

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

Desarrollo de un sistema de monitoreo de fugas de agua en el campus

Gustavo Galindo de ESPOL

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**Ingeniero en Computación**

Presentado por:

Joselyne Isabel Torres Duque

Oscar David Martínez Flores

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

**Año: 2022 - 2023**

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto a mi familia, que ha sido mi mayor motivación, en especial a mi mamá Isabel Duque que ha estado incondicionalmente para mí siempre que lo he necesitado durante toda mi vida académica. También le quiero agradecer a Eduardo Samaniego quien me ha apoyado todo el tiempo y dándome confianza durante la realización de este proyecto.

Joselyne Torres

## DEDICATORIA

Quiero dedicarle este proyecto principalmente a Dios y a mi familia, a mis padres Wellington y Aracelly que siempre me han apoyado y alentado para culminar mi carrera, a mis hermanos Andrés y Ronny que siempre me ofrecieron consejo, soporte o me prestaron ayuda cuando más lo requerí, esto es posible gracias a ustedes.

Oscar Martínez

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a ESPOL por el tiempo que pasé adquiriendo conocimientos y experiencias en estos años de estudio. También, a MSC. Shirley Coque por habernos guiado, ayudado y comprendido durante el desarrollo de este proyecto.

Joselyne Torres

## **AGRADECIMIENTOS**

Mis agradecimientos a todos los docentes que me guiaron en mi formación académica, también gracias a TODOTEK S.A. donde trabajé y adquirí mucha experiencia para el desarrollo de aplicaciones.

Por último, un agradecimiento especial a MSC. Shirley Coque por habernos orientado en la realización de este proyecto.

## DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Oscar Martínez Flores* y *Joselyne Torres Duque* damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Oscar Martínez Flores". The signature is stylized with loops and a vertical line extending downwards from the end.

Oscar Martínez Flores

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Joselyne Torres Duque". The signature is stylized with loops and a horizontal line extending from the end.

Joselyne Torres Duque

## **EVALUADORES**

.....  
**Miguel Realpe Robalino**

PROFESOR DE LA MATERIA

.....  
**Shirley Coque Villegas**

PROFESOR TUTOR

## RESUMEN

El desperdicio por agua no contabilizada, es decir fugas de agua, fraudes o mediciones imprecisas alcanza un 46% de consumo total a nivel nacional, por lo que de los 3 tipos de agua no contabilizada, las fugas de agua representan el mejor enfoque para ser mejorado; instituciones como la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) pretende crear una comunidad sostenible con la mejor gestión de los recursos naturales, minimizando su desperdicio iniciando en sus propias instalaciones, sin embargo, no cuenta con un sistema de reporte de incidencias que permita centralizar el reporte, gestión y monitoreo de las fugas de agua en el campus Gustavo Galindo.

En este documento se describe el desarrollo de una aplicación móvil que permite realizar reportes geolocalizados con evidencia gráfica y gestionar las incidencias de manera centralizada con el fin de agilizar el proceso de gestión de mantenimiento de fugas de agua minimizando el desperdicio de agua. Esta aplicación se implementó utilizando Ionic para el Frontend y SQL Server para el Backend del sistema, lo cual permitió obtener una solución de bajo costo debido al uso de herramientas de código libre. Para su planificación y desarrollo se utilizó la metodología ágil Mobile-D, permitiendo generar un prototipo completamente funcional bajo los requerimientos solicitados.

**Palabras Clave:** Fugas de agua, Reportes, Sostenibilidad, Aplicación móvil

## **ABSTRACT**

*Waste due to unaccounted for water, that is water leaks, fraud or inaccurate measurements reaches 46% of total consumption at the national level, so that of the 3 types of unaccounted for water, water leaks represent the best approach to be improved; Institutions such as the Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) aims to create a sustainable community with the best management of natural resources, minimizing its waste starting in its own facilities, however, it does not have an incident reporting system that allows centralizing the reporting, management and monitoring of water leaks in the Gustavo Galindo campus.*

*This document describes the development of a mobile application that allows geolocated reports with graphical evidence and centralized incident management to streamline the process of water leak maintenance management and minimize water waste. This application was implemented using Ionic for the Frontend and SQL Server for the Backend of the system, which allowed obtaining a low-cost solution due to the use of open-source tools. For its planning and development, the Mobile-D agile methodology was used, allowing to generate a fully functional prototype under the requested requirements.*

*Keywords: Water Leakage, Reporting, Sustainability, Mobile Application*

# ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES.....	7
RESUMEN .....	I
<i>ABSTRACT</i> .....	II
ÍNDICE GENERAL .....	III
ÍNDICE DE FIGURAS .....	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
CAPÍTULO 1 .....	1
1    Introducción .....	1
1.1    Descripción del problema .....	1
1.2    Justificación del problema .....	3
1.3    Objetivos .....	4
1.3.1    Objetivo General .....	4
1.3.2    Objetivos Específicos .....	4
1.4    Marco teórico.....	4
1.4.1    Soluciones del mercado .....	4
AquaCUE y EyeOnWater .....	4
App Fugas.....	5
Tlalne H2O .....	6
CAPÍTULO 2 .....	7
2    Metodología.....	7
2.1    Fase I: Exploración.....	7
2.1.1    Establecimiento de interesados.....	8
2.1.2    Interesados en el desarrollo de la solución .....	8
2.1.3    Interesados en el uso de la solución .....	8

2.1.4	Empatía .....	9
2.1.5	Definición del alcance .....	15
2.1.6	Establecimiento de proyecto .....	20
2.2	Fase 2: Inicialización .....	23
2.2.1	Configuración del proyecto.....	23
2.2.2	Planificación inicial .....	24
2.2.3	Diseño de la solución .....	27
2.3	Fase 3: Producción.....	46
2.3.1	Planificación.....	46
2.4	Fase 4: Estabilización.....	47
2.4.1	Planificación.....	47
2.5	Fase 5: Pruebas finales .....	48
2.5.1	Planificación.....	48
CAPÍTULO 3 .....		49
3	Resultados Y ANÁLISIS .....	49
3.1	Costos .....	52
CAPÍTULO 4 .....		54
4	Conclusiones Y Recomendaciones.....	54
4.1	Conclusiones.....	54
4.2	Recomendaciones.....	54
BIBLIOGRAFÍA .....		56

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Ciclo de desarrollo Mobile-D [autoría propia] .....	7
Figura 2.2 Gráfico de respuesta n°1 [autoría propia] .....	9
Figura 2.3 Gráfico de respuesta n°2 [autoría propia] .....	10
Figura 2.4 Gráfico de respuesta n°3 [autoría propia] .....	10
Figura 2.5 Gráfico de respuesta n°5 [autoría propia] .....	12
Figura 2.6 Gráfico de respuesta n°6 [autoría propia] .....	12
Figura 2.7 Mapa de empatía [autoría propia] .....	13
Figura 2.8 Mapa de experiencia de usuario [autoría propia] .....	14
Figura 2.9 Matriz de riesgos [autoría propia] .....	18
Figura 2.10 Diferentes módulos del aplicativo móvil [autoría propia] .....	20
Figura 2.11 Diagrama de arquitectura [autoría propia] .....	24
Figura 2.12 Diagramas de casos de uso – CU – 01 [autoría propia] .....	27
Figura 2.13 Diagramas de casos de uso – CU – 02 [autoría propia] .....	28
Figura 2.14 Diagramas de casos de uso – CU – 03 [autoría propia] .....	29
Figura 2.15 Diagramas de casos de uso – CU – 04 [autoría propia] .....	30
Figura 2.16 Diagramas de casos de uso – CU – 05 [autoría propia] .....	31
Figura 2.17 Diagrama entidad-relación [autoría propia] .....	32
Figura 2.18 Pantallas de inicio [autoría propia] .....	35
Figura 2.19 Pantallas de inicio de sesión y registro [autoría propia] .....	36
Figura 2.20 Pantalla de perfil usuario ESPOL [autoría propia] .....	37
Figura 2.21 Pantallas reporte de fugas [autoría propia] .....	38
Figura 2.22 Pantalla de historial de reportes [autoría propia] .....	39
Figura 2.23 Pantalla de canje de recompensas [autoría propia] .....	40
Figura 2.24 Pantallas de mantenimientos asignados [autoría propia] .....	41
Figura 2.25 Pantalla de actualización de estado de reporte [autoría propia] .....	42
Figura 2.26 Pantalla de perfil de Administrador [autoría propia] .....	43
Figura 2.27 Pantallas de creación de usuario para personal de mantenimiento [autoría propia] .....	44
Figura 2.28 Pantallas de actualización de prioridad [autoría propia] .....	45

Figura 2.29 Pantalla de asignación de personal [autoría propia]..... 46

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Respuesta n°4 [autoría propia] .....	11
Tabla 2.2. Requerimientos funcionales [autoría propia] .....	15
Tabla 2.3 Requerimientos no funcionales [autoría propia] .....	16
Tabla 2.4 Cronograma de trabajo [autoría propia] .....	19
Tabla 2.5. Requerimiento RF001[autoría propia] .....	25
Tabla 2.6 Requerimiento RF002 [autoría propia] .....	25
Tabla 2.7 Requerimiento RF003 [autoría propia] .....	25
Tabla 2.8 Requerimiento RF004 [autoría propia] .....	25
Tabla 2.9 Requerimiento RF005 [autoría propia] .....	26
Tabla 2.10 Requerimiento RF006 [autoría propia] .....	26
Tabla 2.11 Requerimiento RF007 [autoría propia] .....	26
Tabla 2.12 Requerimiento RF008 [autoría propia] .....	27
Tabla 2.13 Caso de Uso - CU-01 [autoría propia] .....	27
Tabla 2.14 Caso de Uso - CU-02 [autoría propia] .....	28
Tabla 2.15 Caso de Uso - CU-03 [autoría propia] .....	29
Tabla 2.16 Caso de Uso - CU-04 [autoría propia] .....	30
Tabla 2.17 Caso de Uso - CU-05 [autoría propia] .....	31
Tabla 2.18 Tabla Usuario [autoría propia] .....	32
Tabla 2.19 Tabla Tipo_Usuario [autoría propia] .....	33
Tabla 2.20 Tabla Reporte [autoría propia] .....	33
Tabla 2.21 Tabla Prioridad [autoría propia] .....	33
Tabla 2.22 Tabla Estado [autoría propia] .....	34
Tabla 2.23 Tabla Usuario_recompensa [autoría propia] .....	34
Tabla 2.24 Tabla Recompensa [autoría propia] .....	34
Tabla 2.25 Descripción de los entregables por iteración 1-5 [autoría propia] .....	47
Tabla 2.26 Descripción de los entregables por iteración 6 [autoría propia] .....	48
Tabla 2.27 Descripción de los entregables por iteración 7 [autoría propia] .....	48

# CAPÍTULO 1

## 1 INTRODUCCIÓN

### 1.1 Descripción del problema

A nivel mundial el agua no contabilizada alcanza los 45 millones de metros cúbicos diarios, esto constituye el desperdicio de agua por fraudes, fugas y mediciones imprecisas [1]. Las fugas de agua representan un problema de sostenibilidad en la sociedad, ya que producen desperdicio de recursos hídricos y económicos. En 2014 en el Foro Económico Mundial se presentaron los riesgos globales de mayor preocupación, entre los cuales la crisis por falta de agua ocupaba el número 3, también indicando que las consecuencias arraigadas a este riesgo, como la afectación de la seguridad alimentaria, deben ser tomadas en consideración ya que podrían perjudicar el desarrollo y la seguridad de las poblaciones [2]. Es así, como la preservación del agua se presenta como una responsabilidad necesaria para mantener la sostenibilidad de la sociedad. Las fugas de agua representan un problema de sostenibilidad en la sociedad, ya que producen desperdicio de recursos hídricos y económicos. En 2014 en el Foro Económico Mundial se presentaron los riesgos globales de mayor preocupación, entre los cuales la crisis por falta de agua ocupaba el número 3, también indicando que las consecuencias arraigadas a este riesgo, como la afectación de la seguridad alimentaria, deben ser tomadas en consideración ya que podrían perjudicar el desarrollo y la seguridad de las poblaciones [2]. Es así, como la preservación del agua se presenta como una responsabilidad necesaria para mantener la sostenibilidad de la sociedad.

