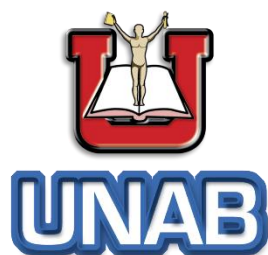
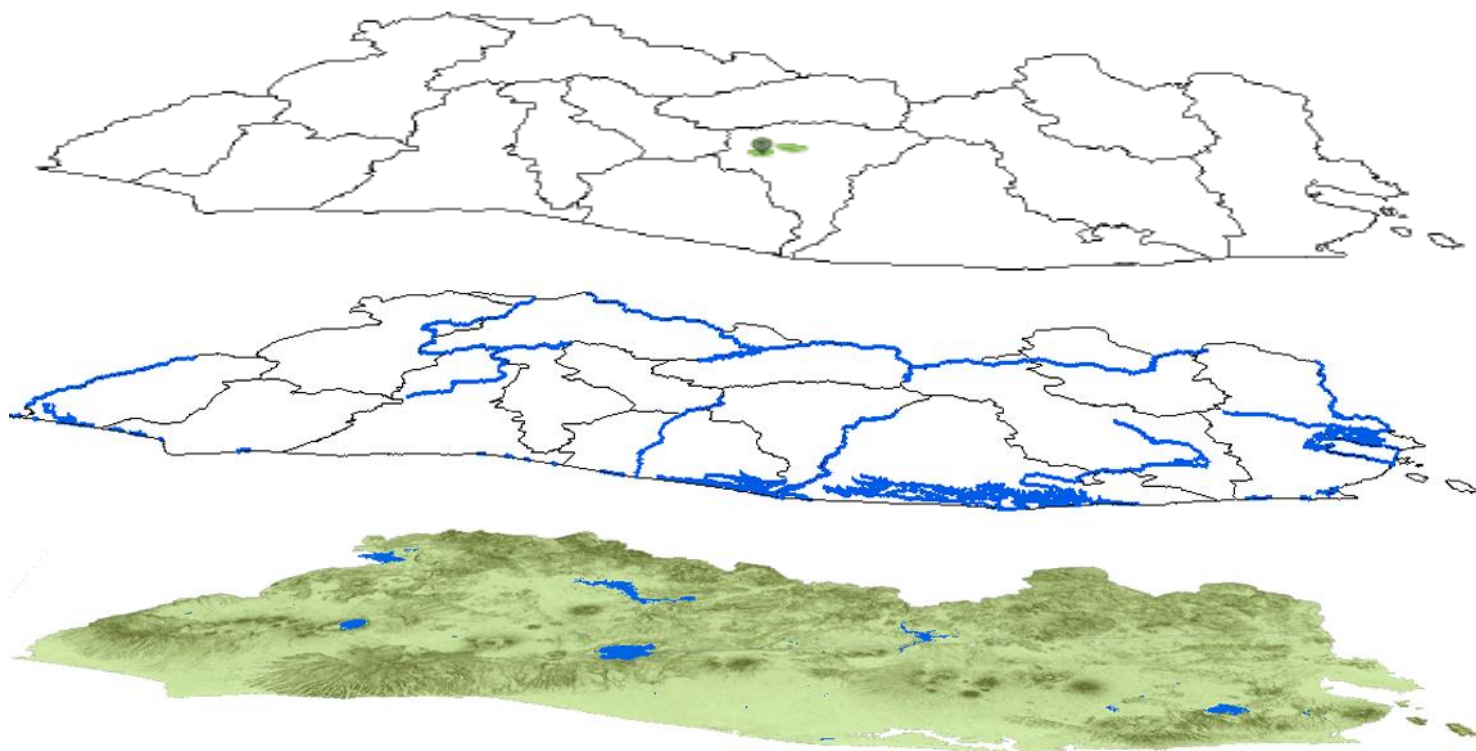


UNIVERSIDAD DR. ANDRÉS BELLO



SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA REGISTRO Y MONITOREO DE USUARIOS DEL COMITÉ DE AGUA CASERÍO SANTA ELENA, SAN CAYETANO ISTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE SAN VICENTE



Dirección Nacional de Investigación y Proyección Social

Área: Tecnología

2020

**SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
PARA REGISTRO Y MONITOREO DE USUARIOS
DE DEL COMITÉ DE AGUA CASERÍO SANTA
ELENA, SAN CAYETANO ISTEPEQUE,
DEPARTAMENTO DE SAN VICENTE**

AÑO: 2020

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL



UNIVERSIDAD DOCTOR ANDRÉS BELLO
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL
ÁREA TECNOLOGÍA

©2020, Universidad Doctor Andrés Bello

Primera edición 2021

Publicación correspondiente a la investigación realizada en la Sede Universitaria de San Salvador, derivada de la monografía con registro ISBN 978 – 99961 – 65 – 34 – 4.

La reproducción total o parcial del documento está permitida, solo deberá citarse de forma apropiada la fuente.¹

Código Institucional: **SS/INV/H/2020**

Investigadores: Mario René Rivas Domínguez.

Contribuciones especiales al proyecto: Oscar Antonio Peña Rodas, por la traducción del resumen.

¹ Cualquier correspondencia deberá dirigirse a: Dr. Roberto Hernández Rauda, Director de Investigación y Proyección Social, Universidad Doctor Andrés Bello, 1ª Calle Poniente y 41 Av. Norte #2128, Col. Flor Blanca, San Salvador, El Salvador. Casilla de correo electrónico: roberto.rauda@unab.edu.sv, Tel. (503) + 25107455.

Contenido

Prólogo.....	i
Resumen.....	iii
Abstract.....	v
1. Introducción.....	1
2. Conceptos preliminares.....	3
3. Métodos.....	7
3.1 Generalidades.....	7
3.1.1 Metodología de investigación.....	7
3.1.2 Localización y Descripción de la Zona de Estudio.....	7
3.2 Fases del proyecto.....	8
3.2.1 Fase: Análisis.....	8
3.2.2 Fase: Diseño.....	10
3.2.3 Fase: Desarrollo.....	13
3.2.4 Herramientas de software.....	13
3.2.5 Creación de base de datos.....	14
3.2.6 Programación de módulos.....	16
3.2.7 Fase: Implementación del sistema.....	16
4. Resultados.....	17
4.1 Módulos del sistema.....	17
4.1.1 Ingreso al sistema.....	17
4.1.2 Módulo: Catálogos.....	18
4.1.3 Módulo: Gestión de clientes.....	21
4.1.4 Módulo: Conexiones.....	23
4.1.5 Módulo: Control de lecturas.....	25
4.1.6 Módulo: Recibos.....	27
4.1.7 Módulo: Pagos.....	30
4.1.8 Módulo: Mantenimiento.....	32
4.1.9 Módulo: Usuarios.....	34
4.1.10 Reportes.....	35
4.2 Cartografía digital dinámica en ArcGIS Online.....	36
4.2.1 Mapas web de estados de usuarios.....	36
4.2.2 Aplicación Dashboard para de control de usuarios.....	38
5. Discusión.....	39
6. Conclusiones.....	42
7. Referencias.....	43
8. Anexos.....	46

Anexo 1. Instrumento para diagnóstico de Asociaciones Administradoras del servicio de agua potable.	46
Anexo 2. Simbología utilizada para las capas (datos geográficos).	49

Índice de Figuras

Figura 1. Mapa de zonas de estudio. Elaboración propia.	7
Figura 2. Diagrama Jerárquico del sistema. Elaboración propia.	12
Figura 3. Listado de tablas que conforman la base de datos. Elaboración propia.	14
Figura 4. Ejemplo de estructura de tabla de la base de datos. Elaboración propia.	15
Figura 5. Ejemplo de estructura de tabla de la base de datos. Elaboración propia.	15
Figura 6. Pantalla de ingreso al sistema. Elaboración propia.	17
Figura 7. Pantalla de inicio 1. Elaboración propia.	17
Figura 8. Pantalla de inicio 2. Elaboración propia.	18
Figura 9. Pantalla de inicio 3. Elaboración propia.	18
Figura 10. Pantalla Catálogo Servicios. Elaboración propia.	19
Figura 11. Pantalla de Catálogo Tarifas. Elaboración propia.	19
Figura 12. Pantalla Catálogo de Medidores. Elaboración propia.	20
Figura 13. Pantalla de Catálogo de Válvulas. Elaboración propia.	20
Figura 14. Pantalla de Catálogo Tuberías. Elaboración propia.	20
Figura 15. Pantalla de Listado de Clientes. Elaboración propia.	21
Figura 16. Pantalla de registro de cliente. Elaboración propia.	21
Figura 17. Pantalla de edición de datos de cliente. Elaboración propia.	22
Figura 18. Pantalla de Registro de reclamos. Elaboración propia.	22
Figura 19. Pantalla de registro de reclamos. Elaboración propia.	23
Figura 20. Pantalla de Lista de desconexiones. Elaboración propia.	23
Figura 21. Pantalla para desconexión de servicio. Elaboración propia.	24
Figura 22. Pantalla de Lista de reconexiones. Elaboración propia.	24
Figura 23. Pantalla de reconexión de servicio. Elaboración propia.	25
Figura 24. Pantalla de listado de cuentas para inicializar lectura. Elaboración propia.	25
Figura 25. Pantalla de carga inicial de lectura. Elaboración propia.	26
Figura 26. Listado de toma de lecturas generado en PDF. Elaboración propia.	26
Figura 27. Pantalla de ingreso mensual de lecturas. Elaboración propia.	27
Figura 28. Pantalla para generar recibos colectivos mensuales. Elaboración propia.	27
Figura 29. Listado detallado de recibos mensuales generado en PDF. Elaboración propia.	28
Figura 30. Pantalla de Emisión de recibo de otros servicios. Elaboración propia.	28
Figura 31. Pantalla con listado de recibos por cada cliente. Elaboración propia.	29
Figura 32. Pantalla para impresión de copia de recibo. Elaboración propia.	29
Figura 33. Pantalla de configuración de impresión de recibo. Elaboración propia.	30
Figura 34. Pantalla de registro de pago. Elaboración propia.	30
Figura 35. Pantalla de reversión de pago. Elaboración propia.	31
Figura 36. Pantalla de anulación de recibo. Elaboración propia.	31
Figura 37. Pantalla de reversión de anulación de recibo. Elaboración propia.	32

Figura 38. Pantalla de control de mora. Elaboración propia.....	32
Figura 39. Pantalla de listado de asociaciones. Elaboración propia.....	33
Figura 40. Pantalla de registro de Asociación. Elaboración propia.	33
Figura 41. Pantalla de edición de datos de asociación. Elaboración propia.....	34
Figura 42. Pantalla de Grupos de usuario. Elaboración propia.	34
Figura 43. Pantalla de Usuarios. Elaboración propia.	35
Figura 44. Reporte de clientes. Elaboración propia.....	35
Figura 45. Reporte de Desconexiones. Elaboración propia.	36
Figura 46. Mapa de estado de usuario. Elaboración propia.	36
Figura 47. Mapa de nivel de consumo. Elaboración propia.....	37
Figura 48. Mapa de ubicación de usuario. Elaboración propia.....	37
Figura 49. Mapa de estado de medidor. Elaboración propia.....	38
Figura 50. Aplicación Dashboard (tablero o cuadro de mando) para de control de datos de usuarios. Elaboración propia.	38

Prólogo

El uso de herramientas tecnológicas en la llamada era de la información es muy relevante, sobre todo si éstas contribuyen a mejorar la administración de recursos naturales como el agua potable, considerando, la importancia que este vital líquido tiene para el ser humano y para el desarrollo de sus múltiples actividades, ya sean domésticas, comerciales e industriales, a tal grado que ha sido enmarcado en el objetivo de desarrollo sostenible número seis: “Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos”.

Si se toma en cuenta además otros aspectos relacionados al agua potable tales como: la escasez que cada día es más latente en nuestro país y que el ente regulador a nivel nacional no tiene la cobertura total de la administración; esto ha hecho que sean asociaciones comunales quienes asuman dicho rol, aun sabiendo que el reto es grande, por tanto, se vuelve más necesario desarrollar sistemas de información que ayuden a estos organismos administrativos a desempeñar de una mejor manera sus funciones que realizan en beneficio de los habitantes de sus comunidades.

Por ello, la Universidad Doctor Andrés Bello a través del área de tecnología de la Unidad de Investigación, ha desarrollado un sistema de información geográfico para el registro y monitoreo de usuarios del servicio de agua potable en Asociaciones de El Salvador; el cual ofrece una solución basada en la automatización de procesos tales como: registro de datos de los usuarios, pliego tarifario, detalle de servicios, control de inventario de tuberías y válvulas, control de lecturas de consumo, registro de pagos y un componente de cartografía digital que ofrece un monitoreo dinámico de diferentes aspectos como solvencia o nivel de consumo de los usuarios. Todos estos resultados se ponen a disposición a fin de que puedan utilizarse posteriormente en otros estudios.

MAE. Iveth Escobar de Umanzor
Rectora
Universidad Doctor Andrés Bello

Resumen

El presente estudio tiene como objetivo principal desarrollar un sistema de información geográfico para el registro y monitoreo de usuarios del servicio prestado por asociaciones de agua potable en El Salvador.

El sujeto de estudio es el Comité de Agua Caserío Santa Elena, San Cayetano Istepeque, San Vicente, quienes administran una cantidad de 30 usuarios aproximadamente.

La metodología de investigación es dirigida ya que tiene como propósito dar un resultado específico a una problemática para el caso la automatización de procesos de administración de las asociaciones.

El resultado principal fue una herramienta de software desarrollada en lenguaje PHP con una base de datos construida en MYSQL, dicho software consta de los siguientes módulos: Catálogos como tarifas, servicios, tipos de tubería y válvulas, registro de clientes y reclamos, control de lectura de consumo, generación de recibos, registro de pagos; además tiene un componente de cartografía digital que incluye una aplicación de tablero de operaciones, la cual está compuesta de cartografía digital basada en diferentes indicadores tales como estado de solvencia del cliente y nivel de consumo.

Como conclusión, el sistema desarrollado es producto de la conjunción de diferentes herramientas y cumple con el objetivo de la automatización de los procesos identificados en el diagnóstico preliminar, por tanto se cubrieron las necesidades identificadas en la etapa de planeación, además con la implementación del sistema se incrementará la seguridad de la información al reducir el riesgo de pérdida de registros y/o la manipulación de los mismos por parte de los usuarios del sistema por medio de otorgar accesos limitados según su nivel; en consecuencia, el uso de esta herramienta permitirá a las asociaciones administradoras del servicio de agua potable mejorar su funcionamiento de forma continua.

Palabras claves: Sistema de información geográfica, entidades administradoras, agua potable.

Abstract

The main objective of this study is to develop a geographic information system for the registration and monitoring of users of the service provided by drinking water associations in El Salvador.

The study subject is the Comité de Agua (Water Committee) homestead of Santa Elena, San Cayetano Istepeque, San Vicente, which manages a number of approximately 30 users

The research methodology is directed since its purpose is to give a specific result to a problem in the case of automation of association administration processes.

The main result was a software tool developed in PHP language with a database built in MySQL, said software consists of the following modules: Catalogs such as rates, services, types of pipes and valves, customer and claim registration, reading control of consumption, generation of receipts, record of payments; It also has a digital mapping component that includes a dashboard application, which is composed of digital mapping based on different indicators such as the client's solvency status and consumption level.

In conclusion, the developed system is the product of the conjunction of different tools and meets the objective of automating the processes identified in the preliminary diagnosis, therefore the needs identified in the planning stage were covered, in addition to the implementation of the system. Information security will be increased by reducing the risk of loss of records and/or their manipulation by users of the system by granting limited access according to their level; consequently, the use of this tool will allow the associations that administer the drinking water service to improve their operation on a continuous basis.

Keywords: Geographic information system, administrative entities, drinking water.

1. Introducción

La presente investigación trata sobre el diseño y programación de un Sistema de Información Geográfica para registro y monitoreo de usuarios de asociaciones administradoras de servicio de agua potable en El Salvador y se tienen los siguientes objetivos específicos:

- Identificar requerimientos de información en cada asociación administradora del servicio de agua potable contemplada en el estudio como insumo principal de la aplicación a desarrollar.
- Definir los módulos que integrarán la aplicación, a partir de cada categoría de información identificada.
- Generar la base de datos para la elaboración de cartografía digital e iconografía correspondiente a cada categoría, según criterios de personal administrador y técnico de las asociaciones.
- Desarrollar una aplicación web cartográfica que permita la visualización y/o consulta espacial sobre información de los usuarios y de la red de distribución de las diferentes asociaciones administradoras del servicio de agua potable.

Para el cumplimiento de estos objetivos se realizó una visita de campo a cada una de las asociaciones contempladas en el presente estudio a fin de obtener un diagnóstico preliminar lo cual permitió de conocer la forma en que estaban realizando los procesos de manera manual, para determinar la factibilidad, pero sobre todo la relevancia y pertinencia de desarrollar una herramienta informática que facilite la automatización o digitalización de dichos procesos.

La primera sección presenta una serie de conceptos importantes de conocer a fin de contextualizar al lector sobre sistemas de información de manera general y específica, como los sistemas de información geográfica; la descripción de los principales componentes de dichos sistemas; posteriormente las generalidades de las asociaciones administradoras del servicio de agua potable y un panorama de la situación del recurso en el país, a fin de destacar la importancia que tiene el desarrollo de un sistema que ayude a mejorar dicha administración. También se describe la zona de estudio, mostrando la ubicación de los lugares donde se implementará el proyecto.

