro en un 97,33% frente al registro manual”.

Conclusiones

En la construcción del proyecto se recolecta la información mediante la aplicación de las técnicas e instrumentos y herramientas de investigación, y logra determinar la situación actual de la problemática, se utiliza métodos y técnicas

de desarrollo de software como la Scrum-Ágil el mismo que facilita la gestión de la información, interfaz amigable y facilidad de uso, además de aplicar un plan de pruebas (modelo V) para su evaluación y garantizar la calidad del producto.

Con el sistema informático antes mencionado se mejora los procesos del flujo de información de las lecturas y socios de la Junta Administradora de Agua Potable de la Parroquia Santa Fe, mediante la aplicación móvil para los teléfonos inteligentes se actualiza el sistema obsoleto, desorganizado y desactualizado de cobros que mantenía en la JAAP y se reemplaza las hojas de papel y el polígrafo por un registro off-line u on-line que se puede realizar directamente el software informático, por ende su uso ayuda a tener una mejor administración y gestión de cobro del consumo de agua en los domicilios, garantizando la disponibilidad de los datos en cualquier momento y brindando una mejor atención al usuario.

Los resultados obtenidos en el estudio nos muestran que la implementación fue satisfactoria, los participantes con respecto a la usabilidad y experiencia en el manejo de la aplicación móvil para la toma de lecturas, generación de planillas, sondeo de información expresaron su satisfacción con la navegación e iteración, y el software funciona utilizando un dominio y hosting para que los datos sean sincronizados y almacenados en una base de datos, a los cuales el personal administrativo de la JAAP pueden acceder desde sus teléfonos o tablets que tenga un sistema operativo igual o superior Android 5.0 para su instalación y pueden buscar, visualizar, actualizar la información.

Referencias

- [1] J. H. Bustos Parra y H. A. Anillo Castellar, «Wireless application protocol WAP.,» 2004. [En línea]. Available: <http://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0031332.pdf>. [Último acceso: 2021].
- [2] A. U. Gawas, «An overview on evolution of mobile wireless communication networks: 1G-6G,» *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication*, vol. 3, n° 5, pp. 3130-3133, 2015.
- [3] A. Baz Alonso, I. Ferreira Artime, M. Álvarez Rodríguez y R. García Baniello, «Dispositivos móviles,» *EPSIG Ing. Telecomunicación*, vol. 12.
- [4] G. de Lucas, «EVOLUCION DE LAS APLICACIONES PARA MOVILES,» 2017.
- [5] F. Sáez y J. Adell, «De los ordenadores a los dispositivos móviles,» Barcelona, Graó, 2015, pp. 11-29.

- [6] M. E. Alonso del Barrio y M. Antón Crespo, «Los contenidos periodísticos en los medios para dispositivos móviles: la adaptación a la evolución tecnológica.» Madrid, 2016.
- [7] J. M. Aguado, I. J. Martínez y L. Cañete-Sanz, «Tendencias evolutivas del contenido digital en aplicaciones móviles.» *Profesional de la Información*, pp. 787-796, 2015.
- [8] I. Márquez, «El smartphone como metamedio,» vol. 11, n° 2, pp. 061-071 , 2017.
- [9] G. M. M. GUADALUPE, «USOS Y TIPOS DE APLICACIONES MÓVILES,» Oaxaca, 2015.
- [10] H. A. Botello-Peñaloza, «Determinantes del acceso al internet: Evidencia de los hogares del Ecuador.» *Entramado*, vol. 11, n° 2, pp. 12-19, 2015.
- [11] J. P. D. A. Ponce, «Ecuador Estado Digital,» Quito-Ecuador, 2021.
- [12] M. d. T. y. d. l. S. d. l. I. MINTEL, «Ecuador Digital,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/25693-2/>. [Último acceso: 2021].
- [13] A. D. L. Espriella-Babiloni, «Comparación entre tecnologías emergentes y tradicionales en automatización e instrumentación industrial.» *Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo*, vol. 10, n° 1, pp. 70-77, 2019.
- [14] B. O. C. GONZÁLEZ, «ACEPTACIÓN DEL USO DE LA TECNOLOGÍA MÓVIL EN EL PAGO DE SERVICIOS BÁSICOS–AGUA, TELÉFONO Y ENERGÍA ELÉCTRICA,» Guatemala, 2017.
- [15] J. C. Nilcia, H. L. Adriana María, E. D. Ricardo y Z. I. Nadiova Victoria, «El agua: recurso vital para la supervivencia humana.»
- [16] C. Chulluncuy y C. Nadia, «Tratamiento de agua para consumo humano,» *Ingeniería Industrial*, vol. 029, pp. 153-170, 2011.
- [17] N. MARÍA VIRGINIA y B. S. HENRY A., «Estrategias de mejora continua en plantas potabilizadoras Venezolanas,» *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, vol. 29, n° 1, pp. 37-50, 2014.