En Ecuador durante el 2021, la Agencia de Regulación y Control del agua informó que al año se pierden alrededor de 696.2 millones de metros cúbicos de agua principalmente debido a las fugas de agua [3] representando aproximadamente el 46% del consumo total de agua. Actualmente el campus Gustavo Galindo de la Escuela Superior Politécnica del Litoral presenta fugas visibles de agua en sus instalaciones, las cuales a menudo suelen provocarse en el área verde del campus, ya que estas cuentan con

aspersores fijos que presentan fugas con frecuencia, según indica el Sr. José Tomalá, supervisor de Jardinería de ESPOL.

Además de las fugas visibles en los alrededores del campus, existen pequeñas fugas en la infraestructura del agua potable. Según el Ing. Andrés Jaramillo, jefe de mantenimiento, dentro del campus suelen presentarse goteos en llaves de paso, los cuales no son reportados a tiempo, generando desperdicios por periodos prolongados de tiempo. Estas fugas por lo general solo llegan a ser detectadas cuando el personal de mantenimiento va a revisar otro incidente relacionado al sistema de agua potable y encuentran problemas en las llaves de paso.

Por otro lado, el personal de mantenimiento realiza revisiones de rutina utilizando manómetros para identificar métricas de presión hidráulica en las tuberías para detectar posibles problemas, sin embargo, estas mediciones no son documentadas, ni se genera ningún tipo de reporte, por lo que no existe un monitoreo sistemático de control para la detección de posibles fugas de agua de manera temprana. Actualmente el proceso que se lleva a cabo para la gestión de las fugas encontradas en el campus consta de los siguientes pasos:

- Un estudiante, docente o personal administrativo identifica una fuga en el campus, por lo que buscan un medio para reportarlo, el cual por lo general tiende a ser contactarse con un conserje o directamente con la Unidad de Servicios Generales.
- Una vez que la Unidad de Servicios Generales recibe un reporte lo dirige al jefe de mantenimiento del sistema de agua potable de ESPOL.
- El jefe de mantenimiento asigna personal para que pueda verificar el incidente y realice las reparaciones respectivas.
- El personal de mantenimiento se dirige al lugar y realiza la revisión del incidente.
- En caso de necesitar materiales extras, se informa al jefe de mantenimiento.

- El jefe de mantenimiento se encarga de generar una solicitud de insumos extras y una vez aprobado procede a solicitar el personal para que se realice la respectiva reparación.

A partir de la información obtenida se evidencia que en el proceso de reporte de fugas actual la recepción de reportes no se encuentra centralizado a solo el responsable de la gestión, es decir, el jefe de mantenimiento, por lo cual existe un tiempo de espera hasta que la solicitud llegue al encargado de su gestión. Además, con el proceso actual debe realizarse una verificación inicial ya que, no se cuentan con evidencias gráficas del incidente al momento de recibir el reporte, lo cual incrementa el tiempo al proceso de gestión de fugas de agua.

Como se ha expuesto, el problema de fugas de agua no reportadas dentro del campus Gustavo Galindo de ESPOL provoca desperdicio de agua, lo cual afecta a la misión de la institución de crear una comunidad sostenible con un manejo de recursos hídricos responsable.

## **1.2 Justificación del problema**

El presente proyecto tiene como fin permitir el monitoreo ágil y eficiente de fugas de agua dentro del campus Gustavo Galindo de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, para facilitar mantenimiento del sistema de agua potable, lo cual evitará el desperdicio excesivo de los recursos hídricos en la institución.

La utilización de este sistema traerá consigo beneficios en la detección temprana de fugas de agua, al permitir que usuarios que utilizan a diario las instalaciones del campus puedan reportar eventos de fugas, los cuales permitirán al jefe de mantenimiento gestionar la reparación de los incidentes, además de llevar un control de cada uno de los eventos a través de reportes gráficos.

Al conocer de manera inmediata los incidentes reportados por fugas de agua se realizará un mantenimiento temprano evitando el desperdicio de agua, aportando así a la conservación de esta, lo cual contribuye al cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible 6, 12, 13 y 14, los cuales corresponden a “agua potable y saneamiento”, “consumo responsable”, “acción por el clima” y “vida submarina” respectivamente.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Desarrollar una aplicación móvil de reporte y monitoreo de fugas de agua en el campus Gustavo Galindo de ESPOL que agilice el proceso de mantenimiento para reducir el desperdicio de agua.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Implementar un sistema de reconocimiento de coordenadas para identificar el lugar específico de cada reporte generado por los usuarios.
- Diseñar una solución tecnológica asequible y de bajo costo.
- Diseñar una solución que requiera una baja curva de aprendizaje con una interfaz amigable con el usuario

### **1.4 Marco teórico**

La Asociación Internacional del Agua en el libro Standard Definitions for Water Losses presenta 4 acciones que permitan mitigar la pérdida de agua, estas son: la detección y localización temprana de fugas de agua, realizar reparaciones de manera rápida y de calidad, gestionar la presión del agua en las tuberías y la renovación de la infraestructura del sistema de agua [3].

#### **1.4.1 Soluciones del mercado**

##### **AquaCUE y EyeOnWater**

Bager Meter es una empresa que se especializa en la medición de flujo y calidad del agua ofreciendo al mercado productos de control como

AquaCUE, un sistema administrador de mediciones de flujo, el cual permite a sus usuarios monitorear a través de tableros personalizables el estado de sus sistemas de agua de manera que puedan identificar el consumo mediante las lecturas de medidor, además de detectar anomalías como posibles fugas de agua, esta información la ponen a disposición a través de la aplicación móvil EyeOnWater [4].

Este sistema utiliza sensores que permiten monitorear el estado de la infraestructura de tuberías de agua y medidores, de manera que además de alertar sobre posibles fugas de agua, muestra a los consumidores la media de consumo de agua para que conozcan con mayor precisión como cambia la utilización del agua en sus hogares.

### **App Fugas**

El Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León en México, presentó la App Fugas, una aplicación que le permite a la ciudadanía pueda reportar fugas de agua en cualquier parte de la ciudad. Esta aplicación ha permitido evidenciar una reducción del tiempo de atención de una fuga en un 50%, de esta manera garantizan la continuidad del servicio de agua potable.

App Fugas funciona como una bitácora de atención de fugas de agua que se registran a partir de los reportes que los ciudadanos envían llamando al call center, de esta manera el encargado de recibir el reporte realiza un registro en el Sistema de Atención al Cliente, a partir del cual se genera un folio que es enviado por WhatsApp a los Supervisores de Redes y Bacheo y cargado a la aplicación para que inicie la gestión de asignación de las cuadrillas según la zona en la que se encuentre la fuga.

La información que registra esta aplicación es:

- Número de Folio.
- Número de Cuenta es una referencia para ubicar el lugar con mayor rapidez.
- Fecha de reporte.
- Hora de reporte.
- Fecha de atención.

- Hora de atención.
- Nombre del Supervisor que tomó la orden.
- Tiempo en que el Supervisor tomó la orden.
- Tiempo de atención del reporte.

De esta manera las personas encargadas de la atención al cliente pueden proporcionar el estado de los reportes cuando el usuario que lo realizó vuelva a llamar al centro de atención telefónica para conocer el estado de este [5].

### **Tlalne H2O**

El Organismo Público Descentralizado para la Prestación de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento del Municipio de Tlalnepantla, presentó la aplicación móvil Tlalne H2O para mejorar el tiempo de respuesta a las fugas de agua, brindar una mejor calidad de servicio y atención a los ciudadanos.

La aplicación permite hacer reportes geo-referenciados de fugas de agua, además de ofrecer una integración con centro de atención telefónica y plataforma web en la que se pueden realizar trámites y conocer el estado de sus reportes, lo cual le permite a la ciudad una simplificación administrativa [6].

# CAPÍTULO 2

## 2 METODOLOGÍA

La metodología que se utilizó para desarrollar la aplicación móvil fue Mobile-D, esta se basa principalmente en el enfoque ágil de desarrollo de software, es decir, procesos iterativos e incrementales que pueden cambiar con el tiempo según la necesidad del proyecto y los actores involucrados, lo que ayuda a minimizar riesgos desarrollando software en lapsos cortos. Mobile-D es una metodología exclusiva para desarrollo de aplicaciones móvil que tiene como objetivo conseguir ciclos de desarrollo muy rápidos con equipos muy pequeños para así reducir los tiempos de producción. Esta metodología apunta a finalizar con el lanzamiento del producto completamente funcional en menos de 10 semanas, trabajando con el ciclo de desarrollo propuesto en la Figura 2.1 Ciclo de desarrollo Mobile-D.

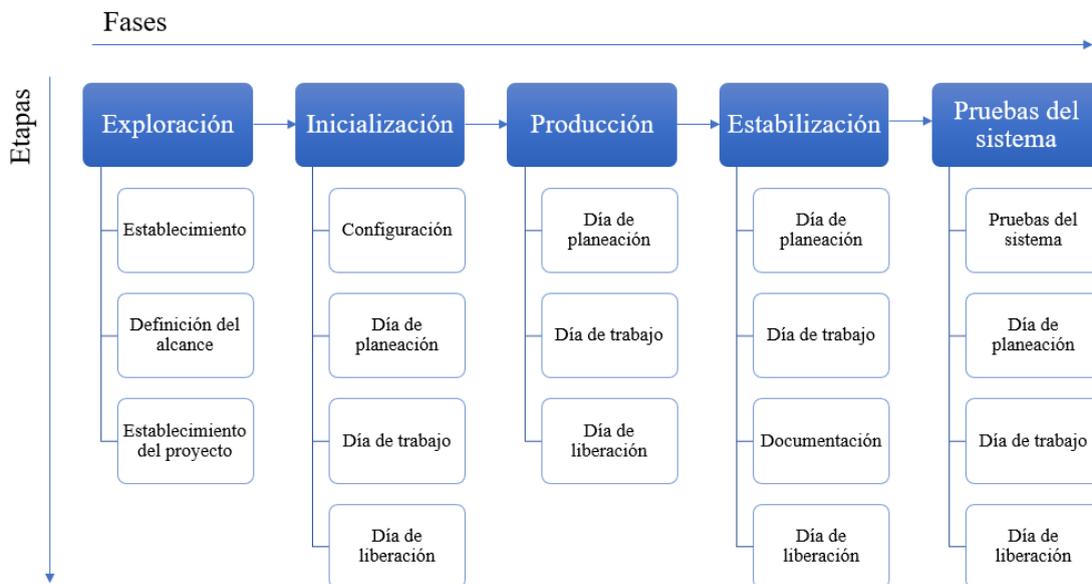


Figura 2.1 Ciclo de desarrollo Mobile-D [autoría propia]

### 2.1 Fase I: Exploración

En esta fase se hace énfasis en la planificación y conceptos básicos alrededor de todo el proyecto. Dicho proceso consta de tres etapas las cuales son:

1. Establecimiento de interesados.
2. Definición del alcance.
3. Establecimiento del proyecto.

### **2.1.1 Establecimiento de interesados**

En esta etapa se identificó a los principales involucrados en el proyecto tanto en su desarrollo como en el uso final de la solución, además, se agregó la etapa de Empatía del «Design Thinking» para mejorar la solución en un aspecto creativo e innovador pensado en el impacto y sostenibilidad del producto una vez lanzado.