En el apartado de métodos se describen el tipo de investigación realizada, los procedimientos utilizados en cada de las fases del proyecto; a continuación, se detalla a groso modo lo que contiene cada una de estas etapas.

La fase de análisis se centró en la recopilación de información, es decir, cómo se maneja la información que administra cada asociación de forma manual, el registro de clientes, manejo de tarifas por servicios, cantidad de usuarios, a fin de determinar el volumen de información que se maneja. El diagnóstico incluyó otros aspectos del

ámbito ambiental; como resultado de esta fase se tuvo una delimitación del sistema y la base para el diseño de éste.

En la etapa del diseño, que se complementa con la de análisis, se detalló un diagrama jerárquico, es decir, una especie de radiografía del sistema, para ello se presentó el conjunto de elementos que conforman el sistema y la manera en que éstos se interrelacionan, lo cual constituye básicamente el menú.

La fase de desarrollo, denominada de programación, tomó como referencia o directriz el diagrama jerárquico; ésta inicia con una descripción del conjunto de herramientas utilizadas para el desarrollo del sistema, para el caso, un sistema gestor de base de datos MYSQL, un lenguaje de programación PHP, así como el software para desarrollar la cartografía digital (ArcMAP y ArcGIS Online) para crear aplicaciones con las capas de datos; por ello se presenta además el listado de las tablas que conforman la database; así como la estructura de las tablas principales para gestión de los clientes y demás contenidos interrelacionados, finalmente se presenta el ejemplo de la codificación también del registro de clientes en el sistema.

La sección de resultados presenta las pantallas principales que conforman los diferentes módulos del sistema, iniciando con el ingreso muy importante para la seguridad de los datos, ya que se debe digitar tanto el usuario como la contraseña y dependiendo del nivel que tenga así será el nivel de acceso a las opciones del menú; también se presenta una colección de pantallas relacionadas a los catálogos de información es decir opciones cuya utilidad es poblar la base de datos tales como: servicio, tarifas, gestión de tuberías y válvulas; el siguiente conjunto de pantallas describe procesos que se efectúan en el sistema como la generación del listado para tomar lecturas, la programación de conexiones y reconexiones, el registro de pago, la anulación de recibo, el cálculo de la mora entre otros; también se presenta ejemplos de reportes que es la información ya procesada por el sistema estos se generan en formato PDF.

Al final se describe una aplicación web, desarrollada en la plataforma ArcGIS Online; que integra una serie de indicadores de los clientes tales como: ubicación, el estatus de actividad o inactividad; el estado de solvencia, el nivel de consumo y el estado del medidor asignado, de una forma dinámica e interactiva y tiene como propósito servir como herramienta de consulta temporal – espacial de los datos.

A manera de conclusión principal se obtuvo que el sistema de información desarrollado cumple con los procesos de almacenamiento, edición, consulta y eliminación de los registros de la base de datos y soluciona las necesidades identificadas a través de la automatización procesos, logrando el mejoramiento continuo del funcionamiento de las asociaciones administradoras del servicio de agua potable.

2. Conceptos preliminares

A continuación, se presentan una serie de definiciones contempladas en la presente investigación.

Sistema de información

“Es un conjunto de componentes relacionados que recolectan, procesan, almacenan y distribuyen información para apoyar la toma de decisiones y el control en una organización”. (Ortega, Martin, Ezquerra y Otero, 2016, p.15)

Para Carreto (2020) los sistemas de información se clasifican en las siguientes categorías: transaccionales, para la gestión de información, de información ejecutiva o gerencial, de apoyo a las decisiones y expertos.

Sistema de Información Geográfica (SIG)

“Es cualquier sistema de información capaz de integrar, almacenar, editar analizar, compartir y mostrar información geográficamente referenciada”. (Ortega, Martin, Ezquerra y Otero, 2016, p.15)

Componentes de un SIG

Hardware

Es todo elemento de la computadora que hace referencia a todos los componentes materiales y físicos de un dispositivo, es decir, aquellos que se pueden ver y tocar. Este término tiene su origen etimológico en el inglés, donde “hard” significa “duro” y “ware”, “cosas”, por lo que se podría definir incluso como “las partes duras de una computadora”. (SoftwareLab, 2020)

Para el caso de los SIG el hardware es el computador donde éste opera, existe una gran variedad de plataformas donde se puede ejecutar las cuales varían desde servidores (computador central) a computadores desktop (escritorio) o Laptop (portátil) que se utilizan en las configuraciones de red o desconectado. (FAO, 2016).

Software:

El software es la parte digital del ordenador, es decir, el conjunto de instrucciones, programas y reglas informáticas que el equipo requiere para funcionar. No tiene, por consiguiente, una existencia física, sino que es intangible e inmaterial, como los programas para el procesamiento de textos o el sistema operativo. Este término fue acuñado por el matemático John Wilder Tukey en 1958 para referirse a los programas que hacían trabajar a las calculadoras electrónicas. (SoftwareLab, 2020).

Al igual que el ítem anterior según FAO (2016), en el ámbito de los SIG el software se refiere a las herramientas informáticas o programas específicos que se requieren para realizar las funciones de almacenamiento y análisis de datos y despliegue de información geográfica. Los componentes más importantes son:

- Herramientas para la entrada y manipulación de la información geográfica, por ejemplo, hojas de cálculo o formularios recolectores de datos.
- Un sistema de administración de base de datos, herramienta para gestionar la estructura de los datos, a fin de tener un espacio de creación, lectura, almacenamiento, actualización eliminación de datos.
- Herramientas que permitan búsquedas geográficas, análisis y visualización.
- Interfaz gráfica para el usuario con el propósito de acceder fácilmente a las herramientas.

Datos

Posiblemente uno de los componentes más importantes de un SIG son los datos. Los datos geográficos y tabulares relacionados pueden colectarse de diversas formas a través de herramientas de software, en el terreno o bien adquirirlos a quien implementa el sistema de información, así como a terceros que ya los tienen disponibles. El SIG integra los datos espaciales con otros recursos de datos y puede incluso utilizar los administradores de base de datos más comunes para organizar, mantener y manejar los datos espaciales y toda la información geográfica. (FAO, 2016).

Procesos o métodos

Se refiere a la secuencia de pasos a realizar tanto en hardware y software de un SIG para obtener el resultado o cartografía deseada, este SIG debe operar de acuerdo a un plan bien diseñado y estructurado y acorde con las reglas de la empresa, institución o proyecto; que son los modelos y prácticas operativas características de cada organización. (FAO, 2016).

Personas o Recurso humano

La tecnología SIG está limitada si no se cuenta con el personal adecuado que opere, desarrolle y administre el sistema, y llevar a cabo los planes de desarrollo para aplicarlos a los problemas del mundo real. Entre los usuarios de SIG se encuentran los especialistas técnicos, que diseñan y mantienen el sistema para aquellos que los utilizan diariamente en su trabajo. (FAO, 2016).

En la presente investigación los usuarios finales serán las personas que administran la información generada por las asociaciones de agua potable, por ello es importante describir dichas entidades.

Asociaciones administradoras de agua potable en El Salvador

De acuerdo a un estudio realizado por la Universidad Centroamericana José Simeón Cañas (2020), el 25% de la cantidad de agua con que se abastece el país está a cargo de juntas de agua, eso justifica la importancia de tener una buena administración de dicho sistema de abastecimiento y una forma de mejorarla es a través de sistemas informáticos con ese propósito específico.

De igual forma para la Organización Mundial de la Salud (OMS,2018) y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF, 2018), en su Agenda 2030 que engloba a los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), específicamente el número 6 que propone “garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos”, e incluye metas mundiales ambiciosas sobre el acceso al agua potable, el saneamiento y la higiene, adicionalmente, el objetivo 1 que incluye una meta de acceso universal a los servicios básicos, siendo el agua potable uno de los más importantes; se espera también que los Estados Miembros de las Naciones Unidas (ONU) establezcan sus propias metas guiándose por la ambiciosa aspiración general pero tomando en consideración las circunstancias de cada país.

Situación del agua potable en El Salvador

Según el último Informe de Calidad de Agua de los Ríos en El Salvador del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2017), solamente el 6 % de los sitios evaluados a escala nacional cumplen con la aptitud de uso para actividades recreativas con contacto humano, tomando como criterio las guías de calidad de agua; pero no incluye información sobre la cuantificación o el porcentaje destinado para el consumo humano. En una referencia a este estudio, se hace mención que el 68% del agua se encuentra contaminada y representa un peligro para la vida humana y animal, incluso para riego de cultivos (Tutela de Derechos Humanos del Arzobispado de San Salvador, s.f.).

Otro aspecto importante a considerar es lo que indica la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), respecto a que más del 8.7% de la población salvadoreña no tiene acceso alguno al agua potable, de las cuales el 99% de ellas residen en las zonas rurales; esta institución enfatiza en que la disponibilidad del agua para el consumo humano a través de este sistema desigual ha provocado la sobreexplotación de manantiales estratégicos situados en municipios como Quezaltepeque y Nejapa en el departamento de San Salvador, así como en fuentes superficiales; en consecuencia, 45 pozos localizados en el área metropolitana de San Salvador, administrados por la entidad autónoma, dejaron de producir agua entre 2008 y 2016, afectando a una población estimada de 2.1 millones de salvadoreños (Tutela de Derechos Humanos del Arzobispado de San Salvador, s.f.).

Relación de SIG con administración de servicios de agua potable

El uso de los SIG se ha diversificado, siendo una de las áreas la gestión del agua potable, por ello en este estudio se ha utilizado esta tecnología para mapear y realizar consultas que ofrezcan datos para analizar tendencias y tomar decisiones mediante una aplicación que comprende un conjunto de procedimientos utilizados para abordar el estudio de la estructura y de las relaciones territoriales, a partir del conocimiento de la posición y de las características de las entidades geográficas de los elementos del sistema.

Elementos de servicio de agua potable

Considerando la relevancia que tiene todo lo relacionado a la administración del servicio de agua potable es importante mencionar los elementos que componen un sistema de abastecimiento, a fin de considerar dichas especificaciones en el diseño del sistema, en ese sentido Fragoso, Ruiz y Flores (2013), mencionan los siguientes:

Los sistemas para abastecimiento de agua potable tienen una diversidad de elementos que posibilitan la captación y la distribución, para cumplir con ese propósito eso se construyen las obras que sean necesarias.

La captación es el proceso de tomar el agua de las posibles fuentes y almacenarla en tanques y la distribución es transportar el agua desde la obra de almacenamiento hasta el domicilio de los usuarios, con las presiones adecuadas para los diferentes usos: residencial, comercial e incluso industrial. (Fragoso, Ruiz y Flores,2013).

La red de distribución está conformada por el conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde tanques de captación hasta las tomas domiciliarias de los usuarios. (Fragoso, Ruiz y Flores,2013).

Como experiencias sobre el uso de SIG aplicado a la administración de elementos del servicio de agua potable, podemos mencionar la de Amorós y Sánchez (2012) quienes desarrollaron un estudio sobre la gestión de acueducto y alcantarillado mediante sistemas de información geográfica en La Habana Cuba; basado en la elaboración de planos temáticos, procesamiento digital de imágenes, estudios de sequías, manejo de inventario, mantenimiento y gestión de redes; de igual forma Buitrago (2018) propuso la implementación de un SIG para la Administración y Gestión del Sistema de Acueducto en el Municipio de Bahía Solano (Colombia) que consiste en la elaboración de mapas temáticos con los elementos como tuberías, válvulas, tanques de captación y análisis de terreno.

3. Métodos

3.1 Generalidades

3.1.1 Metodología de investigación

Para la realización de este estudio se utilizó el tipo de investigación dirigida, la cual para Mora (2005), se centra en desarrollar una actividad orientada a la búsqueda de una evidencia que permita resolver un problema práctico o contestar un cuestionamiento teórico, para este caso la mecanización de procesos de cuatro asociaciones administradoras de agua potable a través de un sistema informático.

3.1.2 Localización y Descripción de la Zona de Estudio.

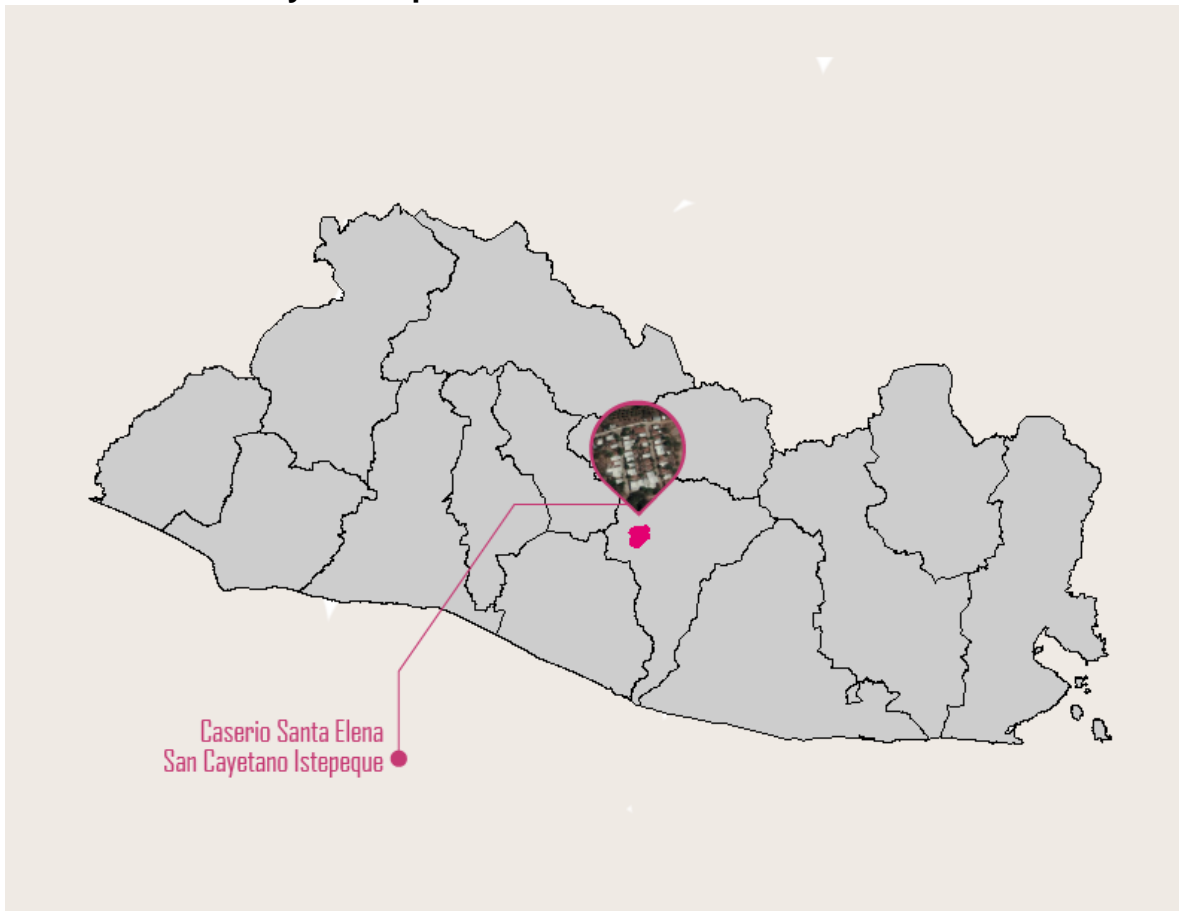


Figura 1. Mapa de zonas de estudio. Elaboración propia.

3. 2 Fases del proyecto

Para el desarrollo de este sistema, se estableció una metodología o ciclo de vida con la cual se puede retroalimentar en sus diferentes fases: estudios preliminares, análisis y diseño, desarrollo, implementación la cual incluye producción y mantenimiento.

3.2.1 Fase: Análisis

De acuerdo a Domínguez (2012), la clasificación y el análisis de las características de un sistema es un proceso que requiere conocer quién lo realiza, el objetivo que se pretende alcanzar y las condiciones particulares en las que se desarrolla; en ese sentido para realizar esta etapa el equipo investigador sostuvo reuniones con personal tanto de dirección como de administración de las cuatro asociaciones contempladas para el desarrollo del proyecto con el propósito de obtener un diagnóstico preliminar de cómo se está administrando la información para llevar el control de usuarios, consumo y demás elementos de todo sistema de abastecimiento de agua potable; es decir conocer el funcionamiento actual del sistema, su flujo de información y, sobre todo, su factibilidad de rediseño para automatizar los procesos, así como para la planificación de implementación del nuevo sistema.

En esta fase es importante disponer de información rápida y oportuna sobre las características, ubicación, estado de los componentes que conforman la red de agua potable, para determinar la viabilidad, el proceso y ejecución del sistema. Esto con el propósito de comprender, desde un inicio, todos los alcances por definir, así como las delimitaciones del proyecto.