- [18] M. L. Ramos Bayas, «El capital social de Juntas Administradoras de Agua Potable y Riego del Ecuador JAAPRE y la Ley Orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua (2009–2015),» Ecuador: Flasco Ecuador, Quito, Ecuador, 2017.
- [19] Z. Stefan, V. V. Wagner y R. C. Hermes, «La seguridad de medidores de agua potable contra robo, vandalización y manipulación–problemática, avances y propuesta,» *INDES Revista de Investigación para el Desarrollo Sustentable*, vol. 3, n° 2, pp. 5-15, 2017.
- [20] M. E. PETIT-BREUILH SEPÚLVEDA, Desastres naturales y ocupación del territorio en Hispanoamérica, vol. 70, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva., 2018.
- [21] J. A. Mera Paz, «Análisis del proceso de pruebas de calidad de software,» *Ingeniería solidaria*, vol. 12, n° 20, pp. 163-176, 2016.
- [22] R. Hernández-Sampieri y C. P. M. Torres, Metodología de la investigación (Vol. 4), México^ eD. F DF: McGraw-Hill Interamericana., 2018.
- [23] G. P. J. Antonio, Técnicas e instrumentos para la recogida de información, Editorial UNED, 2016.
- [24] T. D. D. L. NEFTALI, «Población y muestra,» 2016.
- [25] T. Dimes, Conceptos Básicos de Scrum: Desarrollo de software Agile y manejo de proyectos Agile, Babelcube Inc., 2015.
- [26] M. C. Gasca Mantilla, L. L. Camargo Ariza y B. Medina Delgado, «Metodología para el desarrollo de aplicaciones móviles,» *Tecnura*, vol. 18, n° 40, pp. 20-35, 2013.
- [27] T. A. Tisalema P., «Desarrollo de una aplicación web/móvil para el registro de consumo/pago de los usuarios de la Junta Administradora de Agua Potable Angahuana Alto, aplicando TDD,» Riobamba, 2019.
- [28] J. C. Tapia y J. O. Castro, «Ingreso de lecturas de consumo de agua potable en EMAPAL-Azogues, a través de dispositivos móviles,» *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, vol. 4, n° 2, pp. 85-90, 2017.
- [29] Y. M. ESCORZA-SÁNCHEZ, C. ALAMILLA-CINTORA, G. MARTÍNEZ-MARTÍN y Y. SALDAÑA-TAPIA, «Herramienta para la administración del sistema de cobro de agua potable.,» *Revista de Tecnología Informática*, vol. 1, n° 1, pp. 36-45, 2017.

[30] B. A. Ramírez Rodríguez, «Implementación del sistema de gestión informático para la reducción de pérdidas de consumo en el sistema de agua potable de la Junta Administradora de Agua Potable-Zapotol. módulo: toma de lectura y generación de planillas,» La Libertad, 2019.

Roles de Autoría

Angel Geovanny Rochina Chisag: Conceptualización, Investigación, Metodología, Software, Redacción - borrador original. **Edwin Wilfrido Guashpa Pasto:** Análisis formal, Investigación, Metodología, Redacción - borrador original. **Jesus Antonio Coloma Garofalo:** Análisis formal, Investigación, Metodología, Redacción - borrador original.