### **2.1.2 Interesados en el desarrollo de la solución**

En este grupo de interesados se encuentran los encargados de crear y proveer una solución para el problema planteado.

- **Desarrollador:**

Estudiantes de la Escuela Superior Politécnica del Litoral integrantes del presente proyecto integrador.

- **Cliente:**

Principal interesado, tiene conocimiento de todo lo que se necesita para llevar a cabo la resolución del problema y traducirlo en los requisitos iniciales que debe abarcar la aplicación móvil para los desarrolladores.

### **2.1.3 Interesados en el uso de la solución**

Este grupo se refiere a los principales actores o usuarios de la solución final que presentó el equipo de desarrollo.

- **Jefe de mantenimiento:**

Persona que ocupa el cargo principal en el área de mantenimiento, responsable de gestionar el cuidado general del campus Gustavo Galindo, y que coordina un grupo más grande de personal para el mantenimiento de este.

- **Personal de mantenimiento:**

Persona cualificada para resolver problemas a nivel de mantenimiento, pueden realizar tareas desde actividades de limpieza hasta reparaciones.

- **Usuarios de ESPOL:**

Este grupo abarca todas las personas que hacen uso del campus Gustavo Galindo como son: estudiantes, docentes y personal administrativo.

#### 2.1.4 Empatía

Para esta etapa se investigó el problema a detalle, de una manera más personal interactuando con los principales actores y potenciales usuarios de la solución.

- **Encuestas:**

Se inició la etapa de empatía con encuestas ya que información de manera más neutral al estar previamente diseñadas y no ser modificadas durante el tiempo en que se realizan, además, gracias al uso de «Google Forms» se dispone de gráficos circulares que ayudan a la interpretación de los resultados.

#### Pregunta N°1: ¿Cuál es tu rol dentro del campus Gustavo Galindo?

Selecciona tu rol  
31 respuestas

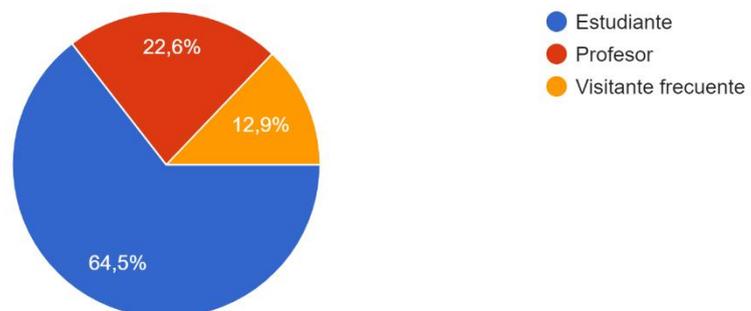
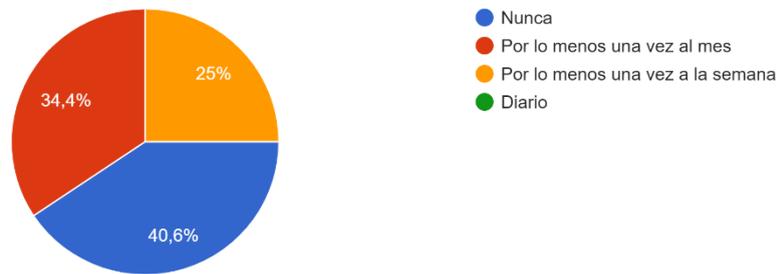


Figura 2.2 Gráfico de respuesta n°1 [autoría propia]

Como se aprecia en el gráfico, se empezó la encuesta identificando el rol de cada usuario, de la respuesta podemos apreciar que 20 de estos eran estudiantes, 7 docentes y 4 visitantes frecuentes.

### Pregunta N°2: ¿Con qué frecuencia sueles ver fugas de agua dentro del campus?

¿Con qué frecuencia sueles ver fugas de agua dentro del campus?  
32 respuestas

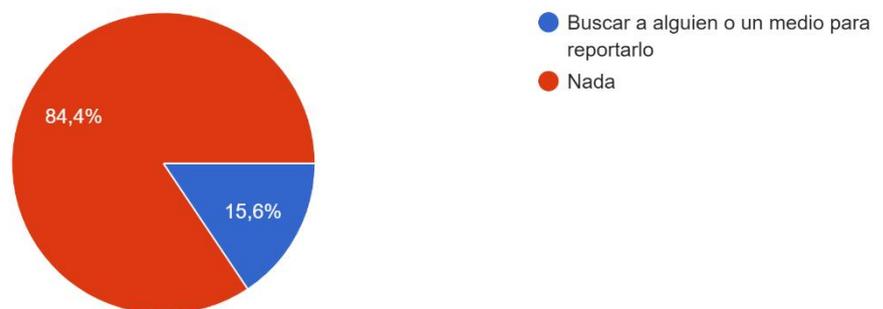


**Figura 2.3** Gráfico de respuesta n°2 [autoría propia]

En este caso, la respuesta indica que nadie ve fugas a diario, pero más del 60% de la muestra coincide en que ha presenciado fugas en un intervalo de un mes como máximo de frecuencia, el resto afirma jamás haber presenciado una fuga en el campus.

### Pregunta N°3: ¿Qué haces cuando ves una fuga de agua?

¿Qué haces cuando ves una fuga de agua?  
32 respuestas



**Figura 2.4** Gráfico de respuesta n°3 [autoría propia]

Para la tercera pregunta, la respuesta es aún más clara, la mayoría de las personas que ven una fuga no hacen nada al respecto, tan solo un 15.6% que representan menos de 1/6 buscan un medio o forma de resolverlo. Del 84.4% restante un 57.14% de los profesores encuestados respondieron la opción “Nada”, mientras que del total de estudiantes un 90.48% respondieron esta opción, por otro lado, el 100% de los visitantes frecuentes encuestados contestaron también esta opción, por lo que se denota que los estudiantes y visitantes del campus son aquellos que menos buscan una forma de reportar algún incidente por fugas de agua.

**Pregunta N°4: ¿A quién buscas o qué medio utilizas para reportar las fugas?**

**Tabla 2.1** Respuesta n°4 [autoría propia]

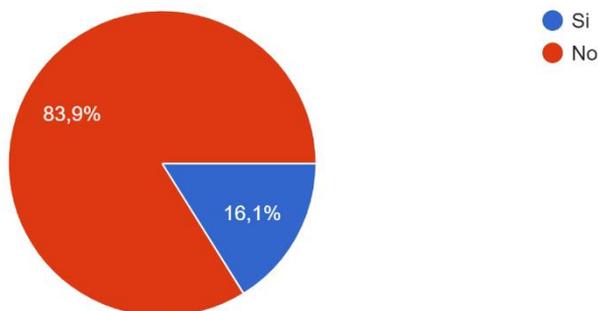
Por lo general no suelo hacerlo, pero lo que veo más común es reportarlo en algún grupo de la universidad.
Avisar a algún conserje
Al guardia
Personal de limpieza y mantenimiento
A la administradora del edificio
Reportar al personal de servicio
Personal de mantenimiento

Para esta respuesta no se dispone de un gráfico circular, ya que la pregunta es de carácter abierto, de las 18 respuestas provistas la mitad de las personas no saben que hacer o no hacen nada, y de la otra mitad sólo 5 buscan al personal de mantenimiento, de los 4 restantes, uno busca a un guardia, otro al administrador del edificio, otro publica en algún grupo de la universidad y por último uno solo espera que sea atendido de manera pronta.

### Pregunta N°5: ¿Conoces a quién debes reportar una fuga de agua?

¿Conoces a quien debes reportar una fuga de agua?

31 respuestas



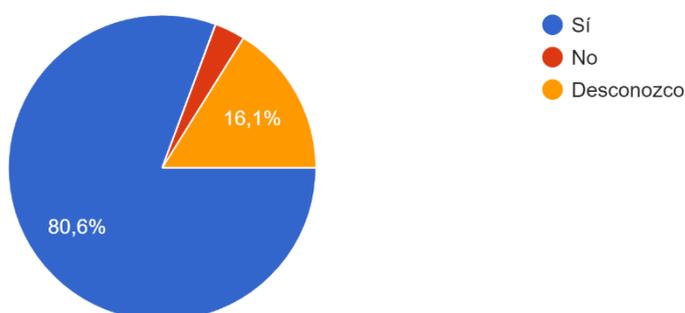
**Figura2.5** Gráfico de respuesta n°5 [autoría propia]

Del gráfico de la respuesta 5 se obtuvo que el mayor porcentaje de usuarios (83.9%) desconoce realmente con quien reportar las fugas, sólo 5 personas (16.1%) tienen conocimiento del tema.

### Pregunta N°6: ¿Consideras que las fugas de agua son un problema de sostenibilidad dentro de ESPOL?

¿Consideras que las fugas de agua son un problema de sostenibilidad dentro de ESPOL?