En esta etapa también se determinaron los objetivos y límites del sistema objeto de análisis, y se caracterizó la estructura y funcionamiento, estableciendo directrices que permitieron alcanzar dichos objetivos propuestos y evaluar sus resultados; para lograr lo anterior fue importante realizar un análisis del sistema ya existente, es decir la forma de operación manual, para comprender, mejorar y ajustar el nuevo sistema. Es importante mencionar que este análisis fue el paso previo al diseño del nuevo sistema-producto. En cualquier caso, se puede agrupar formalmente las tareas que constituyen el análisis en una serie de etapas que se suceden de forma iterativa hasta validar el proceso completo:

A través del análisis también se obtuvo una visión del sistema, identificando sus elementos básicos y las relaciones entre éstos y con el entorno; además, se describieron las acciones o transformaciones que tienen lugar en el sistema. Dichas

acciones o transformaciones se especifican como procesos que reciben unas entradas y producen unas salidas, que introduce al concepto de módulos descritos posteriormente.

Recopilación de información

Datos de Comité de Agua Caserío Santa Elena, San Cayetano Istepeque, San Vicente.

La Comunidad Santa Elena pertenece al municipio de San Cayetano Istepeque, departamento de San Vicente, para la administración del sistema de agua potable se tiene un comité fundado en 2009, y tiene estatutos legalizados; la Junta Directiva de dicho comité se elige cada dos años en asamblea comunitaria, como antecedente de conformación de este comité se tiene que la municipalidad gestionó el proyecto de agua potable con una ONG, y al principio se obtenía agua de nacimiento de la zona y por gravedad se llevaba al tanque de captación.

La cantidad de usuarios es de 29, los costos para los usuarios son de \$65.00 por una nueva conexión, la cuota por consumo es fija de \$3.00 y se tiene un costo de \$25.00 por reconexión ya que al tercer mes de no pagar se decide desconectar el servicio; una de las principales deficiencias de este comité es que a la fecha no cuentan con medidores.

El ingreso promedio mensual del comité es de \$190.00, los cuales cubren el pago de un operario de bomba, parte del costo de energía eléctrica y compra de insumos para el tratamiento del agua; el salario del otro operador de bomba y el complemento del pago de energía lo asume la Alcaldía Municipal que da un aporte de \$150.00 mensuales, instancia que asume también el mantenimiento correctivo basado en un convenio de cooperación que se renueva anualmente. Este comité también administra una caja chica para realizar gastos de mantenimiento correctivo como tuberías rotas, compra de materiales, entre otros gastos.

Un elemento importante es que en esta comunidad se promueven acciones de protección de la zona cercana a la fuente de agua del sistema y de conservación del área de recarga hídrica, promoción del no uso de plaguicidas en la zona cercana a la fuente o toma de agua del sistema ya que la zona de cultivo más próxima está a 2 km; no se tienen aguas residuales solo aguas grises que son vertidas en las propiedades de los usuarios, les falta hacer un estudio fisicoquímico del agua.

Se realiza monitoreo constante del tanque de captación cada dos días, así también se ha construido un muro perimetral y gaviones en la planta de bombeo; el funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua es mixto, por gravedad y por bombeo y, de acuerdo al representante del comité se tiene suficiente agua tanto en época lluviosa como seca.

Análisis de condiciones

Según Carreto (2012) se debe incluir un análisis condicional el cual se basa en la mención de las limitaciones que restringen al sistema; estas deben derivar de los propios objetivos del sistema y las clasifica de la siguiente manera:

Operativas: hacen referencia a las condiciones físicas donde se instalará el equipo informático con el sistema, en este caso la sede de las asociaciones que en su mayoría está en la casa comunal, las cuales pueden carecer de seguridad para el resguardo del equipo.

Económicos: la inversión a realizar es la compra como mínimo de una computadora, una impresora y consumibles (papel y tinta); además en caso que los miembros de la asociación decidan que el sistema se instale en ambiente web se tendrían costos adicionales de internet, compra de dominio y pago por alojamiento web, pero esto se definirá en la fase de implementación.

Humanos: cada asociación debe seleccionar y asignar el personal que operará el sistema, quienes serán capacitados por el equipo desarrollador.

Metodológicos: este factor también se definirá en la implementación ya que el prototipo diseñado debe ajustarse a la dinámica de trabajo de cada asociación.

3.2.2 Fase: Diseño

El diseño estructurado de sistemas se ocupa de la identificación, selección y organización de los módulos y sus relaciones. Se comienza con la especificación resultante del proceso de análisis, se realiza una descomposición del mismo en módulos estructurados en jerarquías, con características tales que permitan la implementación de un sistema que no requiera elevados costos de mantenimiento. (Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, 2006).

Desde un punto de vista práctico, un módulo es una colección de instrucciones de un programa debe tener cuatro características básicas:

1. **Entradas y Salidas:** lo que un módulo recibe en una invocación, para este caso, el registro de clientes y todos los catálogos identificados como: servicios, tarifas, válvulas, tubería entre otros y lo que retorna como resultado tal como la información clasificada y organizada en tablas y agrupada en los reportes.
2. **Función:** las actividades que un módulo hace con la entrada para producir la salida; por ejemplo, todas las funciones de procesamiento, cálculo o de almacenamiento, actualización, borrado de registros o simplemente consulta a la base de datos.

3. Lógica Interna: por la cual se ejecuta la función, cuando se pasan parámetros de consulta entre funciones del sistema.

4. Estado Interno: su área de datos privada, datos para los cuales sólo el módulo hace referencia; es decir la tabla o tablas que se afectan con cada operación del sistema.

Todos estos elementos que comprende esta etapa tales como: la conceptualización del sistema, el estudio, la planificación y diseños básicos del mismo, así como el establecimiento de las restricciones con las cuales se delimita el proyecto, se enfatizará en algunos elementos de diseño.

Para diseñar el sistema se tomó en cuenta el contenido de información recopilado, y las funciones que serán ejecutadas enfocadas en las áreas de interés, para este estudio se han identificado las categorías de información o módulos siguientes: catálogos, clientes, conexiones, lectura, recibos, reportes, entre otros, las cuales permitirán gestionar información mediante la búsqueda de datos incluyendo datos geográficos relacionados con algunas áreas antes mencionadas.

Diagrama Jerárquico

El producto principal de esta fase es el diagrama jerárquico que es un recurso gráfico utilizado como herramienta para organizar y estructurar las relaciones entre las diferentes partes de un sistema. El diagrama jerárquico permite descomponer un sistema determinado en varios niveles. La clasificación de estos estratos se hace con relación al valor del elemento o concepto que aparece dentro del diagrama, cada uno con un nivel de complejidad y valor menor o mayor dependiendo del caso.

Este modelo tiene la función de ayudar a entender con mayor facilidad el funcionamiento y organización de la estructura global del sistema, dado que refleja la relación de subordinación que existe entre cada elemento. Un diagrama jerárquico permite tener claras las funciones de cada ente y evitar intromisiones. Estos pueden ser de distintas formas, según la preferencia del usuario; las características de los distintos formatos dependerán de cuál es la mejor forma de presentar la información, según la naturaleza de la misma (Marianella, 2021).

A continuación, se presenta un diagrama jerárquico con los principales módulos del sistema.

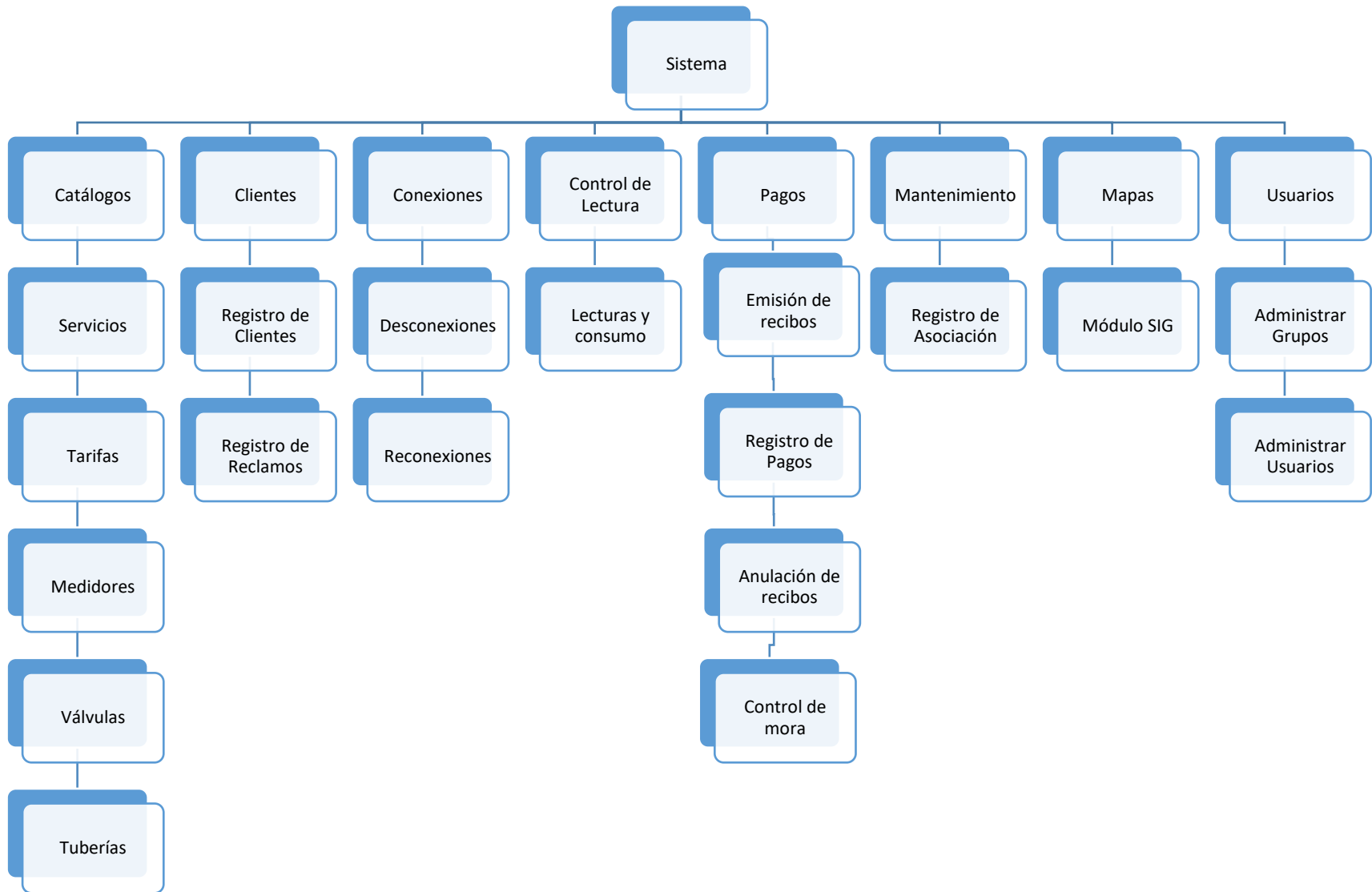


Figura 2. Diagrama Jerárquico del sistema. Elaboración propia.

3.2.3 Fase: Desarrollo

Esta fase se basó en toda la información recopilada, analizada y diseñada, además se creó la base de datos tomando en cuenta la relación entre cada uno de los módulos del diagrama jerárquico y sus respectivos formularios programados en páginas web para la creación de cada tabla y sus respectivos campos lo cual hizo posible el flujo de información desde el sistema hacia el repositorio y viceversa.

A continuación, se presentan algunos elementos importantes de esta fase.

3.2.4 Herramientas de software

Para la obtención del producto final de este proyecto se utilizaron una lista de programas informáticos, que son parte de los requerimientos técnicos y que se describen a continuación:

ArcMap 10.8: “Aplicación central utilizada en ArcGIS donde se visualizan y exploran los dataset, se asignan símbolos y crean los diseños de mapa para imprimir o publicar; también se utiliza para crear y editar los dataset.” [Environmental Systems Research Institute (ESRI), 2016].

ArcGIS Online: Plataforma web “para la representación cartográfica y análisis basada en la nube”. (ESRI, 2019).

PHP: Este lenguaje es gratuito y multiplataforma. PHP es el acrónimo de Hipertext Preprocesor. Es un lenguaje para programar scripts del lado del servidor, que se incrustan dentro del código HTML. Es un lenguaje de programación del lado del servidor gratuito e independiente de plataforma, rápido, con una gran librería de funciones y mucha documentación. Un lenguaje del lado del servidor es aquel que se ejecuta en el servidor web, justo antes de que se envíe la página a través de Internet al cliente. Las páginas que se ejecutan pueden realizar accesos a bases de datos, conexiones en red, y otras tareas para crear la página final que verá el cliente. El cliente solamente recibe una página con el código HTML resultante de la ejecución de la PHP. Como la página resultante contiene únicamente código HTML, es compatible con todos los navegadores. (Desarrolloweb.com, 2001).

MySQL: es un sistema de gestión de base de datos relacional (RDBMS) de código abierto, basado en lenguaje de consulta estructurado (SQL). MySQL se ejecuta en prácticamente todas las plataformas, incluyendo Linux, UNIX y Windows. A pesar de que se puede utilizar en una amplia gama de aplicaciones, MySQL se asocia más con las aplicaciones basadas en la web y la publicación en línea y es un componente importante de una pila empresarial de código abierto llamado LAMP. LAMP es una plataforma de desarrollo web que utiliza Linux como sistema

operativo, Apache como servidor web, MySQL como sistema de gestión de base de datos relacional y PHP. (SearchDataCenter, s.f.).

XAMPP: es un servidor independiente de plataforma, software libre, que consiste principalmente en la base de datos MySQL, el servidor Web Apache y los intérpretes para lenguajes de script: PHP y Perl. El nombre proviene del acrónimo de X (para cualquiera de los diferentes sistemas operativos), Apache, MySQL, PHP, Perl. El programa está liberado bajo la licencia GNU y actúa como un servidor Web libre, fácil de usar y capaz de interpretar páginas dinámicas. Actualmente XAMPP está disponible para Microsoft Windows, GNU/Linux, Solaris, y MacOS X. (EcuRed. S.f.).

3.2.5 Creación de base de datos

La base de datos del sistema está compuesta por 36 tablas, fue creada en formato SQL a través de la herramienta phpmyadmin.

La función principal de cada tabla es el almacenamiento permanente de la información identificada desde la sección de análisis de información así también se definieron los campos que componen cada tabla y algo muy importante es el tipo de datos. Toda esta colección de información se vinculó con cada uno de los módulos del sistema a fin de que haya ese flujo de entrada de datos y salida de información del sistema; a ese proceso contribuyó también el diseño de tablas de almacenamiento temporal, las cuales se utilizan en algunos procesos del sistema, específicamente en módulo de recibos o para generar reportes.



Figura 3. Listado de tablas que conforman la base de datos. Elaboración propia.

#	Nombre	Tipo
1	cod_cliente 🔑	int(5)
2	num_cuenta	varchar(20)
3	fecha_crea	date
4	nombre	varchar(50)
5	apellido	varchar(30)
6	fecha_naci	date
7	direccion	varchar(100)
8	cod_municipio 🔑	int(3)
9	cod_departamento 🔑	int(2)
10	sexo	varchar(9)
11	dui	varchar(10)
12	telefono	varchar(10)
13	celular	varchar(10)
14	nit	varchar(18)
15	mail	varchar(50)
16	num_medidor	int(5)
17	lectura_ini	int(5)
18	estado	varchar(8)

Figura 4. Ejemplo de estructura de tabla de la base de datos. Elaboración propia.

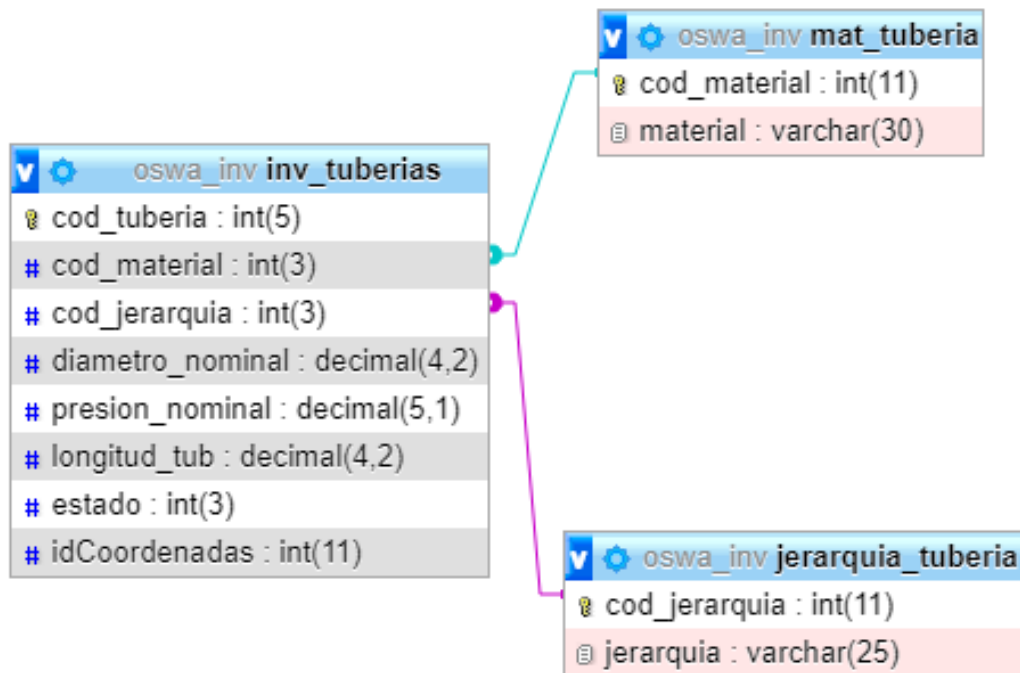


Figura 5. Ejemplo de estructura de tabla de la base de datos. Elaboración propia.

3.2.6 Programación de módulos

Teniendo conformada la estructura de la base de datos se procedió con la programación o codificación de cada una de las páginas del sistema, las cuales están conformadas por sus respectivos formulario y botones; esta codificación se realizó con el lenguaje PHP y se utilizó la metodología de programación estructurada que es un modelo orientado a mejorar la claridad, calidad y tiempo de desarrollo de un programa, utilizando únicamente subrutinas o funciones y tres estructuras básicas: 1) Secuencial, tales como asignación de valores a variables, 2) Condicional con estructuras de llamadas de bifurcación como if e if-else y 3) Repetitiva mediante bucles tales como for y while. (Grupo Docente ISCyP, 2017).

3.2.7 Fase: Implementación del sistema

En la última fase del desarrollo de sistema se realizará en cuatro asociaciones administradoras del servicio de agua, respetando la estructura y dinámica de trabajo de cada una de estas, para ello se realizarán reuniones con personal administrativo con el fin de obtener insumos para la delimitación del prototipo de sistema desarrollado; esta fase incluye la capacitación de los usuarios en el manejo de la herramienta informática.

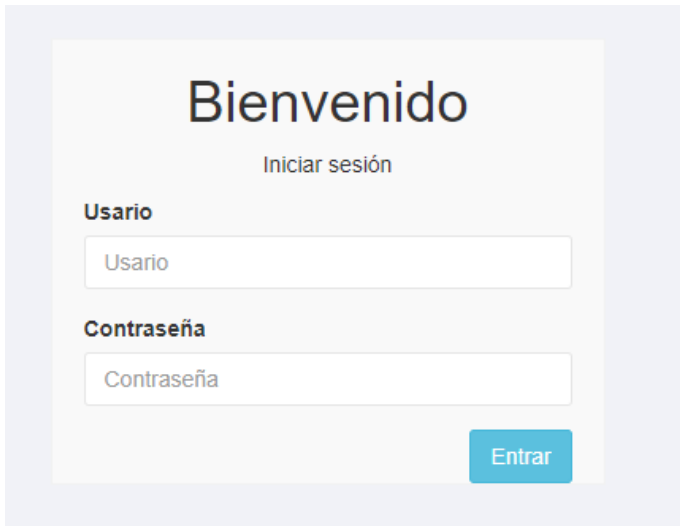
Este proceso incluye también la construcción de una base de datos, la instalación del sistema y su puesta en producción. La seguridad de los datos está estrechamente ligada con el entorno informático existente para reducir la resistencia a un nuevo sistema informático y generar apoyo entre los usuarios finales.

4. Resultados

4.1 Módulos del sistema

4.1.1 Ingreso al sistema

Al cargar la página principal del sistema desplegará el siguiente formulario en el navegador, la cual tiene como funcionalidad validar las credenciales del usuario del sistema y el nivel de acceso a este.



The image shows a login form with the following elements:

- Header: **Bienvenido**
- Sub-header: Iniciar sesión
- Form fields:
 - Label: **Usuario**
 - Input: Usuario
 - Label: **Contraseña**
 - Input: Contraseña
- Button: Entrar

Figura 6. Pantalla de ingreso al sistema. Elaboración propia.

Posterior a la validación del nombre de usuario y contraseñas, en caso de ser correctas, el sistema muestra la siguiente pantalla de inicio que contiene el Menú principal al lado izquierdo, luego el nombre de la asociación al centro y en la parte inferior unos gráficos relativos a la información que se maneja en el sistema por ejemplo el consumo consolidado, resumen de estado de clientes, medidores entre otros.



Figura 7. Pantalla de inicio 1. Elaboración propia.

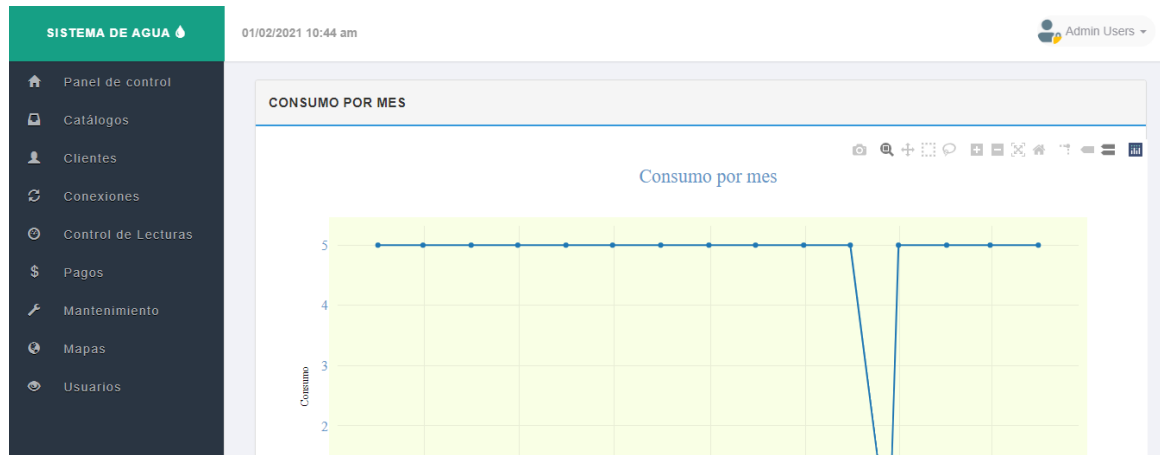


Figura 8. Pantalla de inicio 2. Elaboración propia.

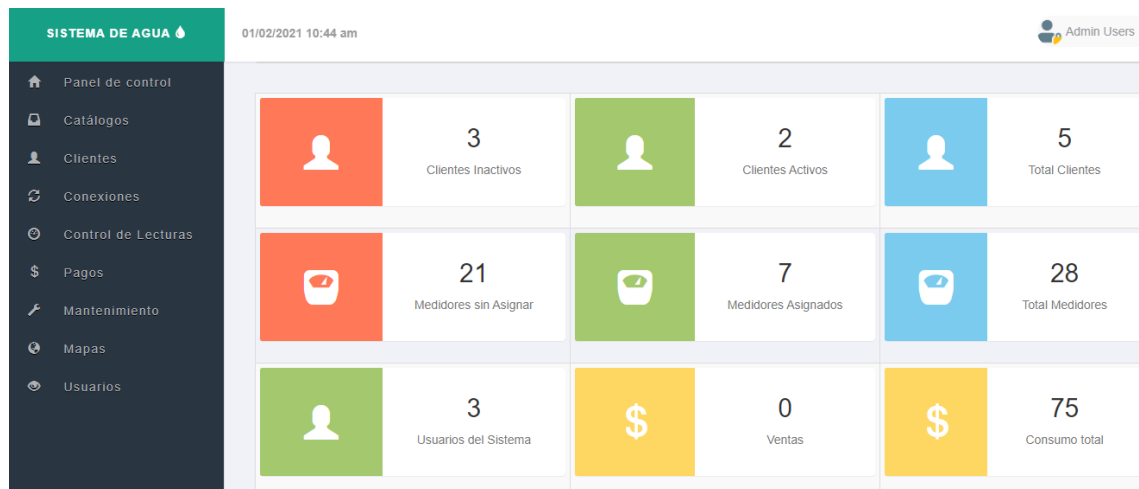


Figura 9. Pantalla de inicio 3. Elaboración propia.

4.1.2 Módulo: Catálogos.

En esta sección del sistema se presentan una colección de elementos que hacen referencia a interfaces gráficas para poblar la base de datos, entre estas están: 1) Servicios que contiene el nombre del servicio y el costo, 2) Tarifas en el cual se administran los niveles y rangos de consumo de agua y su respectivo costo, 3) Medidores, en este catálogo se detalla datos como el número, la marca, el estado de uso y si ya fue asignado dicho medidor a un cliente; otros catálogos importantes son el de válvula que contiene todas las especificaciones técnicas de los diferentes tipos de válvula en un sistema de agua potable, además de incluir la fecha de instalación para efectos de estimar el mantenimiento. El último catálogo es de tuberías con la peculiaridad de contener dos subcatálogos en simultáneo, el primero que describe las especificaciones de la jerarquía de la tubería y el segundo que describe el tipo de material.

Importante mencionar que cada uno de estos catálogos desarrolla un “CRUD” que es el acrónimo de crear, leer, actualizar y borrar (por sus siglas en inglés); es decir, las funciones básicas para la interacción entre la interfaz gráfica del usuario de un sistema y la base de datos de este.

#	Codigo	Servicio	Costo	Acciones
1	00001	Servicio de Agua	7.05	
2	00002	Pago de Acometida	60.00	
3	00003	Alcantarillado	2.00	

Figura 10. Pantalla Catálogo Servicios. Elaboración propia.

#	Código	Nivel	Desde(M³)	Hasta(M³)	Precio(\$)	Acciones
1	1	Bajo	0	12	7.30	
2	2	Medio	13	24	10.00	
3	3	Alto	25	1000000	15.00	

Figura 11. Pantalla de Catálogo Tarifas. Elaboración propia.

SISTEMA DE AGUA 01/02/2021 10:45 am Admin Users

LISTA DE MEDIDORES AGREGAR MEDIDOR REPORTE REGRESAR























#	Código	Numero	Cod. Marca	Serie	Estado	Asignado	Acciones
1	1	45678	2	5tttt	Nuevo	SI	 
2	2	656565	2	5xxx	Nuevo	SI	 
3	4	878787	6	9xxxx	Nuevo	NO	 
4	6	666666	1	66666	Nuevo	NO	 
5	7	545454	3	4xxx	Usado	NO	 
6	9	44444	4	4g4g	Nuevo	NO	 
7	10	66666	1	h4h4h4	Nuevo	NO	 
8	115	1	2	as2	Nuevo	SI	 
9	116	2	2	as2	Nuevo	SI	 
10	117	3	2	as2	Nuevo	SI	 
11	118	4	2	as2	Nuevo	SI	  3 notificaciones nu

Figura 12. Pantalla Catálogo de Medidores. Elaboración propia.

SISTEMA DE AGUA 26/02/2021 3:24 pm Admin Users

LISTA DE VÁLVULAS AGREGAR VÁLVULA REPORTE REGRESAR











Código	Inventario	Tipo	Instalación	Mantenimiento	Lugar	Acciones
1	111	Válvulas swing-check, cuerpo de Ho. Fo.	2020-06-26	2020-12-26	cantón uno	 
2	112	Válvulas de compuerta de asiento elástico, AWWA C-509	2020-06-26	2020-12-26	cantón dos	 
3	113	Válvulas de compuerta de hierro fundido montadas en bronce doble disco.	2020-06-26	2020-09-26	cantón tres	 
4	1114	Válvula ANSI B16.1 clase 125	2020-06-28	2020-09-28	Cantón cuatro	 
5	114	Válvula ANSI B16.1 clase 250	2020-06-30	2020-09-30	Cantón cinco	 

Figura 13. Pantalla de Catalogo de Válvulas. Elaboración propia.

SISTEMA DE AGUA 01/02/2021 10:46 am Admin Users

LISTADO DE TUBERIAS AGREGAR TUBERIA JERARQUIA DE TUBERIA MATERIAL DE TUBERIA





#	Material	Jerarquia	Estado	Acciones
1	material 3	jerarquia 3	Inventario	 
2	PVC	Red en alta	Inventario	 

Figura 14. Pantalla de Catalogo Tuberías. Elaboración propia.

4.1.3 Módulo: Gestión de clientes.

Este componente del sistema combina dos opciones principales, la primera que es el registro de clientes, la cual incluye la modificación de datos de este e incluso la eliminación de un cliente del sistema; adicionalmente, contiene básicamente tres secciones: la primera sobre los datos generales del cliente, la segunda sobre la asignación de recursos como medidor e inicialización de lectura y la tercera la asignación de coordenadas que permitirán mostrar la ubicación de cada cliente a través de cartografía digital, la cual se describe posteriormente.











#	Código	No. Cuenta	Nombres	Apellidos	Medidor	Acciones
1	162	123	Fabiola Cristina	Cano Quezada	1	 
2	163	1234	Samuel Alejandro	Cano	2	 
3	165	321	Samuel Alejandro	Cano Quezada	3	 
4	166	2312	Fabiola Cristina	Cano Quezada	4	 
5	167	3685	Rhina Alexandra	Cano Quezada	5	 

Figura 15. Pantalla de Listado de Clientes. Elaboración propia.

CLIENTES

Código Cliente: No. Cuenta: Fecha: 2021-02-01

Nombres: Apellidos:

Fecha de Nacimiento: Dirección:

Departamento: Municipio: Sexo:

DUI * (formato: xxxxxxx-x): Teléfono * (formato: xxxx-xxxx): Celular * (formato: xxxx-xxxx):

NIT * (formato: xxxx-xxxx-xxx-4x): Correo electrónico * (Ej. juanperez@gmail.com):

Número Medidor: Lectura inicial: Estado:

Figura 16. Pantalla de registro de cliente. Elaboración propia.

SISTEMA DE AGUA 01/02/2021 10:55 am Admin Users

EDITAR CLIENTE

Código Cliente	No. Cuenta	Fecha
162	123	2020-06-16
Nombres	Apellidos	
Fabiola Cristina	Cano Quezada	
Fecha de Nacimiento	Dirección	
09/04/1964	Cantón El brazo No. 34	
Departamento	Municipio	Sexo
San Miguel	San Miguel	Femenino
DUI * (formato: xxxxxxx-x)	Teléfono * (formato: xxxx-xxxx)	Celular * (formato: xxxx-xxxx)
2545255-5	0	6425-8455
NIT * (formato: xxxx-xxxxx-xxx-4x)	Correo electrónico * (Ej. juanperez@gmail.com)	
1245-090494-254-2	0	
Medidor	Estado	

Figura 17. Pantalla de edición de datos de cliente. Elaboración propia.

La segunda opción de este submenú se refiere al registro cronológico, sobre todo, al seguimiento de todos los reclamos realizados por los clientes, que es importante para mantener en buenas condiciones de abastecimiento de agua potable con respecto a la optimización de recursos y dar pronta solución a los diferentes problemas que enfrentan los usuarios. Al igual que el ítem anterior, se presenta un listado inicial con todos los reclamos realizados y para ingresar una nueva gestión se debe buscar al cliente para posteriormente ingresar todos los detalles concernientes a la queja y se guarda en la base de datos.

SISTEMA DE AGUA 01/02/2021 10:56 am Admin Users

LISTA DE RECLAMOS

BUSCAR CLIENTE REPORTE REGRESAR









#	Cuenta	Fecha/reclamo	Nombres	Apellidos	Motivo	Solución	Acciones
1	1234	2020-09-10	Samuel Alejandro	Cano	Medidor averiado	NO	 
2	1234	2020-06-19	Samuel	Cano	Factura atrasada	SI	 
3	123	2020-06-19	Fabiola Cristina	Cano Quezada	Quejas	NO	 
4	3685	2020-06-19	Rhina Alexandra	Cano Quezada	Robos	NO	 

Figura 18. Pantalla de Registro de reclamos. Elaboración propia.

SISTEMA DE AGUA 05/02/2021 11:08 am Admin Users

AGREGAR RECLAMO

Código de cuenta: 123 Fecha: 05/12/2021

Nombres: Samuel Alejandro Apellidos: Cano

Motivo: Daños Detalles: Detalles.....

SOLUCIONADO: NO

Buscar Guardar Reporte

Figura 19. Pantalla de registro de reclamos. Elaboración propia.

4.1.4 Módulo: Conexiones

En este módulo se lleva un control los siguientes procesos: conexión, es decir, cuando se da de alta la prestación de servicio a un nuevo cliente; desconexión el cual se refiere a suspender el servicio a un cliente ya sea por petición voluntaria del usuario de retirarse del sistema o por incumplimiento prolongado de pago; y reconexión o reinstalación del servicio luego de que el cliente ha cancelado todo lo adeudado a la asociación.

SISTEMA DE AGUA 01/02/2021 11:12 am Admin Users

LISTA DE DESCONEXIONES BUSCAR CLIENTE REPORTE REGRESAR










#	Cuenta	Nombre	Apellido	Fech. Orden	Motivo	Ejecutada	Fech. Ejecución	Observación	Acciones
1	123	Samuel Alejandro	Cano	2020-07-24	Acumulación de Mora	SI	2020-07-24	Mora	 
2	2312	Fabiola Cristina	Cano Quezada	2021-01-25	Reparaciones	SI	2021-01-25	Reparaciones	 
3	321	Samuel Alejandro	Cano Quezada	2021-01-25	Acumulación de Mora	SI	2021-01-25	Acumulación	 
4	3685	Rhina Alexandra	Cano Quezada	2020-11-06	Acumulación de Mora	SI	2020-11-09	Saldo en mora	 
5	625042020	Claudia Elizabeth	Benavides Franco	2021-01-25	Acumulación de Mora	SI	2021-01-25	Mora	 

Figura 20. Pantalla de Lista de desconexiones. Elaboración propia.