31 respuestas

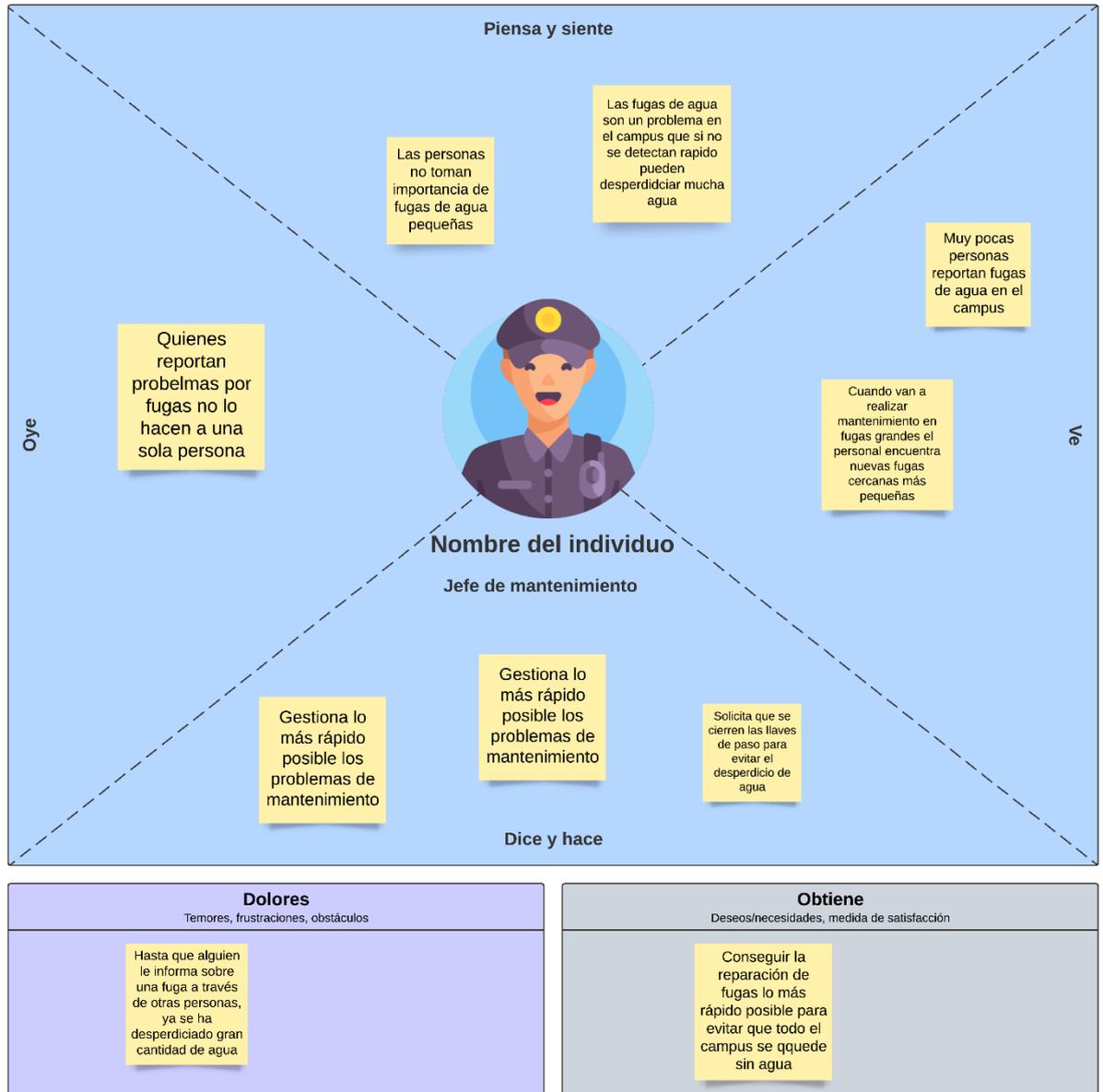


**Figura 2.6** Gráfico de respuesta n°6 [autoría propia]

Del último gráfico se puede interpretar que la mayor parte, más de un 80% de la muestra coincide en que dichas fugas representan un

problema de sostenibilidad, tan solo uno considera que no es así, y 5 personas (16.1%) no poseen conocimiento alguno al respecto.

- **Mapas de empatía:**



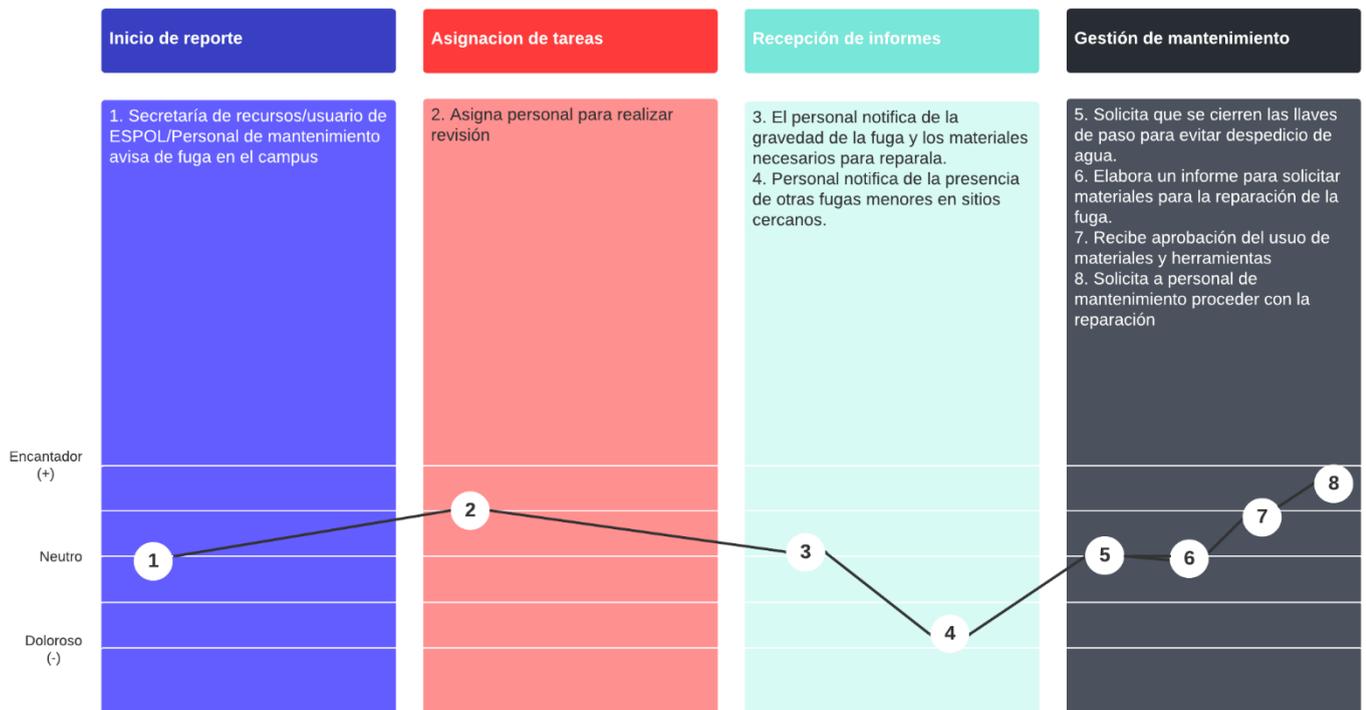
**Figura 2.7** Mapa de empatía [autoría propia]

El mapa de empatía fue resultado de la entrevista al jefe de mantenimiento del campus Gustavo Galindo de ESPOL, en el cual explicó los problemas y lo que actualmente se realiza dentro del campus cuando se le notifican la existencia de fugas.

De este mapa de empatía se puede concluir que el mayor objetivo de este actor es la resolución pronta y eficaz de las fugas de agua en el campus, ya que así se evitan cortes en todo el campus por realización de un mantenimiento más exhaustivo, por otro lado, lo que más le afecta es que al recibir informes del personal de mantenimiento en sus revisiones de rutina se encuentren fugas menores que no han sido reportadas, ya que ha notado estas no suelen ser tomadas en cuenta por los demás usuarios del campus.

- **Mapa de experiencia de usuario:**

### Jefe de Mantenimiento



**Figura 2.8** Mapa de experiencia de usuario [autoría propia]

- **Puntos de dolor:**

El usuario presenta puntos de dolor principalmente al recibir informes de la existencia de más fugas de agua menores que solo son detectadas durante las revisiones.

## 2.1.5 Definición del alcance

En esta etapa se detallaron los requisitos iniciales del proyecto, tanto los requerimientos funcionales como los no funcionales. Luego, se definió el alcance y límites de la solución, así mismo se identificaron los beneficios y posibles riesgos que pueden alterar el progreso del proyecto.

### 2.1.5.1 Requerimientos funcionales

Tabla 2.2. Requerimientos funcionales [autoría propia]

<b>Id</b>	<b>Requerimiento</b>	<b>Descripción</b>	<b>Prioridad</b>
RF001	<b>Crear nuevos usuarios</b>	Implementación de un formulario para crear nuevos usuarios.	Alta
RF002	<b>Visualización de reportes</b>	El sistema debe permitir visualizar los reportes de fugas.	Alta
RF003	<b>Actualización de estado de reporte</b>	El sistema debe permitir actualizar los estados de los reportes a asignado o no asignado.	Alta
RF004	<b>Asignación de personal</b>	El sistema debe permitir asignar a la persona encargada de realizar el mantenimiento.	Alta
RF005	<b>Aprobar actualización de evento solucionado</b>	El sistema debe permitir actualizar el estado del evento a solucionado cuando lo sea.	Media
RF006	<b>Visualización de reportería de fugas</b>	El sistema debe permitir visualizar los reportes de las fugas dentro del campus Gustavo Galindo.	Media
RF007	<b>Agregar prioridad a los reportes antes de asignarlos</b>	El campo prioridad ayudara a identificar el orden de los proyectos.	Baja
RF008	<b>Tablero con gráficos de estadísticas</b>	Opción en el tablero para mostrar gráficos a partir de los reportes.	Baja
RF009	<b>Gestión de los</b>	Permitir crear, actualizar y eliminar los	Alta

	<b>reportes de fuga</b>	reportes de fuga en el campo Gustavo Galindo.	
<b>RF010</b>	<b>Asignar puntos por reporte de fugas</b>	Tomar decisiones en base a los reportes de fugas.	Baja

### 2.1.5.2 Requerimientos no funcionales

Tabla 2.3 Requerimientos no funcionales [autoría propia]

<b>Id</b>	<b>Requerimiento</b>	<b>Descripción</b>	<b>Prioridad</b>
<b>RNF001</b>	<b>Interfaz de Usuario</b>	El diseño de la aplicación tendrá coherencia con el objetivo de la solución, al tener que ver con cuidado del medio ambiente los colores principales serán azul claro y verde.	Alta
<b>RNF002</b>	<b>Experiencia de Usuario</b>	La interfaz de la aplicación será amigable con el usuario, intuitiva y fluida, minimizando detalles exagerados o innecesarios.	Alta
<b>RNF003</b>	<b>Tipo de base de datos</b>	La base de datos utilizada es de tipo relacional, es decir, es posible relacionar los datos de las tablas entre sí.	Alta
<b>RNF004</b>	<b>Idioma</b>	El idioma principal en el que se desarrollará la aplicación móvil es el castellano.	Alta

### 2.1.5.3 Alcance y Limitaciones de la Solución

- Este sistema permitirá reportar fugas dentro del campus Gustavo Galindo de ESPOL.
- La utilización de la aplicación web está destinada a los usuarios de ESPOL definidos como actores o interesados en el uso de la solución.

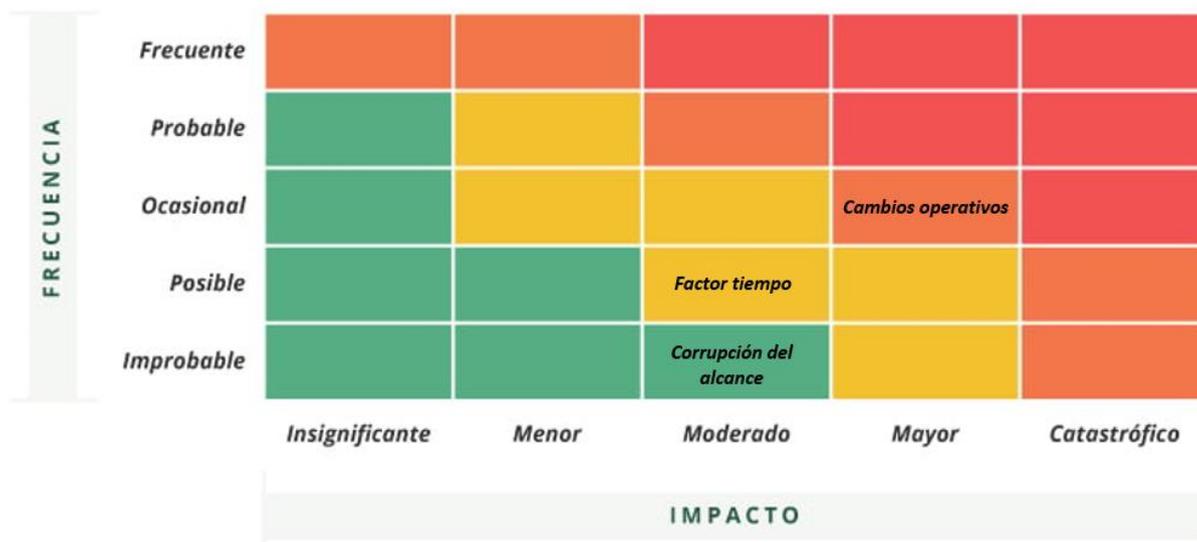
- La solución planteada se limita a la realización de un prototipo completamente funcional.
- El prototipo abarca la automatización de las fases de creación y recepción de reportes por fugas, asignación de personal y creación de reportes gráficos.
- La solución planteada no contempla el proceso de solicitar insumos extras a la dirección general de servicios.
- El sistema no será desplegado en producción debido a la limitación del tiempo establecido en la materia.