SISTEMA DE AGUA 01/02/2021 11:12 am Admin Users

DESCONEXIÓN

BUSCAR CLIENTE DESCONECTADO:

Cuenta	Nombres	Apellidos	Motivo	Fech. Ejecutado	Observación	Acción
2312	Fabiola Cristina	Cano Quezada	Reparaciones	2021-01-25	Reparaciones	
321	Samuel Alejandro	Cano Quezada	Acumulación de Mora	2021-01-25	Acumulación	
3685	Rhina Alexandra	Cano Quezada	Acumulación de Mora	2020-11-09	Saldo en mora	
625042020	Claudia Elizabeth	Benavides Franco	Acumulación de Mora	2021-01-25	Mora	

Figura 21. Pantalla para desconexión de servicio. Elaboración propia.

De igual forma se administra la petición de reconexión de los usuarios posterior al pago de la mora o de cualquier resolución favorable avalada por la administración. La presentación de esta pantalla es con base en un listado donde aparecen los datos del cliente, el estado y fecha de ejecución de la desconexión y el motivo por el cual se ha hecho ese procedimiento.

SISTEMA DE AGUA 01/02/2021 11:12 am Admin Users

LISTA DE RECONEXIONES BUSCAR DESCONEXIONES REPORTE REGRESAR

#	Cuenta	Nombre	Apellido	Fech. Orden	Ejecutada	Fech. Ejecución	Observación	Acciones
1	321	Samuel Alejandro	Cano Quezada	2021-01-20	SI	2021-01-20	Se reconecta, la cuenta	
2	3685	Rhina Alexandra	Cano Quezada	2020-09-24	SI	2020-09-24	reco 1525	
3	625042020	Claudia Elizabeth	Benavides Franco	2021-01-20	SI	2021-01-20	Solicitud de reconexión y pago de saldo	

Figura 22. Pantalla de Lista de reconexiones. Elaboración propia.

SISTEMA DE AGUA 01/02/2021 11:13 am Admin Users

RECONEXIÓN DE CLIENTE

No. Cuenta: Fecha de Orden:

Nombres: Apellidos:

Fecha de ejecución: Medidor: Lectura inicial:

EJECUTADO:

Observación:

Figura 23. Pantalla de reconexión de servicio. Elaboración propia.

4.1.5 Módulo: Control de lecturas

Esta sección del sistema consta de varios procedimientos, el primero de ellos la carga inicial de lectura que se puede efectuar de dos maneras: 1) Al momento de registrar el cliente se le asigna cero a la primera lectura, 2) Desde el listado de clientes el cual está filtrado para las cuentas que no han sido inicializada su respectiva lectura, posteriormente se redirige a la siguiente pantalla donde se asigna el valor del registro inicial por defecto cero y se guarda.

SISTEMA DE AGUA 01/02/2021 11:18 am Admin Users

CARGA INICIAL DE LECTURA

BUSCAR CUENTA:

Codigo	Cuenta	Nombres	Apellidos	Acción
00163	123	Samuel Alejandro	Cano	<input type="button" value="⚙"/>
00166	2312	Fabiola Cristina	Cano Quezada	<input type="button" value="⚙"/>
00176	1220042018	Nora Stefany	Canales Santana	<input type="button" value="⚙"/>
00209	1223042018	Samuel Franklin	Mendizabal Gamez	<input type="button" value="⚙"/>

Figura 24. Pantalla de listado de cuentas para inicializar lectura. Elaboración propia.

SISTEMA DE AGUA 01/02/2021 11:29 am Admin Users

REGISTRO INICIAL DE LECTURA

Código de cuenta: 123 Nombres: Samuel Alejandro Apellidos: Cano

Lectura anterior: 0 Lectura actual: 0

Mes Inicial: Febrero Año Inicial: 2021 Usuario: Admin Users

Guardar Regresar

Figura 25. Pantalla de carga inicial de lectura. Elaboración propia.

El siguiente listado, generado en formato PDF, es de mucha importancia ya que es la herramienta que el personal de campo tiene para registrar lectura de los medidores los cuales se ingresarán al sistema posteriormente.

listado_lecturasPDF.php 1 / 2 93%

Listado de toma de lecturas

Mes: Junio Año: 2021 Fecha de toma de lectura: 2021-02-01

#	Nombres	Apellidos	Cuenta	Dirección	Lectura Anterior	Lectura Actual
1	Samuel Alejandro	Cano	123	Cantón El brazo No. 34	0	
2	Samuel Alejandro	Cano Quezada	321	Cantón El brazo No. 34	0	
3	Fabiola Cristina	Cano Quezada	2312	Cantón El brazo No. 34	0	
4	Rhina Alexandra	Cano Quezada	3685	Cantón El brazo No. 36	0	
5	Claudia Elizabeth	Benavides Franco	625042020	Cantón El Tablón, caserío Los Juanes	0	
6	Joel Enrique	Benitez Gomez	748042020	Cantón El Tablón, caserío Los Juanes	0	
7	Gabriela Margarita		535042018	Cantón El Tablón, caserío Los Juanes	0	
8	Sulma Yesenia	Caceres Canales	1595042018	Cantón El Tablón, caserío Los Juanes	0	
9	Sandra Beatriz	Campio Martinez	309042018	Cantón El Tablón, caserío Los Juanes	0	
10	Nora Stefany	Canales Santana	1220042018	Cantón El Tablón, caserío Los Juanes	0	
11	Jaqueline Del Carmen	Carranza Flores	292042018	Cantón El Tablón, caserío Los Juanes	0	
12	Gerson Alfredo	Castro Alvarado	329042018	Cantón El Tablón, caserío Los Juanes	0	
13	Oscar Daniel	Chavez Argueta	1544042019	Cantón El Tablón, caserío Los Juanes	0	
14	Yenifer Sarai	Chavez Rivas	183042018	Cantón El Tablón, caserío Los Juanes	0	
15	Bryan Roberto	Clar? Ventura	527042018	Cantón El Tablón, caserío Los Juanes	0	
16	Erik Argelio	Constanza Coreas	225042017	Cantón El Tablón, caserío Los Juanes	0	
17	Yaquelin Estefany	Contreras Romero	40042018	Cantón El Tablón, caserío Los Juanes	0	
18	Bianca Leticia	Cruz Navarrete	253042018	Cantón El Tablón, caserío Los Juanes	0	
19	Bianca Alicia	Cruz Sorto	1683042013	Cantón El Tablón, caserío Los Juanes	0	
20	Beberim Yulissa	Cuadra Quintanilla	147042018	Cantón El Tablón, caserío Los Juanes	0	
21	Monica Gissel	Delgado Argueta	985042020	Cantón El Tablón, caserío Los Juanes	0	

Figura 26. Listado de toma de lecturas generado en PDF. Elaboración propia.

La siguiente pantalla tiene correspondencia con el listado antes descrito y sirve para ingresar lecturas mensualmente en la base de datos, éstos son importantes en el flujo de información del sistema ya que se convierten en un punto de inflexión porque de este valor deriva el control del consumo, la elaboración de recibos, pagos, entre otros.

SISTEMA DE AGUA 01/02/2021 11:18 am Admin Users

REGISTRO MENSUAL DE LECTURAS

Usuario

Admin Users							
#	Mes	Año	Nombres	Apellidos	Cuenta	Lectura Anterior	Lectura Actual
1	Junio	2021	Samuel Alejandro	Cano	123	4	<input type="text"/>
2	Junio	2021	Samuel Alejandro	Cano Quezada	321	4	<input type="text"/>
3	Junio	2021	Fabiola Cristina	Cano Quezada	2312	4	<input type="text"/>
4	Junio	2021	Rhina Alexandra	Cano Quezada	3685	4	<input type="text"/>
5	Junio	2021	Claudia Elizabeth	Benavides Franco	625042020	4	<input type="text"/>
6	Junio	2021	Joel Enrique	Benitez Gomez	748042020	4	<input type="text"/>
7	Junio	2021	Gabriela Margarita		535042018	4	<input type="text"/>
8	Junio	2021	Sulma Yesenia	Caceres Canales	1595042018	4	<input type="text"/>
9	Junio	2021	Sandra Beatriz	Campio Martinez	309042018	4	<input type="text"/>

Figura 27. Pantalla de ingreso mensual de lecturas. Elaboración propia.

4.1.6 Módulo: Recibos

El módulo de recibo contempla una variedad de opciones, la primera es la emisión de recibos colectivos y se realiza utilizando de interfaz la siguiente pantalla, la cual tiene por insumos el mes y el año de elaboración de registros, se establece una fecha de vencimiento y de igual forma se asigna un número correlativo de recibo, posteriormente se listan todos los recibos generados para revisarlos previo almacenamiento en la base de datos.

SISTEMA DE AGUA 01/02/2021 11:30 am Admin Users

EMISION DE RECIBOS COLECTIVOS

Mes: 1-Enero Año: 2021 Fecha de vencimiento: dd/mm/aaaa

Ultimo recibo: 93 Numero inicial: 94 [Lista de recibo](#)

#	No. Cuenta	Mes	Año	Fecha Lectura	Lectura Anterior	Lectura Actual	Consumo	Valor
1	1039042020	3	2021	2021-03-31	1	2	1	\$7.35
2	1048042018	3	2021	2021-03-31	1	2	1	\$7.35
3	1220042018	3	2021	2021-03-31	1	2	1	\$7.35
4	1223042018	3	2021	2021-03-31	1	2	1	\$7.35
5	137042018	3	2021	2021-03-31	1	2	1	\$7.35
6	147042018	3	2021	2021-03-31	1	2	1	\$7.35
7	1544042019	3	2021	2021-03-31	1	2	1	\$7.35
8	1595042018	3	2021	2021-03-31	1	2	1	\$7.35
9	1605042018	3	2021	2021-03-31	1	2	1	\$7.35
10	167042018	3	2021	2021-03-31	1	2	1	\$7.35
11	1683042013	3	2021	2021-03-31	1	2	1	\$7.35

Figura 28. Pantalla para generar recibos colectivos mensuales. Elaboración propia.

La segunda opción de este módulo es un listado de recibos; para imprimir se genera en formato PDF y para ello se ha diseñado una plantilla de impresión que detalla los datos generales del cliente el consumo y el costo de cada servicio.

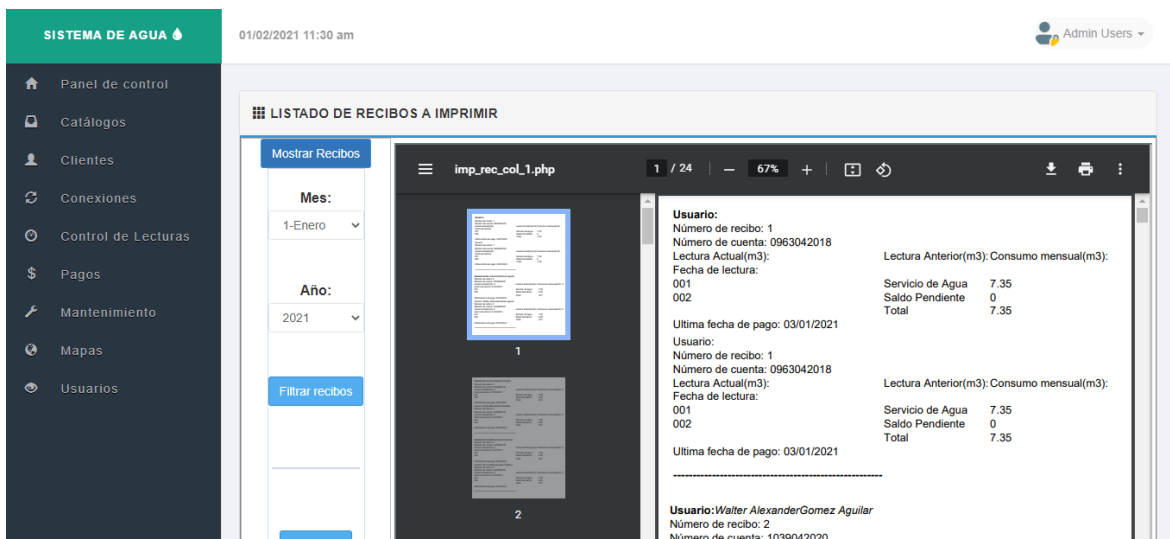


Figura 29. Listado detallado de recibos mensuales generado en PDF. Elaboración propia.

La utilidad de esta opción es específica para generar recibos que no son por el consumo de mensual de agua potable sino de otros servicios que se adquieren de manera esporádica tales como los pagos de acometida y de reconexión.

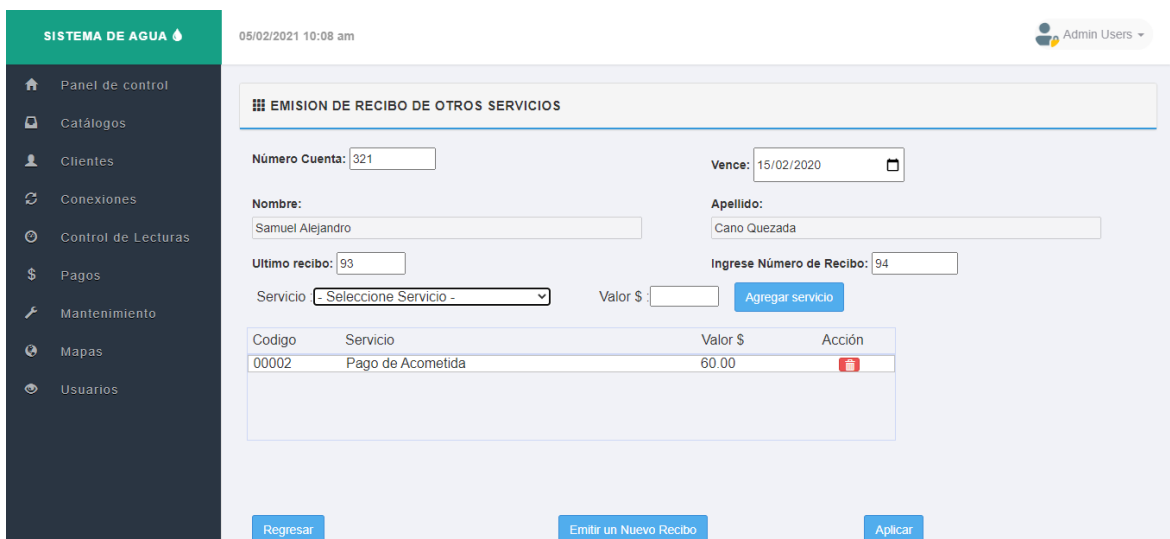


Figura 30. Pantalla de Emisión de recibo de otros servicios. Elaboración propia.

Una opción importante es la impresión de copia de un recibo, la cual puede ser requerida cuando hay pérdida de este documento por parte del usuario, para ello se tiene la siguiente pantalla en la cual se hace una búsqueda del recibo por apellido del cliente, luego selecciona el recibo y se reenvían los parámetros para filtrar en la base de datos y se extraen los demás datos que se cargan automáticamente; finalmente, se manda a impresión.

SISTEMA DE AGUA 01/02/2021 11:32 am Admin Users

BUSQUEDA DE RECIBO POR CLIENTE

Busqueda:

Cuenta	Cliente	No Recibo	Corte	Vence	Monto \$	Total Pagado \$	Pagado	Trasladar
123	Samuel Alejandro Cano	93	29-01-2021	15-02-2021	62.00	0.00	NO	Enviar
123	Samuel Alejandro Cano	92	29-01-2021	15-02-2021	60.00	0.00	NO	Enviar
123	Samuel Alejandro Cano	91	29-01-2021	15-02-2021	62.00	0.00	NO	Enviar
2312	Fabiola Cristina Cano Quezada	61	28-02-2021	15-02-2021	7.35	0.00	NO	Enviar
2312	Fabiola Cristina Cano Quezada	17	31-01-2021	03-01-2021	7.35	0.00	NO	Enviar
321	Samuel Alejandro Cano Quezada	66	28-02-2021	15-02-2021	7.35	0.00	NO	Enviar
321	Samuel Alejandro Cano Quezada	22	31-01-2021	03-01-2021	7.35	0.00	NO	Enviar
3685	Rhina Alexandra Cano Quezada	70	28-02-2021	15-02-2021	7.35	0.00	NO	Enviar
3685	Rhina Alexandra Cano Quezada	26	31-01-2021	03-01-2021	7.35	0.00	NO	Enviar

Registros para su busqueda: 9

Figura 31. Pantalla con listado de recibos por cada cliente. Elaboración propia.

SISTEMA DE AGUA 01/02/2021 11:33 am Admin Users

IMPRESION COPIA DE RECIBO

DATOS DEL CLIENTE

Número de Recibo:

Número de Recibo:

Número de Cuenta:

Cliente:

Monto: \$

Vencimiento:

¡Todos los campos son obligatorios!

Figura 32. Pantalla para impresión de copia de recibo. Elaboración propia.

La elaboración de recibos termina con el proceso de impresión, para lograrlo, después de tener la configuración de datos, se accede a la opción de impresión que generará un archivo en PDF y se agrega el menú con las especificaciones de la impresora que está instalada en el equipo, tal como lo muestra la siguiente pantalla, la cual se utiliza para todas las opciones de impresión del recibo individual.

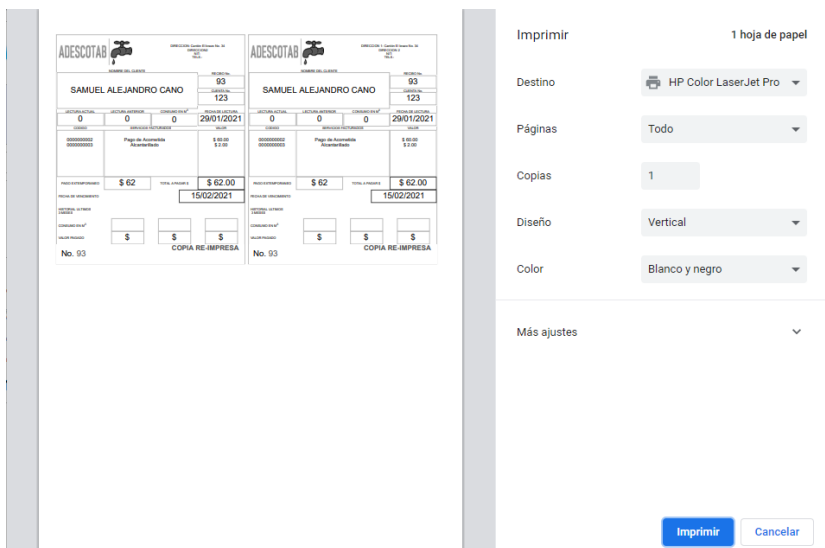


Figura 33. Pantalla de configuración de impresión de recibo. Elaboración propia.

4.1.7 Módulo: Pagos

La sección de pagos describe una serie de procedimientos que toma como fuente principal de información los recibos mensuales; ya que es el número de recibo el que se ingresa al sistema para poder registrar un pago, tal como lo muestra la siguiente pantalla, además aquí se controla si el recibo registra alguna mora.

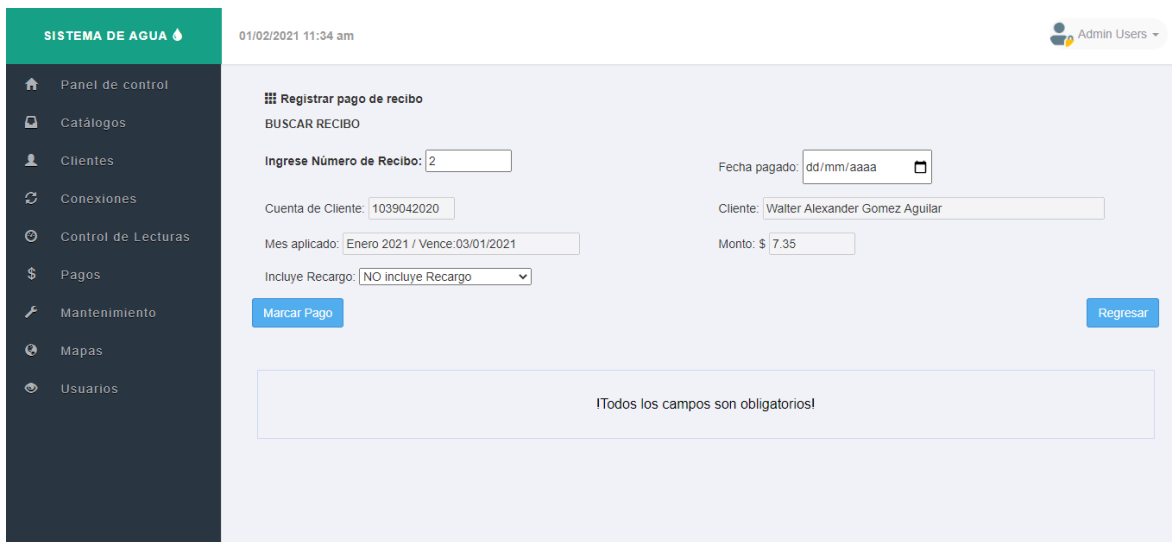


Figura 34. Pantalla de registro de pago. Elaboración propia.

Una opción poco frecuente es la reversión de pago, la cual sólo aplica en casos que la administración del sistema de agua potable lo apruebe y es sólo en casos que el servicio contratado no haya sido prestado o que no coincida con lo solicitado, también cuando existan errores en el cobro de las transacciones; al igual que la

opción anterior, el control se hace ingresando el número de recibo, después se muestra el detalle y se aplica la reversión de pago.

Figura 35. Pantalla de reversión de pago. Elaboración propia.

La anulación de recibos es un procedimiento también poco frecuente; sin embargo, se ha considerado en el sistema y este aplica cuando ocurra un error en la identificación del cliente, el valor de la operación, el servicio facturado o, incluso, en la fecha de la operación.

Figura 36. Pantalla de anulación de recibo. Elaboración propia.

Al igual que en los pagos, la anulación de recibos también tiene la opción de revertir esa operación ya que en ocasiones el usuario, por error involuntario, podrá anular un recibo; como en las secciones anteriores, la reversión se hace mediante el ingreso del número recibo y automáticamente se cargan todos los datos en pantalla.

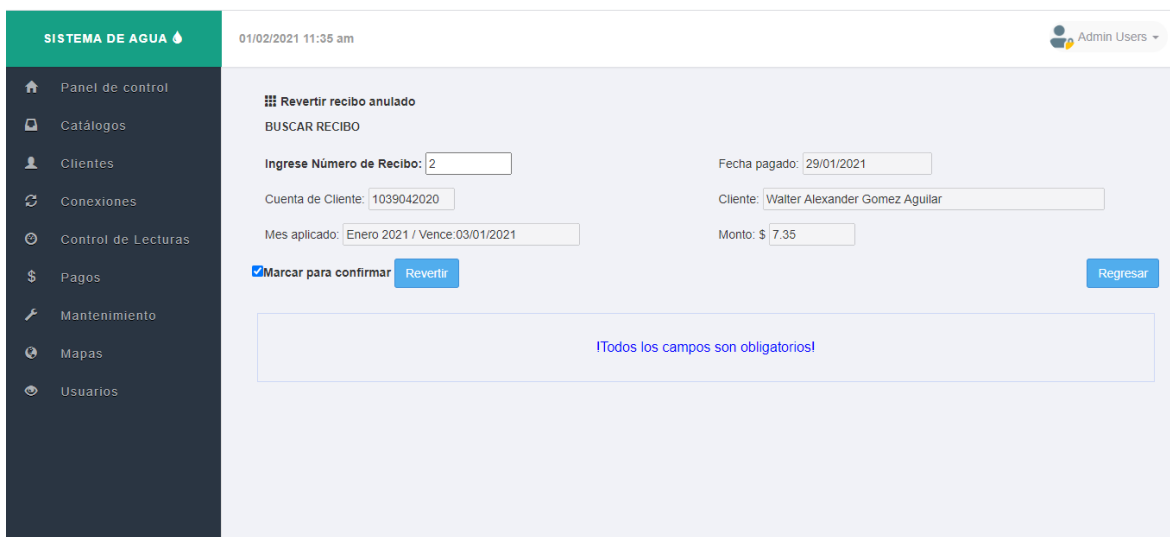


Figura 37. Pantalla de reversión de anulación de recibo. Elaboración propia.

Control de mora

Este es un proceso importante para el control de ingreso de las asociaciones administradoras de agua potable, para ello se presenta un reporte detallado de recibos no pagados por cada usuario, asimismo el respectivo monto de mora por retraso en el pago.

Cuenta	Cliente	Fecha Cobro	Fecha Vencimiento	Mora	Monto	Total
1039042020	Walter Alexander Gomez Aguilar	28-02-2021	15-02-2021	2,00	7,35	9,35
1048042018	Emely Maria Galeas Rosales	31-01-2021	03-01-2021	2,00	7,35	9,35
1048042018	Emely Maria Galeas Rosales	28-02-2021	15-02-2021	2,00	7,35	9,35
1220042018	Nora Stefany Canales Santana	31-01-2021	03-01-2021	2,00	7,35	9,35
1220042018	Nora Stefany Canales Santana	28-02-2021	15-02-2021	2,00	7,35	9,35
1223042018	Samuel Franklin Mendizabal Gamez	31-01-2021	03-01-2021	2,00	7,35	9,35
1223042018	Samuel Franklin Mendizabal Gamez	28-02-2021	15-02-2021	2,00	7,35	9,35
123	Samuel Alejandro Cano	29-01-2021	15-02-2021	0,00	62,00	62,00
123	Samuel Alejandro Cano	29-01-2021	15-02-2021	0,00	60,00	60,00
123	Samuel Alejandro Cano	29-01-2021	15-02-2021	0,00	62,00	62,00
137042018	Oneyda Estefani Hernandez Gutierrez	31-01-2021	03-01-2021	2,00	7,35	9,35
137042018	Oneyda Estefani Hernandez Gutierrez	28-02-2021	15-02-2021	2,00	7,35	9,35
147042018	Beberlin Yulissa Cuadra Quintanilla	31-01-2021	03-01-2021	2,00	7,35	9,35
147042018	Beberlin Yulissa Cuadra Quintanilla	28-02-2021	15-02-2021	2,00	7,35	9,35
1544042019	Oscar Daniel Chavez Arqueta	31-01-2021	03-01-2021	2,00	7,35	9,35
1544042019	Oscar Daniel Chavez Arqueta	28-02-2021	15-02-2021	2,00	7,35	9,35
1595042018	Sulma Yesenia Caceres Canales	31-01-2021	03-01-2021	2,00	7,35	9,35
1595042018	Sulma Yesenia Caceres Canales	28-02-2021	15-02-2021	2,00	7,35	9,35
1605042018	Jose Rudy Morales Mejia	31-01-2021	03-01-2021	2,00	7,35	9,35
1605042018	Jose Rudy Morales Mejia	28-02-2021	15-02-2021	2,00	7,35	9,35

Figura 38. Pantalla de control de mora. Elaboración propia.

4.1.8 Módulo: Mantenimiento

En este módulo se tiene el ingreso, edición y eliminación de datos de una asociación administradora de agua potable.

Se presenta en primer lugar un listado de asociaciones, luego se tiene una pantalla de registro de la asociación que tiene varias secciones: una para el ingreso de datos

de la asociación como el nombre, el Número de identificación Tributaria (NIT), la dirección, teléfono, entre otros; la segunda sección corresponde al ingreso de datos del representante legal de la asociación.

Se ha incluido también la opción de editar datos de la asociación ya que la mayoría de éstas cambian su junta directiva cada dos años razón por la cual los datos del representante legal tienen que modificarse.

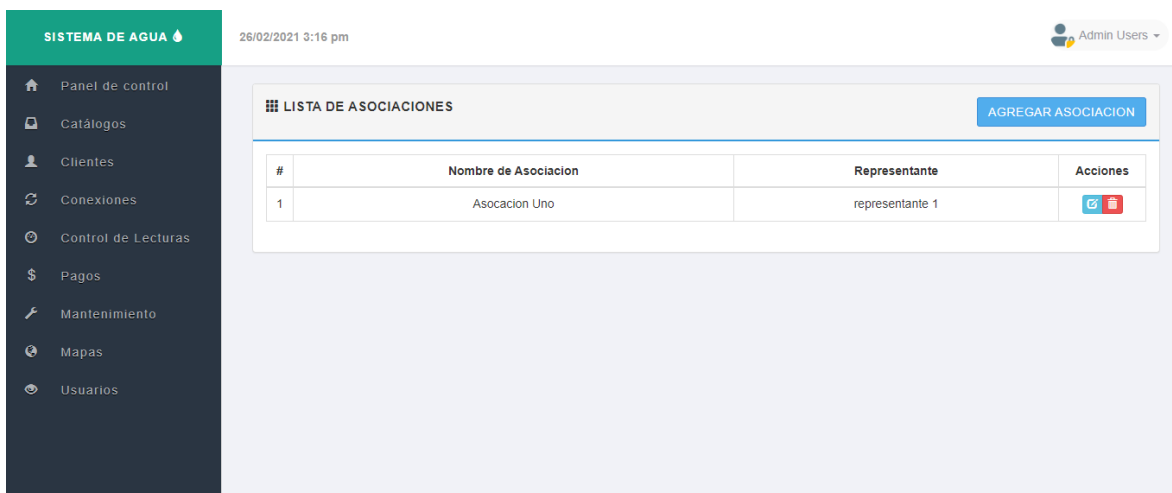


Figura 39. Pantalla de listado de asociaciones. Elaboración propia.

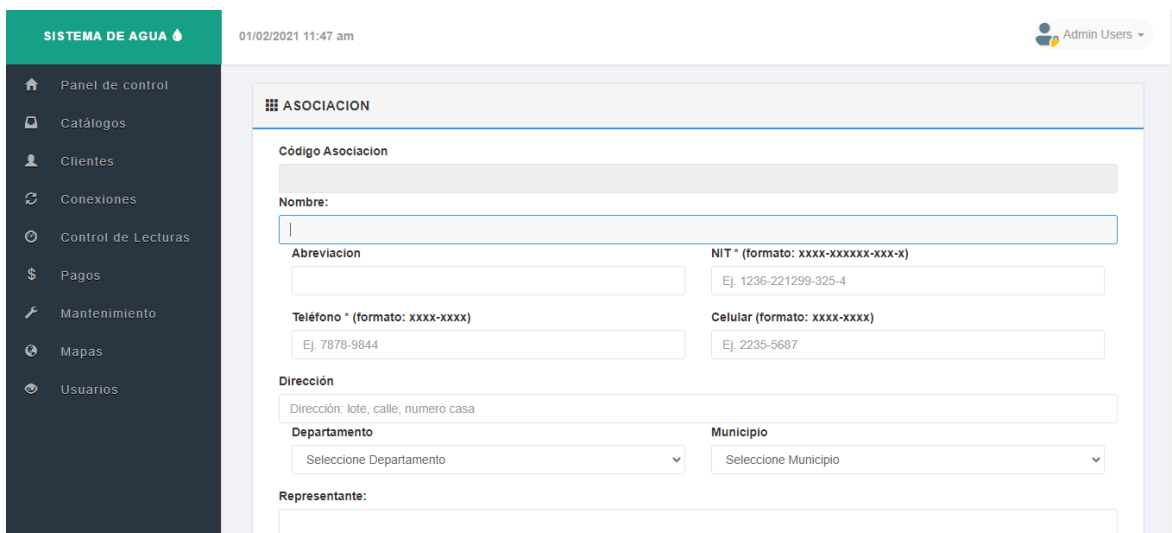


Figura 40. Pantalla de registro de Asociación. Elaboración propia.

SISTEMA DE AGUA 01/02/2021 11:49 am Admin Users

EDITAR ASOCIACION

Código Asociación: 18

Asociación: Asociación Uno

Abreviacion: AS1 NIT * (formato: xxxx-xxxxxx-xxx-x): 1111-111111-11

Teléfono * (formato: xxxx-xxxx): 1111-1111 Celular * (formato: xxxx-xxxx): 1111-1111

Dirección: direccion 1

Departamento: La Union Municipio: Conchagua

Representante:

Figura 41. Pantalla de edición de datos de asociación. Elaboración propia.

4.1.9 Módulo: Usuarios

Esta sección del sistema es de mucha importancia ya que mediante la creación de usuarios se conceden permisos de acceso a cierta cantidad de opciones u operaciones a realizar en el sistema, la pantalla siguiente muestra el detalle de la clasificación de usuarios por grupo y el estado de estos.

SISTEMA DE AGUA 01/02/2021 11:48 am Admin Users

GRUPOS AGREGAR GRUPO

#	Nombre del grupo	Nivel del grupo	Estado	Acciones
1	Admin	1	Activo	
2	Special	2	Activo	
3	User	3	Activo	

Figura 42. Pantalla de Grupos de usuario. Elaboración propia.

La siguiente opción es “Usuarios”, en esta se especifican las credenciales y el nivel de acceso de las personas al sistema según su rol o grupo de usuario al que pertenecen; para éstos se tienen tres tipos: “admin” que es el súper usuario del sistema con acceso a todas las opciones, “usuario especial” que tiene algunas restricciones y el “usuario default” que posee acceso solo a las opciones básicas.

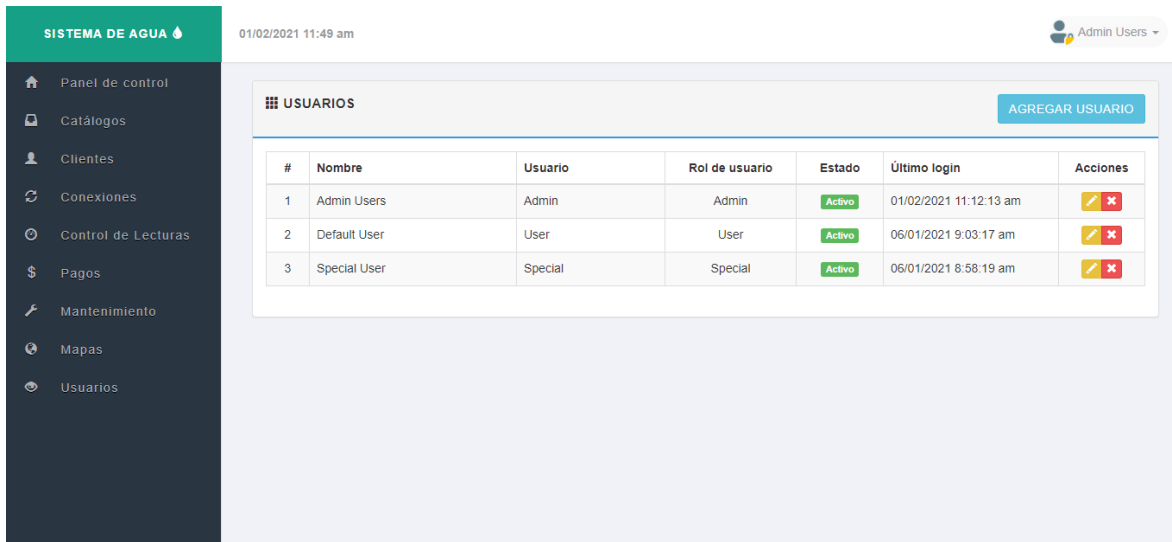


Figura 43. Pantalla de Usuarios. Elaboración propia.