#### **2.1.5.4 Beneficios de la Solución**

- Agiliza el proceso de asignación de personal de mantenimiento a la reparación de una fuga gracias a la automatización.
- Permite visualizar el estado del reporte en todo momento facilitando la comunicación entre todas las partes involucradas en el proceso de reparación.
- Ofrece una herramienta adicional para el análisis de datos al incorporar una sección de gráficos estadísticos.
- La solución propuesta puede ser utilizada para reportar distintos problemas que requieran de mantenimiento, no únicamente fugas de agua.

#### **2.1.5.5 Riesgos**

La siguiente matriz de riesgos representa los peligros que se identificaron y que podrían afectar la elaboración del proyecto.



**Figura 2.9** Matriz de riesgos [autoría propia]

A continuación, se presenta la solución que se pensó para mitigar cada uno de estos posibles riesgos:

- **Corrupción del alcance:**

Este es el riesgo que se identificó como menos probable debido a que ya se delimitó el alcance claramente con el cliente, ya que tiene un impacto moderado se decidió optar por un monitoreo constante del riesgo manteniendo una buena comunicación con el cliente.

- **Factor tiempo:**

En este caso la probabilidad aumenta, pero sigue siendo relativamente pequeña, gracias a que se definió la limitación de la solución previamente y acordamos en entregar un prototipo funcional, de todas formas, los contratiempos suceden y para regular este riesgo se mantendrán reuniones con el cliente para mostrar el estado de la solución periódicamente.

- **Cambios operativos:**

Este es el riesgo que se identificó como mayor amenaza, tanto por su probabilidad como por su impacto, ya que un cambio en los procesos del equipo de mantenimiento de ESPOL podría significar un cambio repentino de la funcionalidad del sistema lo que afectaría el cronograma del proyecto, para este caso se decidió

que lo mejor era trabajar de la mano con los requerimientos que pidió el cliente, pero también teniendo en cuenta las necesidades del usuario final que en este caso sería el personal de mantenimiento del campus Gustavo Galindo.

### 2.1.5.6 Planeación inicial del proyecto

- **Cronograma de trabajo de 9 semanas (Metodología-D):**

**Tabla 2.4** Cronograma de trabajo [autoría propia]

# Semana	Fecha Desde	Fecha Hasta	Actividades
1	5/12/2022	11/12/2022	Capacitación sobre herramientas y tecnologías pensadas para el desarrollo de la solución.
2	12/12/2022	18/12/2022	Instalación del ambiente necesario de trabajo, creación del repositorio y base de datos.
3	19/12/2022	25/12/2022	Conexión del backend con la base de datos, establecimiento del patrón para el backend, creación de modelos, relaciones y primeros endpoints.
4	26/12/2022	1/1/2023	Módulo autenticación, login para todo tipo de usuario, creación de cuenta solo para usuario ESPOL.
5	2/1/2023	8/1/2023	Pruebas actividades previas Módulo usuario ESPOL prioridades altas y medias.
6	9/1/2023	15/1/2023	Pruebas actividades previas, Módulo personal de mantenimiento prioridades altas y medias y creación de usuario personal desde admin.
7	16/1/2023	22/1/2023	Pruebas actividades previas, Módulo administrador prioridades altas y medias.
8	23/1/2023	29/1/2023	Pruebas actividades previas, terminar prioridades bajas y compactar todos los módulos.
9	30/1/2023	5/2/2023	Últimas pruebas y documentación y entrega de proyecto como prototipo funcional.

## 2.1.6 Establecimiento de proyecto

En esta etapa se definió el diseño de los módulos del sistema las herramientas, un breve resumen de cada módulo y se seleccionaron las tecnologías/herramientas para dar inicio al desarrollo de software.

### 2.1.6.1 Diseño de los módulos del sistema

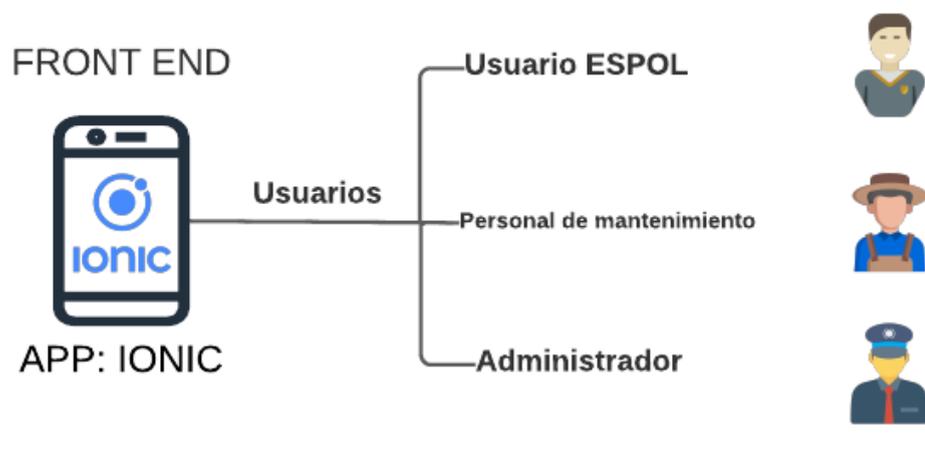


Figura 2.10 Diferentes módulos del aplicativo móvil [autoría propia]

### 2.1.6.2 Módulos de la aplicación móvil

#### ▪ Módulo Autenticación:

Si el usuario es de tipo Usuario ESPOL puede ingresar a la aplicación con sus credenciales o registrar sus datos para crear un usuario nuevo.

Si el usuario es de tipo Personal de mantenimiento su cuenta debe haber sido creada previamente por un Administrador.

Los administradores cuentan con credenciales únicas creadas y otorgadas por los desarrolladores.

#### ▪ Módulo Usuario ESPOL:

Como Usuario ESPOL el sistema debe permitir realizar reportes de fugas dentro del campus Gustavo Galindo, para esto, utilizando el GPS del dispositivo móvil, se registrará automáticamente las coordenadas del lugar donde se produjo la fuga y la fecha y hora en la que se realiza el reporte, con la cámara el sistema le permite al usuario agregar una foto de referencia de la fuga encontrada.

El usuario que reporta una fuga gana puntos por su reporte, los cuales le permiten canjear recompensas dentro del sistema.

▪ **Módulo Personal de Mantenimiento:**

El personal de mantenimiento puede visualizar los reportes asignados para realizar la respectiva reparación de las fugas dentro del campus.

Este usuario puede cambiar el estado del reporte basado en el estado de la reparación a “en curso”, “finalizado”, “con problemas”.

Al seleccionar el estado “con problemas”, el sistema le permite escribir comentarios de los problemas encontrados, por los cuales no se ha podido completar la reparación del área afectada por la fuga.

▪ **Módulo Administrador:**

El administrador del sistema puede agregar nuevos usuarios del personal de mantenimiento, asignándoles una contraseña.

Además, puede visualizar los reportes geolocalizados dentro de un mapa, al presionar uno de los eventos el sistema le muestra el detalle del reporte.

Luego de revisar el detalle de un reporte específico, el administrador puede asignar una prioridad al incidente, asignar a un usuario del personal de mantenimiento, para que realice la reparación y cambiar el estado del reporte de “no asignado” a “asignado”, para poder seguir asignando personal a los incidentes aún no atendidos.

Al finalizar el mantenimiento de un reporte, el administrador puede revisar el estado del reporte y aprobarlo.

El administrador puede acceder a un tablero que muestre los tiempos promedio de reparación de las fugas de agua, además de poder descargar la información del tiempo utilizado para la reparación de cada evento de fuga y su prioridad.

El administrador puede agregar nuevas recompensas en la sección de recompensas y los puntos necesarios para ser canjeados.

### **2.1.6.3 Herramientas y tecnologías aplicadas en la solución**

Para el desarrollo de la solución se usaron las siguientes herramientas y tecnologías:

#### **Visual Studio Code:**

Editor de código fuente que permite trabajar con varios lenguajes de programación. Incluye soporte para depuración, control de repositorios Git, resaltado de sintaxis, refactorización de código.

#### **Node Package Manager:**

Sistema de gestión de paquetes desarrollado en Javascript, necesario para la instalación y manejo de diversos frameworks y librerías.

#### **Ionic:**

Es un SDK de frontend para desarrollo de aplicaciones móvil híbridas, es decir, que desde una única base de código es capaz de crear aplicaciones para diferentes plataformas como iOS nativo y Android, también permite desarrollar desde entorno de trabajo para desarrollo web de frontend populares como Angular, React y Vue.

#### **Angular:**

Entorno de trabajo para aplicaciones web desarrollado en TypeScript y de código abierto, que permite trabajar de una forma más sencilla y reutilizar componentes o módulos.

#### **Laravel:**

Framework utilizado para desarrollo web en backend, aunque también puede abarcar frontend gracias al patrón MVC, está escrito en PHP y cuenta con un ORM que permite una interacción perfecta con el modelado de datos, abstrayendo el uso de Queries complejos a la hora de hacer consultas con la base de datos.

#### **Microsoft SQL Server:**

Sistema de gestión de base de datos relacional orientado a objetos, libre y de código abierto, fácil de configurar, y sigue el estándar SQL.

## 2.2 Fase 2: Inicialización

### 2.2.1 Configuración del proyecto

En esta etapa se configuran tanto los recursos físicos como los técnicos para la realización del proyecto, además se da la capacitación al grupo de desarrollo acerca de las herramientas y tecnologías elegidas y se establecen las formas específicas de comunicación con el cliente.

#### 2.2.1.1 Configuración del entorno

Se identificaron las tecnologías y herramientas requeridas para cada entorno de trabajo específico, posteriormente se instalaron en cada computadora del equipo de desarrollo para preparar el ambiente donde se llevaría a cabo el desarrollo y las pruebas locales del sistema para probar las funcionalidades desarrolladas por cada requerimiento o avance.

- **Tipo de proyecto:** Aplicación móvil.
- **Base de datos:** PostgreSQL.
- **Framework para Backend:** Laravel 9 para lo que se necesita una versión mínima de PHP 8.
- **Framework para Frontend:** Ionic basado en Angular.
- **Emulador de aplicación móvil:** Apache Córdova.

#### 2.2.1.2 Formación

Fue necesario dar una capacitación técnica entre los desarrolladores para homologar conocimientos sobre todas las herramientas y tecnologías escogidas para llevar a cabo el desarrollo de la solución. También se dio capacitación en dos temas específicos que se requerían para llevar a cabo del proyecto: Geolocalización y uso de Cámara en móviles.

### 2.2.1.3 Formas de comunicación con el cliente

Se establecieron los medios de comunicación con el cliente y así revisar cualquier aspecto o probar avances del proyecto, también se definió la frecuencia que podían o debían tener las reuniones.

- **Medios de comunicación:**

WhatsApp y correo institucional para comunicación escrita y Zoom o Teams para comunicación oral.

- **Frecuencia de las reuniones:**

Se estableció una frecuencia de 1 a 2 reuniones por semana dependiendo de la necesidad y la etapa en la que va la solución

## 2.2.2 Planificación inicial

### 2.2.2.1 Definición de la arquitectura

Debido a que el proyecto tiene varios módulos se utilizó una arquitectura de microservicios, de esta manera se pueden manejar las peticiones del cliente a la base de datos de forma modularizada.

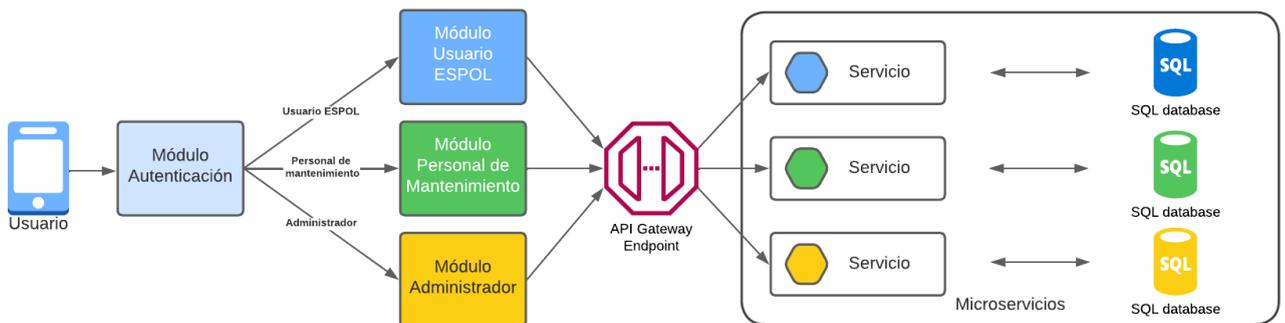


Figura 2.11 Diagrama de arquitectura [autoría propia]

### 2.2.2.2 Análisis y asignación de los requerimientos

El propósito es organizar los requerimientos, establecer una prioridad final en estos y asignarlos a un recurso humano del equipo de desarrollo.

**Tabla 2.5.** Requerimiento RF001 [autoría propia]

<b>Responsable:</b>	Oscar Martínez y Joselyne Torres		
<b>ID:</b>	RF001	<b>Prioridad:</b>	Alta
<b>Descripción:</b> Implementación de un formulario para crear nuevos usuarios. Permite crear nuevos usuarios a partir de una opción en el sistema. Este proceso lo puede realizar el usuario administrador.			

**Tabla 2.6** Requerimiento RF002 [autoría propia]

<b>Responsable:</b>	Oscar Martínez y Joselyne Torres		
<b>ID:</b>	RF002	<b>Prioridad:</b>	Alta
<b>Descripción:</b> El sistema debe permitir visualizar los reportes de fugas. Permite una opción en el módulo para visualizar los reportes de fugas en el campus Gustavo Galindo.			

**Tabla 2.7** Requerimiento RF003 [autoría propia]

<b>Responsable:</b>	Oscar Martínez y Joselyne Torres		
<b>ID:</b>	RF003	<b>Prioridad:</b>	Alta
<b>Descripción:</b> El sistema debe permitir actualizar los estados de los reportes a asignado o no asignado. Permite una opción en el módulo para actualizar los estados de los reportes de fugas en el campus Gustavo Galindo.			

**Tabla 2.8** Requerimiento RF004 [autoría propia]

<b>Responsable:</b>	Oscar Martínez y Joselyne Torres		
<b>ID:</b>	RF004	<b>Prioridad:</b>	Alta

<b>Descripción:</b> El sistema debe permitir asignar a la persona encargada de realizar el mantenimiento.
Permite una opción en el módulo para asignar un usuario encargado de crear, actualizar y eliminar los estados de los reportes de fugas en el campus Gustavo Galindo.

**Tabla 2.9** Requerimiento RF005 [autoría propia]

<b>Responsable:</b>	Oscar Martínez y Joselyne Torres		
<b>ID:</b>	RF005	<b>Prioridad:</b>	Media
<b>Descripción:</b> El sistema debe permitir actualizar el estado del evento a solucionado cuando lo sea.			
Permite una opción en el módulo para que el usuario pueda actualizar el estado del evento			

**Tabla 2.10** Requerimiento RF006 [autoría propia]

<b>Responsable:</b>	Oscar Martínez y Joselyne Torres		
<b>ID:</b>	RF006	<b>Prioridad:</b>	Media
<b>Descripción:</b> El sistema debe permitir visualizar los reportes de las fugas dentro del campus Gustavo Galindo.			
Permite una opción en el módulo para que el usuario revisar las fugas en el campus Gustavo Galindo.			

**Tabla 2.11** Requerimiento RF007 [autoría propia]

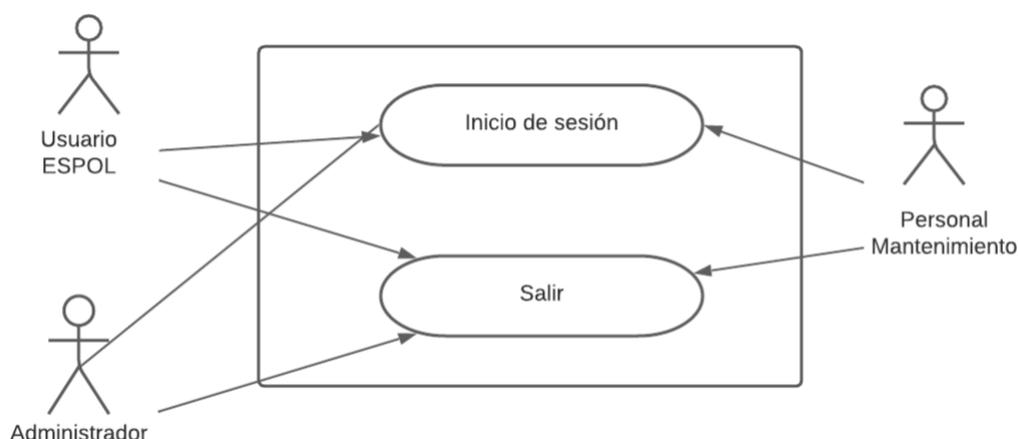
<b>Responsable:</b>	Oscar Martínez y Joselyne Torres		
<b>ID:</b>	RF007	<b>Prioridad:</b>	Baja
<b>Descripción:</b> El campo prioridad ayudara a identificar el orden de los proyectos.			
Los reportes tienen un campo prioridad que permite al usuario identificar que reporte es más importante.			

**Tabla 2.12** Requerimiento RF008 [autoría propia]

<b>Responsable:</b>	Oscar Martínez y Joselyne Torres		
<b>ID:</b>	RF008	<b>Prioridad:</b>	Baja
<b>Descripción:</b> Opción en el dashboard para mostrar gráficos a partir de los reportes.			
Permite una opción en el módulo para que el usuario revise un resumen de los reportes a modo de gráficos.			

## 2.2.3 Diseño de la solución

### 2.2.3.1 Diagramas de casos de uso

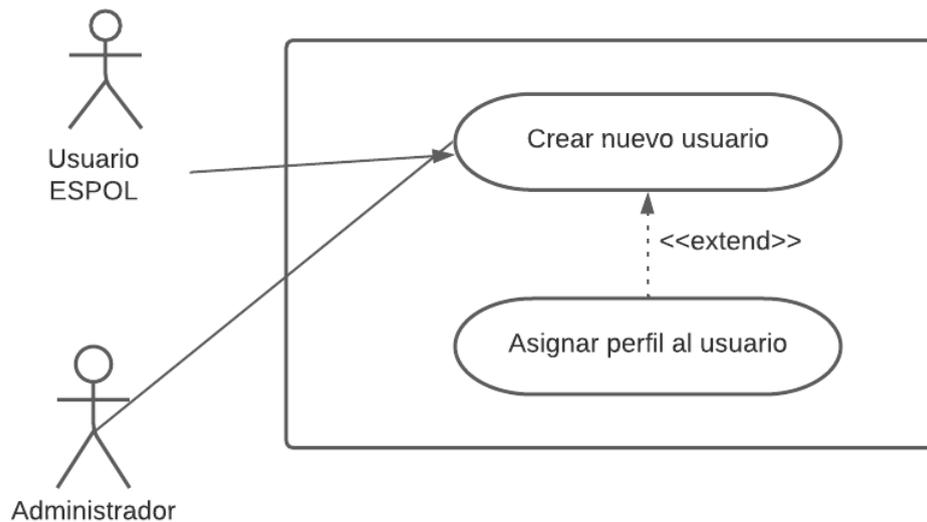


**Figura 2.12** Diagramas de casos de uso – CU – 01 [autoría propia]

**Tabla 2.13** Caso de Uso - CU-01 [autoría propia]

Código: CU-01	Autenticación de usuarios
Descripción:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario ingresa sus credenciales para ingresar a la aplicación móvil.</li> <li>2. Da clic en el botón "Login".</li> <li>3. Se realiza la validación de las credenciales ingresadas.</li> <li>4. En caso de estar correcto se concede el acceso a la aplicación móvil.</li> <li>5. El usuario visualiza su menú basado en el perfil asignado.</li> <li>6. El usuario sale de la aplicación.</li> </ol>

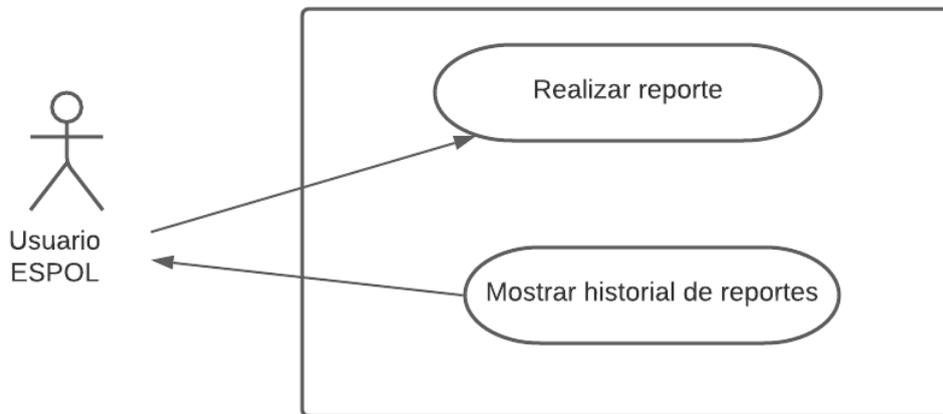
Observación:	Si el usuario no tiene cuenta deberá pasar a la opción de registro
Escenarios	
1. Inicio de Sesión 2. Salir	