4.1.10 Reportes

La importancia de esta sección radica en mostrar la información que produce el sistema luego de efectuar los diferentes procesos, información que puede presentarse de manera consolidada por cliente o por rango de fecha o detallada por medio de un listado. A continuación, se presenta algunos ejemplos de reportes generados, cabe mencionar que debido a que se trabajará con cuatro asociaciones; esta sección quedará sujeta a modificaciones por parte de los usuarios al momento de implementarse el sistema.



Figura 44. Reporte de clientes. Elaboración propia.

Reporte de Desconexiones

Código:18 Asociación:Asociacion Uno
 Departamento:La Union Municipio:Conchagua
 Dirección:direccion 1 NIT:1111-11111-11
 Fecha:2021-02-01 Teléfono:1111-111
 Código:20 Asociación:asociacion tres
 Departamento:La Libertad Municipio:Santa Tecla
 Dirección:direccion3 NIT:3333-33333-33
 Fecha:2021-02-01 Teléfono:3333-333

#	Cuenta	Nombre	Apellido	Fech. Orden	Motivo	Ejecutada	Fech. Ejecución
1	123	Samuel Alejandro	Cano	2020-07-24	AcumulaciAn de Mora	SI	2020-07-24
2	2312	Fabiola Cristina	Cano Quezada	2021-01-25	Reparaciones	SI	2021-01-25
3	321	Samuel Alejandro	Cano Quezada	2021-01-25	Acumulación de Mora	SI	2021-01-25
4	3685	Rhina Alexandra	Cano Quezada	2020-11-06	Acumulación de Mora	SI	2020-11-09
5	625042020	Claudia Elizabeth	Benavides Franco	2021-01-25	Acumulación de Mora	SI	2021-01-25

Figura 45. Reporte de Desconexiones. Elaboración propia.

4.2 Cartografía digital dinámica en ArcGIS Online

4.2.1 Mapas web de estados de usuarios

Estos mapas sirven de base para crear aplicaciones web con base a cartografía digital.

Mapa de estado de usuarios: muestra el estado del usuario, si está activo o inactivo en el sistema, esto, cuando ocurre una desconexión del servicio de agua potable.

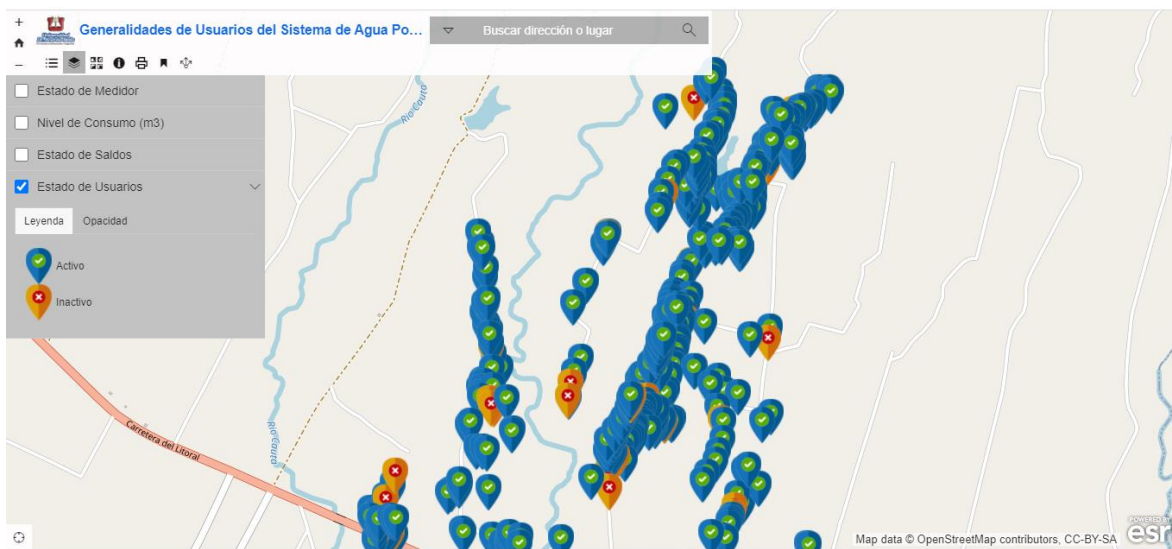


Figura 46. Mapa de estado de usuario. Elaboración propia.

Mapa de nivel de consumo: La función de este mapa es tener un control del consumo de agua potable de los usuarios clasificados por niveles o rangos de consumo en metros cúbicos.

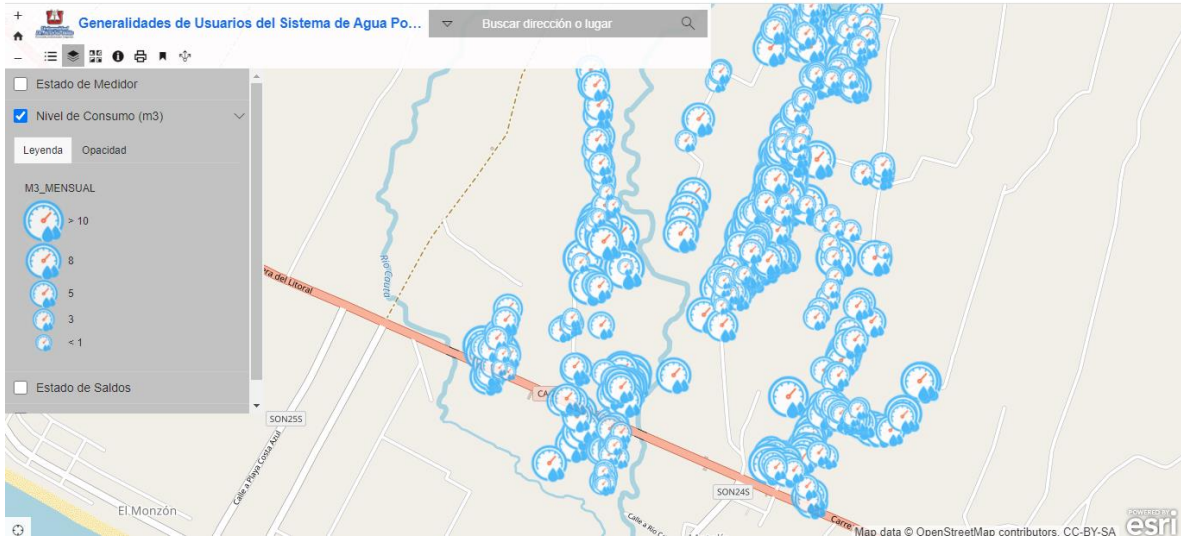


Figura 47. Mapa de nivel de consumo. Elaboración propia.

Mapa de estado de pagos: Muestra la solvencia de pago por parte de los usuarios diferenciada por color.

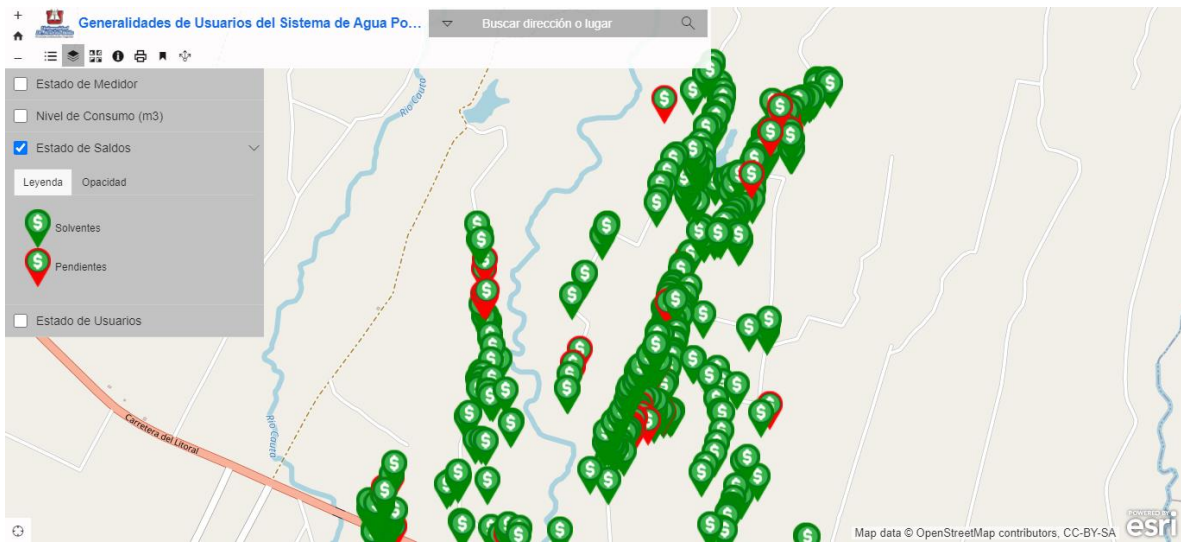


Figura 48. Mapa de ubicación de usuario. Elaboración propia.

Mapa de estado de medidor: sirve para llevar un control de la instalación de medidores, y la vida útil de estos.

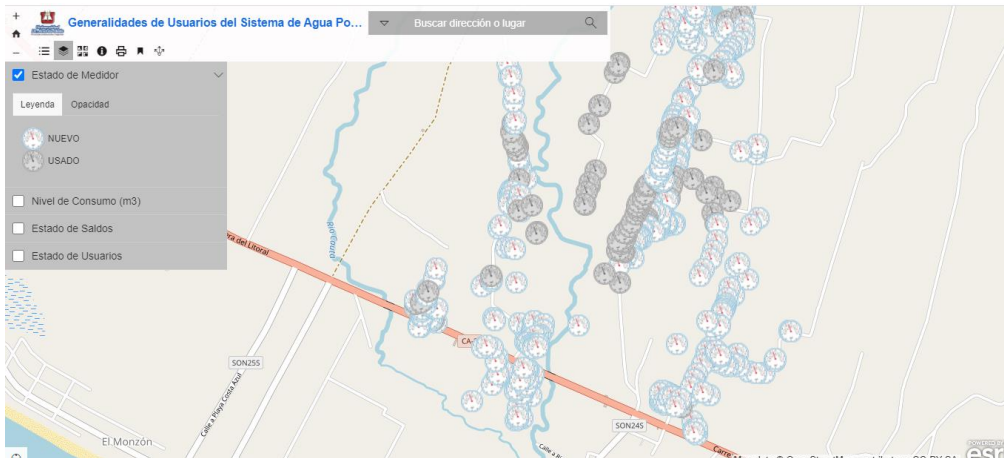


Figura 49. Mapa de estado de medidor. Elaboración propia.

También se diseñó una aplicación web del tipo dashboard o cuadro de mando que es una vista de información geográfica y de los datos que permiten monitorizar eventos, tomar decisiones, informar a otros y ver tendencias. Los cuadros de mando se han diseñado para mostrar varias visualizaciones que trabajan juntas en una sola pantalla; ofrecen una vista integral de sus datos y proporcionan información clave para tomar decisiones de un vistazo. (ESRI, s.f.)

4.2.2 Aplicación Dashboard para de control de usuarios

Este cuadro de mando muestra la ubicación de los usuarios del sistema de agua potable clasificados por zona, también presenta un consolidado de instalación de medidores y de usuarios activos e inactivos.

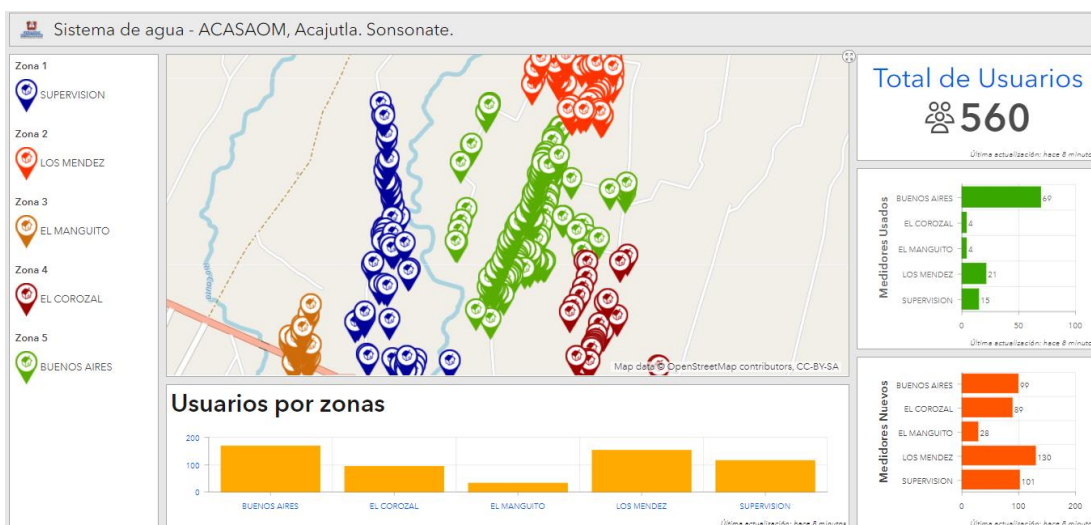


Figura 50. Aplicación Dashboard (tablero o cuadro de mando) para de control de datos de usuarios. Elaboración propia.

5. Discusión

El siguiente análisis de la herramienta informática resultante de esta investigación se enfoca en los siguientes aspectos:

Automatización de procesos

La automatización de las operaciones administrativas de acuerdo a ISOTools (2021), es el proceso de realizar las cosas mucho más fáciles, efectivas y eficientes en toda organización mediante la implementación de sistemas informáticos; todo esto fue aplicado en las cuatro asociaciones administradoras del servicio de agua potable incluidas en este estudio, quienes llevan sus procesos de manera manual; pero con la instalación del sistema desarrollado se pretende aplicar dicha automatización que tiene las siguientes ventajas:

- Minimizar costos, logrado a través del mejoramiento de la carga de trabajo del equipo y disminuyendo los recursos, esto coincide con la sección del sistema toma de lecturas de consumo, ya que se facilitará el trabajo tanto al técnico encargado de tomar los datos como al personal administrativo que ingresa dichos datos al sistema mediante un formulario fácil de manejar.
- Reducción del número de errores humanos, esto se logró mediante la validación del ingreso de datos en el sistema; a través de pantallas de catálogos y de registro de clientes.
- Aumentar de forma significativa la velocidad de la ejecución, a través de reducir el tiempo de realización de los procesos mediante la interacción entre el sistema diseñado y la base de datos; esa interrelación permitirá que se elaboren centenares de recibos en pocos segundos y la impresión de estos en minutos, un proceso que de forma manual puede durar horas para las asociaciones con pocos usuarios hasta días en las asociaciones que tienen más de 500 usuarios tales como: ACASAOM en Acajutla y Barrio La Sierpe en Chalatenango.
- Obtención de información oportuna, el sistema desarrollado coincide con esta característica de la automatización de procesos ya que se puede generar informes consolidados cuya utilidad es ayudar a miembros de la junta directiva de las asociaciones en la toma de decisiones; se pueden generar también informes detallados e históricos, los cuales son de mucha importancia para el personal administrativo puesto que facilitan actividades de control como el caso del cálculo y registro de la mora para cada usuario.
- Realizar monitoreo y seguimiento de actividades de la organización, esto se aplicó en la sección de registro de reclamos por parte de los usuarios en el

sistema hasta darle la respectiva resolución, cabe mencionar que para eso es necesario tener la información debidamente actualizada.

Finalmente, respecto a la automatización de procesos como función que debe cumplir todo sistema informático, su desarrollo debe basarse en la integración de diferente software, aplicaciones y/o plataformas que faciliten el trabajo; esto coincide con el sistema elaborado para las asociaciones administradoras del servicio de agua potable, que integra el lenguaje de programación PHP y el sistema gestor de base de datos MySQL; así también, se obtuvieron productos de cartografía digital en la plataforma ArcGIS Online.

Adaptabilidad.

Según el Blog Bit Programación (s.f.), el término adaptativo en el desarrollo de sistemas se refiere al proceso en el que todo software interactivo adecúa su comportamiento a los usuarios individuales, basado en diferentes criterios tales como la información adquirida sobre el mismo, el contexto de uso y principalmente su entorno; condiciones que concuerdan con el sistema desarrollado ya que se trabajó con asociaciones que manejan de forma distinta la información, por ejemplo en dos se tiene instalados medidores de consumo, lo cual implica tarifa diferenciada; caso contrario en las otras dos se tiene tarifa única al no contar con medidores; otra diferencia está en la cantidad de usuarios, en dos asociaciones cuentan con más de 500 usuarios y se tiene una asociación con menos de 50; sin embargo, el sistema ofrece prácticamente el mismo tiempo de respuesta para ambos casos.

Otras características importantes para todo sistema de información son las que menciona Mezquita (2019):

Flujo independiente

Esta característica es fundamental y se refiere a que todo sistema de información genera un flujo de datos independiente de otros generados dentro o fuera de la organización; en ese sentido, el sistema diseñado cumple también con esta característica ya que a pesar que se alimenta de datos provenientes de fuentes externas como la toma de datos del cliente o usuario, toma de lectura de medidores, y el registro de reclamo de los clientes, entrega información para todos los niveles o instancias de las asociaciones administradoras del servicio de agua potable; todo el procesamiento se realiza internamente en el sistema sin interferir con otras actividades o transacciones de otros sistemas existentes.