**Figura 2.13** Diagramas de casos de uso – CU – 02 [autoría propia]

**Tabla 2.14** Caso de Uso - CU-02 [autoría propia]

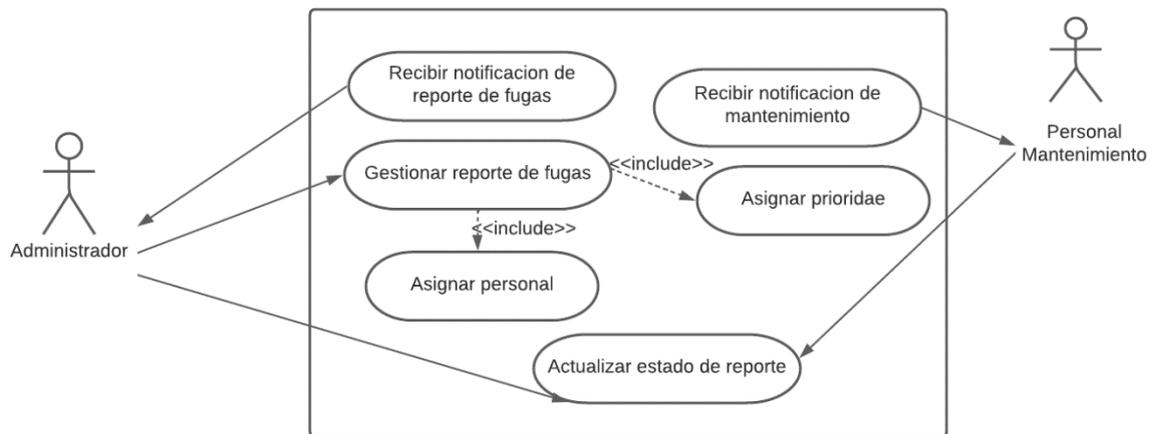
Código: CU-02	Registro de nuevos usuarios
Descripción:	1. El usuario ingresa la información para registrarse a la aplicación móvil. 2. Da clic en el botón "Register". 3. Se asigna el perfil según el usuario que inicio el registro. 4. Se almacenan en la base de datos las credenciales ingresadas.
Observación:	El usuario creado por el administrador obtendrá el rol de personal de mantenimiento
Escenarios	
1. Registro de usuario	



**Figura 2.14** Diagramas de casos de uso – CU – 03 [autoría propia]

**Tabla 2.15** Caso de Uso - CU-03 [autoría propia]

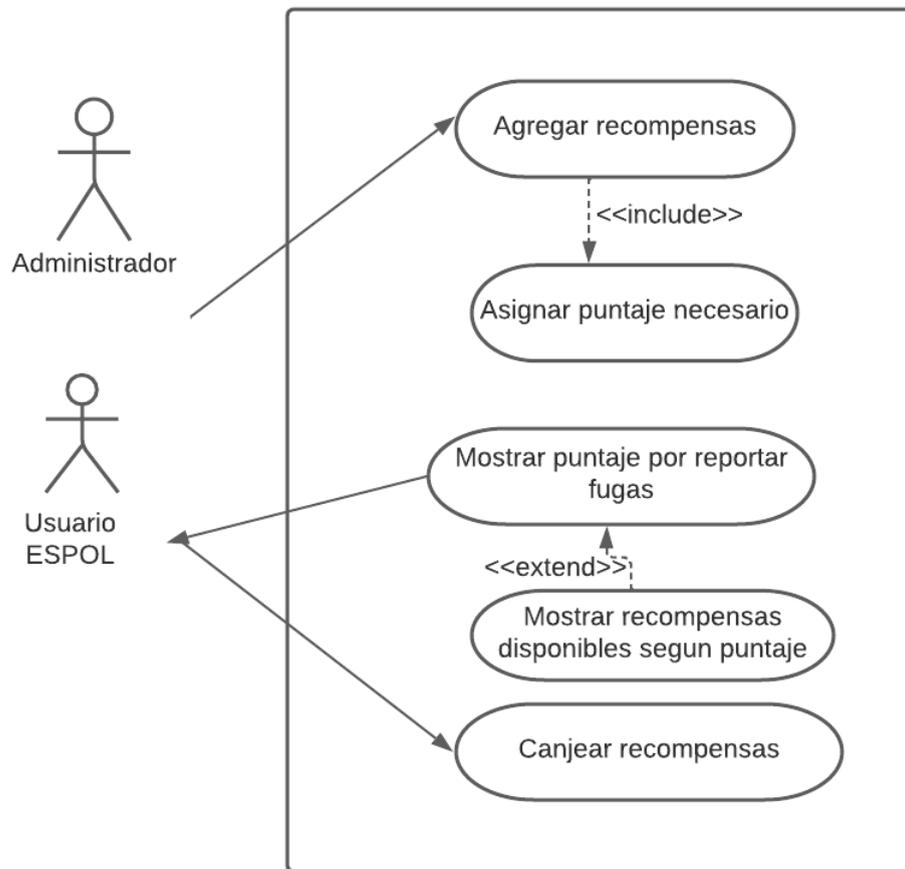
Código: CU-03	Reporte de fugas
Descripción:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario ingresa la información para reportar una fuga de agua.</li> <li>2. Da clic en el botón "Enviar".</li> <li>3. Se valida que no sea un reporte repetido.</li> <li>4. Se envía el reporte.</li> <li>5. El usuario accede a su historial de reportes realizados.</li> </ol>
Observación:	El administrador puede asignar a uno o más usuarios de mantenimiento
Escenarios	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reporte de fugas</li> <li>2. Mostrar historial de reportes</li> </ol>	



**Figura 2.15** Diagramas de casos de uso – CU – 04 [autoría propia]

**Tabla 2.16** Caso de Uso - CU-04 [autoría propia]

Código: CU-04	Reporte de fugas
Descripción:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se notifica al administrador.</li> <li>2. El administrador asigna una prioridad al reporte.</li> <li>3. El administrador asigna al personal de mantenimiento.</li> <li>4. Da clic en el botón "Asignar".</li> <li>5. El personal de mantenimiento recibe la notificación.</li> <li>6. Se actualiza el estado del reporte.</li> </ol>
Observación:	El administrador puede asignar a uno o más usuarios de mantenimiento
Escenarios	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Asignación de prioridad</li> <li>2. Asignación de personal</li> </ol>



**Figura 2.16** Diagramas de casos de uso – CU – 05 [autoría propia]

**Tabla 2.17** Caso de Uso - CU-05 [autoría propia]

Código: CU-05	Reporte de fugas
Descripción:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El administrador ingresa nuevas recompensas al sistema.</li> <li>2. El usuario accede al menú de recompensas</li> <li>3. El usuario canjea una recompensa según la cantidad de puntos que posee.</li> <li>4. Da clic en el botón "Canjear".</li> <li>5. Se almacena las recompensas canjeadas por el usuario.</li> <li>6. Se disminuye la cantidad de puntos del usuario.</li> </ol>
Observación:	El botón de canje se mantiene deshabilitado si el usuario no tiene los puntos necesarios para canjear
Escenarios	
1. Canje de recompensas	

### 2.2.3.2 Diagrama de base datos

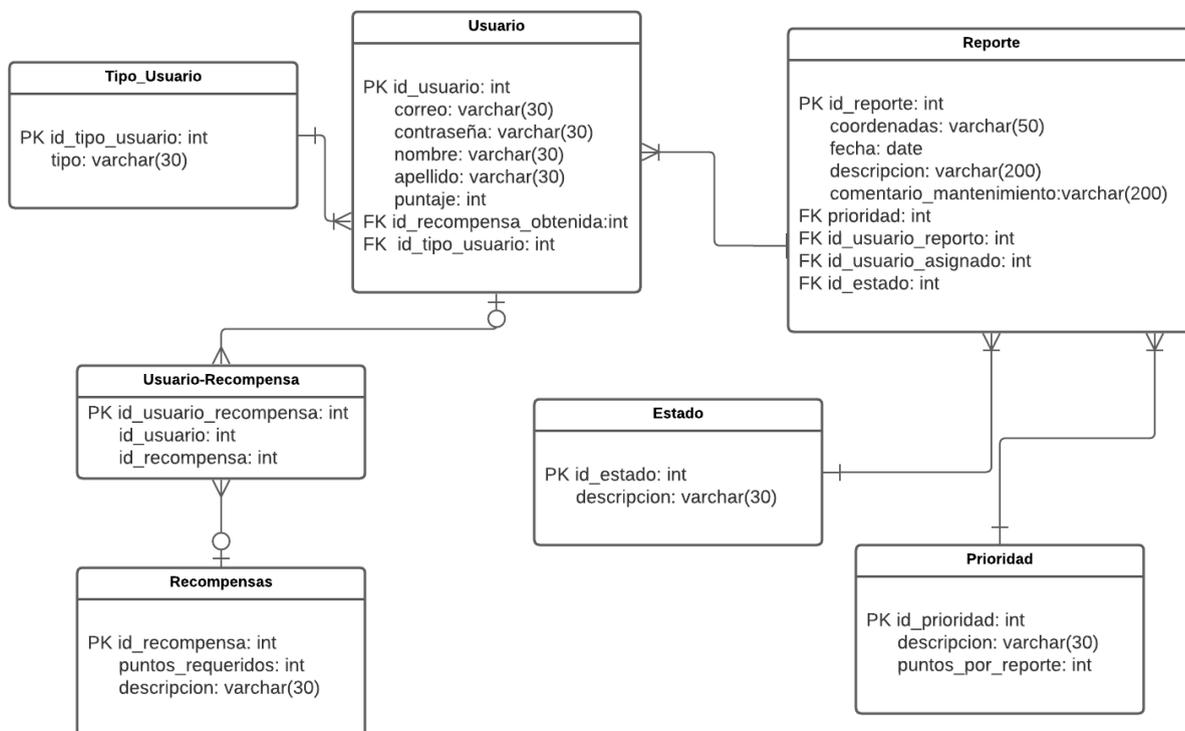


Figura 2.17 Diagrama entidad-relación [autoría propia]

### 2.2.3.3 Diccionario de datos

Tabla 2.18 Tabla Usuario [autoría propia]

Nombre Tabla:	Usuario			
Comentario:	Tabla que contiene los usuarios			
Campos	Tipo Dato	Clave Primaria	Campo Nulo	Comentario Columna
Id_usuario	int	PRI	No	Usuario al que pertenece
correo	varchar(30)		Si	Correo del usuario
contraseña	varchar(30)		Si	Contraseña del usuario
nombre	varchar(30)		Si	Nombre del usuario
apellido	varchar(200)		Si	Apellido del usuario
puntaje	int		Si	Puntaje del usuario
id_recompensa_obtenida	int	FOR	No	Recompensa a la que pertenece
id_tipo_usuario	int	FOR	No	Tipo de usuario

**Tabla 2.19** Tabla Tipo\_Usuario [autoría propia]

<b>Nombre Tabla:</b>	Tipo_Usuario			
<b>Comentario:</b>	Tabla que contiene los tipos de usuarios			
<b>Campos</b>	<b>Tipo Dato</b>	<b>Clave Primaria</b>	<b>Campo Nulo</b>	<b>Comentario Columna</b>
<b>Id_tipo_usuario</b>	int	PRI	No	Tipo de usuario al que pertenece
<b>id</b>	varchar(30)		Si	Descripción del tipo de usuario

**Tabla 2.20** Tabla Reporte [autoría propia]

<b>Nombre Tabla:</b>	Reporte			
<b>Comentario:</b>	Tabla que contiene los reportes			
<b>Campos</b>	<b>Tipo Dato</b>	<b>Clave Primaria</b>	<b>Campo Nulo</b>	<b>Comentario Columna</b>
<b>Id_reporte</b>	int	PRI	No	Reporte al que pertenece
<b>coordenadas</b>	varchar(50)		Si	Coordenadas del reporte
<b>fecha</b>	date		Si	Fecha del reporte
<b>descripción</b>	varchar(200)		Si	Descripción del reporte
<b>comentario_mantenimiento</b>	varchar(200)		Si	Descripción opcional del mantenimiento
<b>id_usuario_reporto</b>	int	FOR	No	Usuario que asigno el reporte a otro usuario
<b>id_usuario_asignado</b>	int	FOR	No	Usuario al que se asignó el reporte
<b>estado</b>	int		SI	Estado del reporte