Integración

Esta característica resalta el sistema de información como un todo que debe integrarse a la estructura de la empresa; el objetivo de esta integración es facilitar la coordinación entre departamentos, sectores, divisiones y otros tipos de unidades organizativas que interactuarán con el sistema; para el caso de las asociaciones, éstas tendrán interacción con el sistema, con el personal administrativo que ingresará datos, el personal de campo que hará instalación de medidores, desconexiones, reconexiones y lecturas de consumo.

Además, este proceso de integración facilita y agiliza la toma de decisiones mediante la generación de reportes consolidados, los cuales son útiles para junta directiva quienes deben presentar estos resultados a las asambleas generales de usuarios, que es otra figura administrativa donde se toman decisiones por votación. El sistema diseñado contribuye de la forma anteriormente descrita no solo en el funcionamiento de las asociaciones sino también en la transparencia del manejo de fondos.

El presente proyecto, por tener un componente de sistema de información geográfica, se debe actualizar y retroalimentar periódicamente, conforme se tengan necesidades de la población servida y que es directamente proporcional a las mejoras en la gestión, reparaciones y abastecimiento de la red de agua; por lo tanto, este proceso se vuelve cíclico, ocasionando que se tenga que tomar medidas de control y actualización sobre todo de la red de agua, a fin de contribuir con una herramienta informática para tener un servicio con mejor calidad de agua distribuida en el fraccionamiento.

6. Conclusiones

El análisis del manejo de la información de las asociaciones determinó que el registro de la información de los clientes y del inventario se cumple, pero no de forma segura y es poco efectivo su administración; por esa razón se desarrolló una herramienta informática para el registro mecanizado de todos los elementos que incluye la administración del servicio de agua potable y la entrega de información oportuna a través de reportes.

Dentro del diseño del sistema se consideraron elementos como el diagrama jerárquico y las estructuras de las tablas, lo que dio paso a la construcción de la base de datos, a la codificación de opciones de captura y consulta de información; y a la creación de cartografía digital del sistema, habilitada para la migración de resultados generados por el sistema hacia cualquier otro sistema que lo requiera.

Los procedimientos para el manteniendo y actualización de los registros de la base de datos del sistema, específicamente los relacionados con los clientes, incluyen las actividades de captura de coordenadas, digitalización y validación; para que el proceso de publicación de la información pueda ser visualizado de forma exitosa, según cada mapa temático, se incluyó el componente de SIG, mediante el cual se georreferenciaron entidades espaciales y se graficó en un ambiente dinámico.

El uso de la plataforma ArcGIS Online permitió el desarrollo de una aplicación que integra los mapas elaborados en un ambiente interactivo y ordenado, cuya principal funcionalidad es la visualización de los datos en forma dinámica, resumida y agradable para el usuario, convirtiéndose así en una herramienta fácil de utilizar para hacer consulta sobre datos de diferentes estados del cliente de las distintas asociaciones.

El sistema de información desarrollado cumple con los procesos de almacenamiento, edición, consulta y eliminación de los registros de la base de datos, en la cual se ha creado privilegios para administradores de este sistema, garantizando así la cobertura de las necesidades identificadas en la etapa de planeación, mediante la automatización de procesos que permitirá a las asociaciones administradoras del servicio de agua potable mejorar de forma continua su funcionamiento.

Con la implementación del sistema propuesto será posible incrementar la seguridad de la información, que se manejará de manera mecanizada de tal forma que se reduce el riesgo de pérdida de registros y/o la manipulación de los mismos por parte de los usuarios del sistema; por consiguiente, será bajo accesos limitados de acuerdo al tipo o nivel de usuario, además permitirá a las asociaciones tener mayor contacto con sus clientes, así como el control de inventario y de ingresos.

7. Referencias

- Bit Programación. (s.f.). *Sistemas adaptables para mejorar la experiencia del usuario*. Recuperado de <http://bitprogramacion.blogspot.com/2012/12/sistemas-adaptables-para-mejorar-la-experiencia-del-usuario.html>
- Carreto, J. (2020). *Fundamentos de Sistemas*. Recuperado de <http://uprotgs.blogspot.com/2008/02/anlisis-de-sistemas.html>
- Desarrolloweb. (2001). *Introducción a los lenguajes del web*. Recuperado de <https://desarrolloweb.com/articulos/392.php>
- Dominguez Coutiño , L. A. (2012). *Análisis de Sistemas de Información*. Recuperado de http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/sistemas/Analisis_de_sistemas_de_informacion.pdf
- EcuRed: Enciclopedia cubana. (s.f.). *XAMPP*. Recuperado de <https://www.ecured.cu/XAMPP>
- Environmental Systems Research Institute. (2016). *Qué es ArcMap*. Recuperado de http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/main/map/what-is-arcmap-.htm#ESRI_SECTION1_C88FACCF707D43C99C5CB661A2017558
- Environmental Systems Research Institute. (s.f.). *Qué es un cuadro de mando*. Recuperado de <https://doc.arcgis.com/es/dashboards/get-started/what-is-a-dashboard.htm>
- Fragoso Sandoval, L., Ruiz, J. R., & Flores, Z. (2013). *Sistema para control y gestión de redes de agua potable de dos localidades de México*. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382013000100009#:~:text=Dentro%20de%20un%20sistema%20de,distribuida%20en%20condiciones%20adecuadas%20de
- Grupo Docente ISCyP. (18 de 9 de 2017). *Programación Estructurada*. Recuperado de <https://webs.um.es/ldaniel/iscyp17-18/10-programacionEstructurada.html>
- Instituto Universitario de Opinión Pública, Universidad Centroamericana José Simeón Cañas. (s.f.). *Encuesta sobre el derecho humano al agua*. Recuperado de <https://www.uca.edu.sv/iudop/wp-content/uploads/Bolet%c3%adn-de-Agua.pdf>

ISOTools. (2021). *¿Por qué automatizar los procesos en tu organización?* Recuperado de <https://www.isotools.org/2018/03/28/por-que-automatizar-los-procesos-en-tu-organizacion/#:~:text=La%20automatizaci%C3%B3n%20procesos%2C%20persigue%20el,de%20trabajar%20de%20forma%20manual.>

Marianella, M. (2021). *Diagrama jerárquico: concepto y características.* Recuperado de <https://www.lifeder.com/diagrama-jerarquico/>

Mesquita, R. (2019). *¿Qué es un Sistema de Información y cuáles son sus características?* Recuperado de <https://rockcontent.com/es/blog/que-es-un-sistema-de-informacion/>

Mora Zamora, A. (2005). *La investigación dirigida.* Recuperado de <https://www.cientec.or.cr/exploraciones/ponenciaspdf/ArabelaMora.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2016). *Componentes y Funciones de los SIG.* Recuperado de http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/animal/sig/intro/compo.htm#:~:text=El%20hardware%20es%20el%20computador%20donde%20opera%20el%20SIG.&text=Los%20programas%20de%20SIG%20proveen,manipulaci%C3%B3n%20de%20la%20informaci%C3%B3

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (s.f.). *Componentes y Funciones de los SIG.* Recuperado de http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/animal/sig/intro/compo.htm#:~:text=El%20hardware%20es%20el%20computador%20donde%20opera%20el%20SIG.&text=Los%20programas%20de%20SIG%20proveen,manipulaci%C3%B3n%20de%20la%20informaci%C3%B3

Ortega Pérez, E., Martín Ramos, B., Ezquerro Canalejo, A., & Otero Pastor, I. (2016). *Sistemas de información geográfica. Teoría y Práctica.* Madrid: Dextra Editorial S.L.

SoftwareLab. (2020). *Preguntas principales sobre agua, saneamiento e higiene para uso en encuestas de hogares.* Recuperado de <https://softwarelab.org/es/que-es-hardware-y-software-definicion-y-diferencias/>

TechTarget. (s.f.). *MySQL.* Recuperado de <https://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/MySQL>

Tutela de Derechos Humanos del Arzobispado de San Salvador. (s.f.).
Situación actual del agua en El Salvador. Recuperado de
<http://tuteladh.org/sitioweb/situacion-actual-del-agua-en-el-salvador/#:~:text=A%20pesar%20de%20que%20El,alta%20que%20el%20agua%20disponible.>

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. (2006).
Diseño Estructurado de Sistemas. Recuperado de
<https://users.exa.unicen.edu.ar/catedras/prog1/sites/default/files/ApuntesDiagramaEstructura.pdf>

8. Anexos

Anexo 1. Instrumento para diagnóstico de Asociaciones Administradoras del servicio de agua potable.

Guía base para obtener información de la Asociaciones.

1. Nombre de la Asociación (Contacto email/teléfono)
2. Municipio
3. Departamento
4. Año de fundación / creación
5. Estado legal
 - Legalizado (Estatutos u otra figura legal)
 - En proceso
 - No legalizado
6. Figura de administración (Junta directiva)
 - a. Forma y periodo de elección
 - b. Tipo de sesiones
 - Rendición de cuenta
 - Asamblea General comunitaria
 - Reuniones periódicas de junta directiva
7. Nombre del representa legal (Si estuviera Legalizado o En Proceso)
8. Otros antecedentes de la Asociación
9. Cantidad de usuarios / viviendas
10. Tasa de expansión anual promedio (nuevas conexiones al año)
11. Cantidad de servicios que prestan
12. Tipo y cuantía de tarifa
13. Control del consumo (Cuenta con medidores)

14. Ingreso promedio mensual / anual (valor aproximado o un rango).
15. Tipificación de costos
 De administración (Puede seleccionar varios)
- Pago de salarios personal administrativo y técnico en oficina contratado permanentemente o eventual.
 - Gastos de papelería/ consumibles/ materiales útiles de oficina
 - Viáticos y gastos de viaje (intercambio de experiencias con otras asociaciones, capacitaciones)
 - Alquileres
- Operativos
- Salarios personal técnico contratado de trabajo en campo contratado permanentemente o eventual.
 - Gastos energía eléctrica (pago servicios públicos de energía, consumo de combustible, etc.)
 - Gastos del tratamiento (cloro, químicos, etc.)
 - Otros (subcontrataciones temporales, suministros diversos, etc.)
- Mantenimiento
- Reparaciones menores que requieren pago mano de obra no calificada
 - Suministros para el mantenimiento (preventivo y/o correctivo)
- Servicios ambientales y otros
- Reforestación
 - Limpieza y mantenimiento de la fuente de captación o cuenca
 - Otros
16. Recibe subvención y/o cooperación de instituciones (Alcaldía, ANDA, ONG) o si recibió para el inicio de operaciones o para mantenimiento.
17. Tipo y Frecuencia de Mantenimiento al sistema de agua
 Mantenimiento preventivo cada: 6 meses, un año, otros, especifique:
- Mantenimiento correctivo cada: 6 meses, un año, otros, especifique:
- Mantenimiento preventivo y correctivo cada: 6 meses, un año, otros, especifique:
18. ¿Reciben apoyo técnico del gobierno/otras instituciones para la operación del sistema u otras actividades?
 No/Sí Nombre de entidad
19. Se promueve acciones de protección de la zona cercana a la fuente o toma de agua del sistema
 Sí Cuales No

20. Tipificación de acciones correctivas (Puede seleccionar varios)

- Promoción del no uso de plaguicidas en la zona cercana a la fuente o toma de agua del sistema
- Promoción de no descargas de aguas residuales
- Reforestación
- Sustitución de componentes pertenecientes al sistema cuando se dañan

21. Tipificación de acciones preventivas (Puede seleccionar varios)

- Revisión y/o aumento de la protección legal o administrativa del terreno donde se ubica la toma y/o del recurso hídrico (a través de ordenanza municipal, reglamento interno de la asociación u otra figura legal).
- Vigilancia de la zona cercana a la fuente o toma de agua del sistema
- Protección de la flora y fauna de la zona cercana a la fuente o toma de agua del sistema
- Revisión del buen estado de la demarcación y señalización de la zona cercana a la fuente o toma de agua del sistema
- Revisión del estado del cercado de la obra de toma o tanque de captación y estación de bombeo y/o mejorarlo.
- Revisión y/o sustitución periódica de los componentes pertenecientes del sistema antes de rotura o daño.
- Realización de acciones que promuevan la no tala de árboles y la reforestación
- Protección de suelos; estabilización de taludes, barreras vivas, barreras muertas, etc.
- Revisión y actualización del plan de contingencia incendio, desastres naturales.

22. Tipo de sistema de abastecimiento de agua

(Puede ser selección múltiple, si aplica)

Sistema por gravedad

Sistema por bombeo

Pozo con bomba manual

Otro (especificar)




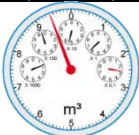








23. ¿Hay suficiente agua en las fuentes en función de la demanda?

(pregunta de carácter cualitativo es decir en base a experiencia del empleado de la asociación)

En el verano / época seca Sí No

En el invierno / época de lluvias Sí No

Anexo 2. Simbología utilizada para las capas (datos geográficos).

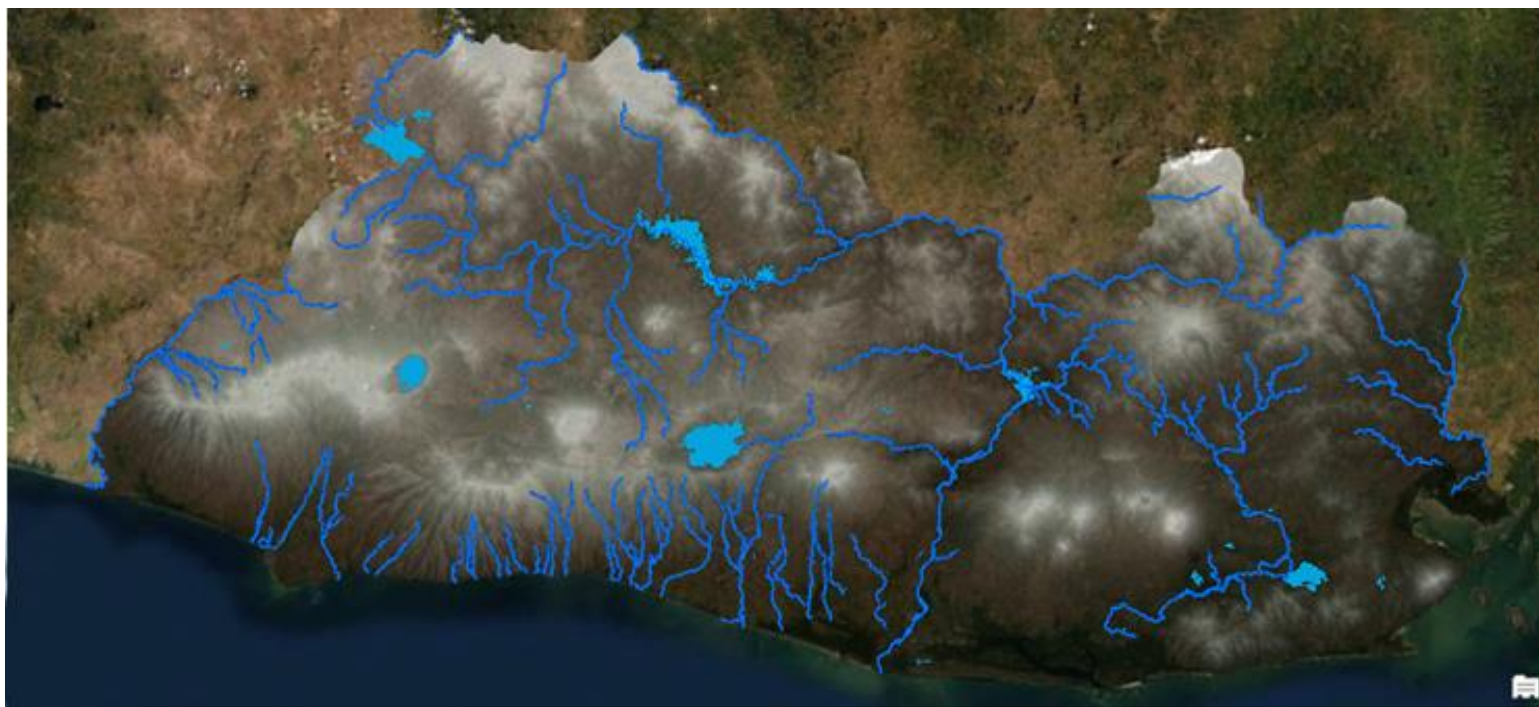
Símbolo	Elemento que representa	Símbolo	Elemento que representa
	Posición de usuario en zona 1		Nivel de consumo de usuario
	Posición de usuario en zona 2		Medidor nuevo
	Posición de usuario en zona 3		Medidor usado
	Posición de usuario en zona 4		Usuario solvente
	Posición de usuario en zona 5		Usuario en mora
	Usuario activo en el sistema		Usuario inactivo (por desconexión de servicio)



Comisión de Acreditación de la
Calidad de la Educación Superior
UNIVERSIDAD DR. ANDRÉS BELLO (UNAB)
ACREDITADA
2019 - 2024



**Universidad
Dr. Andrés Bello**
Formando profesionales integrales



Dirección Nacional de Investigación y Proyección Social
Área de Tecnología

2020