**Tabla 2.21** Tabla Prioridad [autoría propia]

<b>Nombre Tabla:</b>	Prioridad			
<b>Comentario:</b>	Tabla que contiene las prioridades de los reportes			
<b>Campos</b>	<b>Tipo Dato</b>	<b>Clave Primaria</b>	<b>Campo Nulo</b>	<b>Comentario Columna</b>

<b>Id_prioridd</b>	int	PRI	No	Prioridad a la que pertenece
<b>descripción</b>	varchar(30)		Si	Descripción de la prioridad
<b>puntos_por_reporte</b>	date		Si	Puntos que ganan los usuarios por hacer reportes válidos

**Tabla 2.22** Tabla Estado [autoría propia]

<b>Nombre Tabla:</b>	Estado			
<b>Comentario:</b>	Tabla que contiene los estados del reporte			
<b>Campos</b>	<b>Tipo Dato</b>	<b>Clave Primaria</b>	<b>Campo Nulo</b>	<b>Comentario Columna</b>
<b>Id_estado</b>	int	PRI	No	Estado al que pertenece
<b>descripción</b>	varchar(30)		Si	Descripción del estado

**Tabla 2.23** Tabla Usuario\_recompensa [autoría propia]

<b>Nombre Tabla:</b>	Usuario_recompensa			
<b>Comentario:</b>	Tabla que vincula a los usuarios con sus recompensas de los usuarios			
<b>Campos</b>	<b>Tipo Dato</b>	<b>Clave Primaria</b>	<b>Campo Nulo</b>	<b>Comentario Columna</b>
<b>Id_usuario_recompensa</b>	int	PRI	No	Recompensa a la que pertenece
<b>Id_usuario</b>	int	FOR	No	Usuario al que pertenece
<b>Id_recompensa</b>	int	FOR	No	Recompensa a la que pertenece

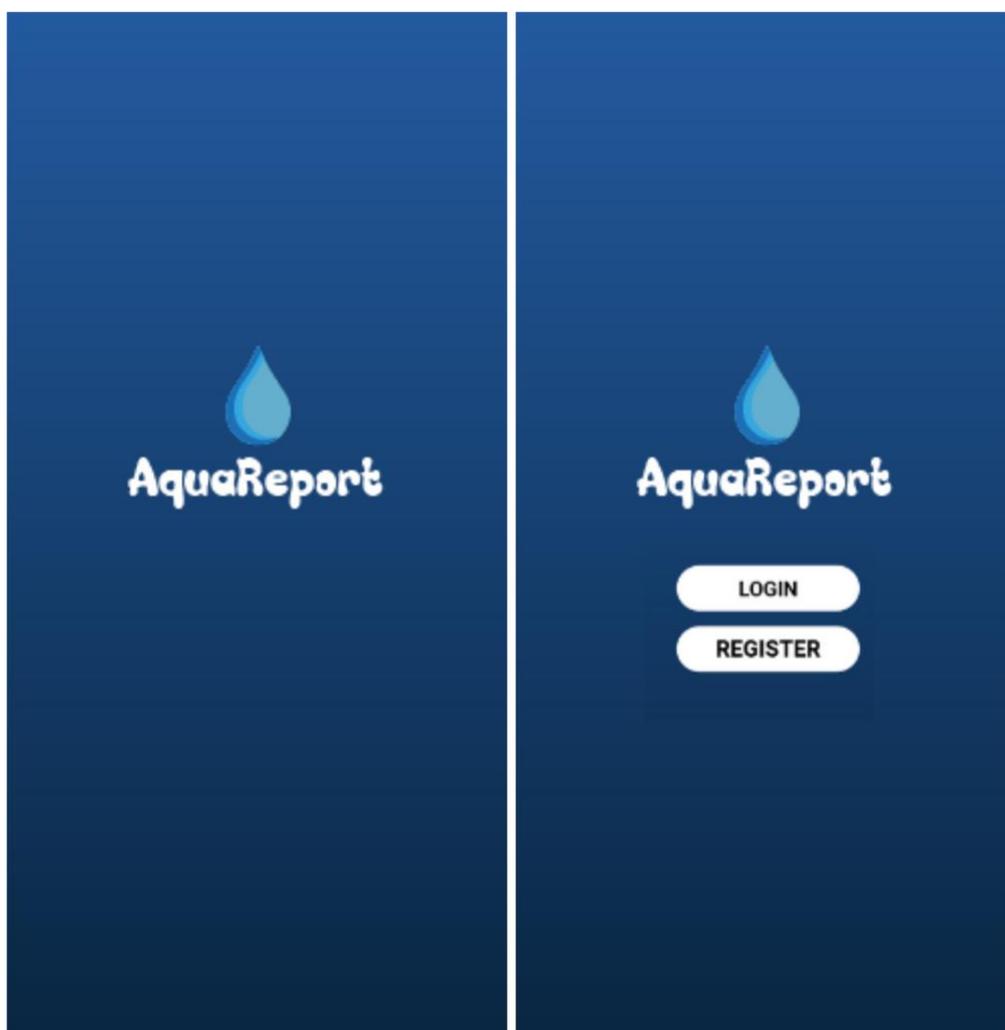
**Tabla 2.24** Tabla Recompensa [autoría propia]

<b>Nombre Tabla:</b>	Recompensa			
<b>Comentario:</b>	Tabla que contiene las recompensas de los usuarios			
<b>Campos</b>	<b>Tipo Dato</b>	<b>Clave Primaria</b>	<b>Campo Nulo</b>	<b>Comentario Columna</b>
<b>Id_recompensa</b>	int	PRI	No	Recompensa a la que pertenece
<b>puntos_requeridos</b>	int		Si	Cantidad de

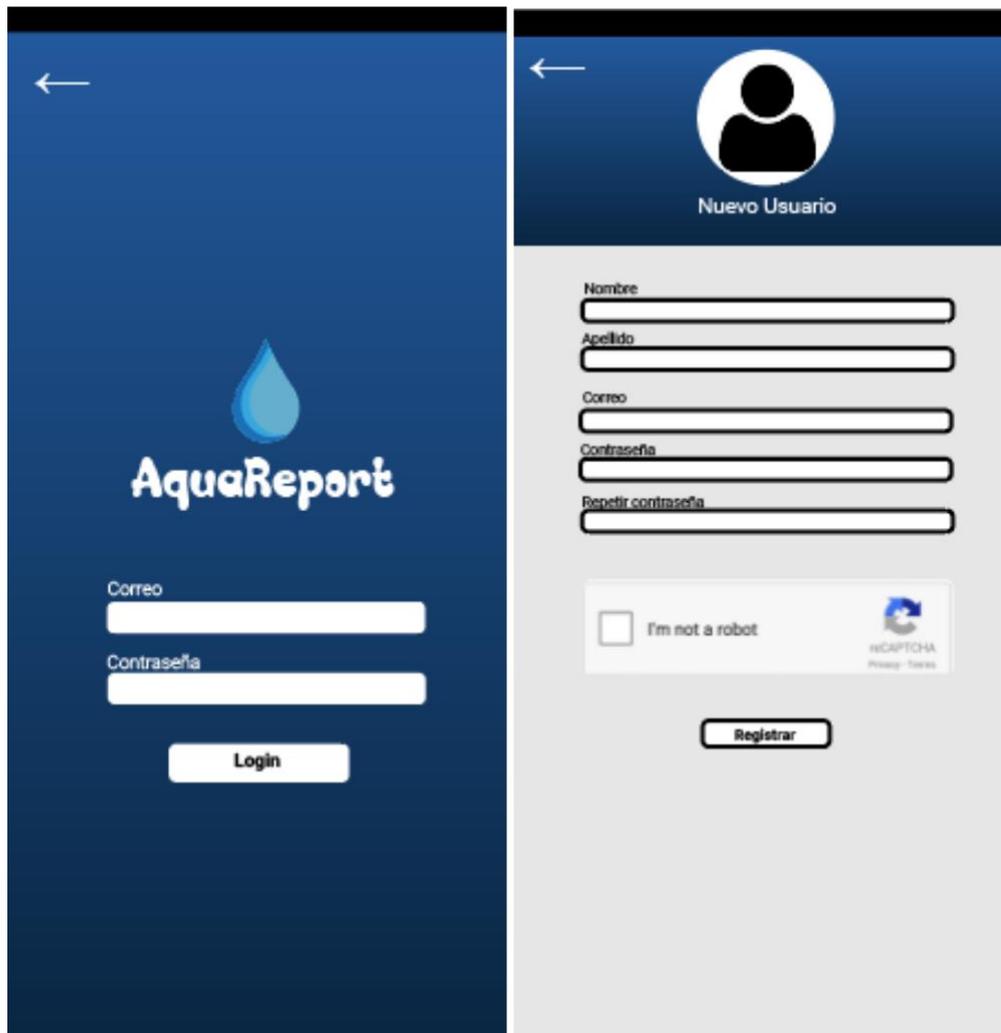
				puntos requeridos para obtener la recompensa
<b>descripcion</b>	int		Si	Descripción de la recompensa

#### 2.2.3.4 Flujo de pantallas

La aplicación móvil AquaReport cuenta con una pantalla de carga al iniciar la aplicación, la que posteriormente desaparece para darle paso al inicio de sesión, en el cual el usuario puede ingresar a la aplicación con sus credenciales o registrar sus datos para crear un usuario nuevo.



**Figura 2.18** Pantallas de inicio [autoría propia]

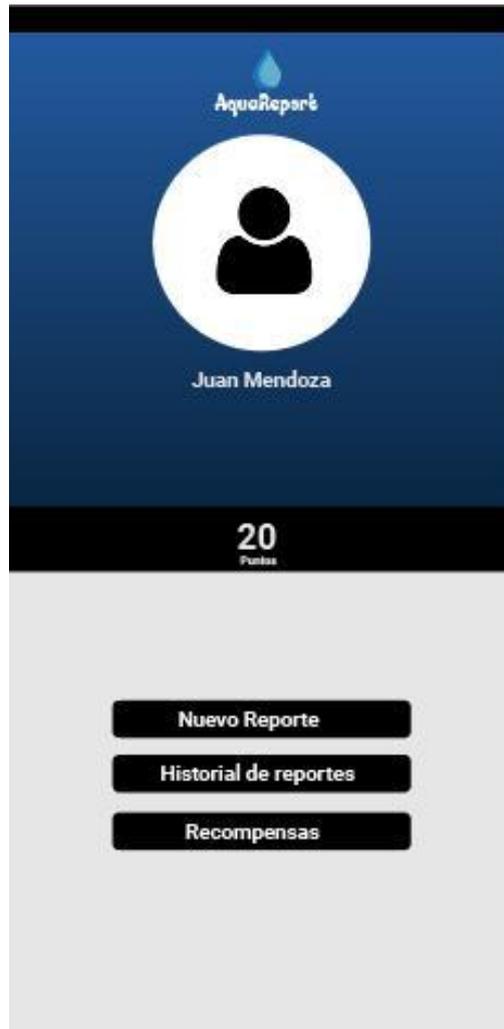


**Figura 2.19** Pantallas de inicio de sesión y registro [autoría propia]

La aplicación cuenta con 3 módulos de usuarios, los cuales permiten realizar distintas actividades según el perfil asignado.

- **MÓDULO USUARIO ESPOL:**

El usuario ESPOL, tiene como pantalla inicial su perfil, en el cual se muestra la cantidad de puntos acumulados por realizar reportes y un menú donde puede acceder a las funcionalidades de realizar un nuevo reporte, revisar el historial de sus reportes y acceder al apartado de canje de recompensas.



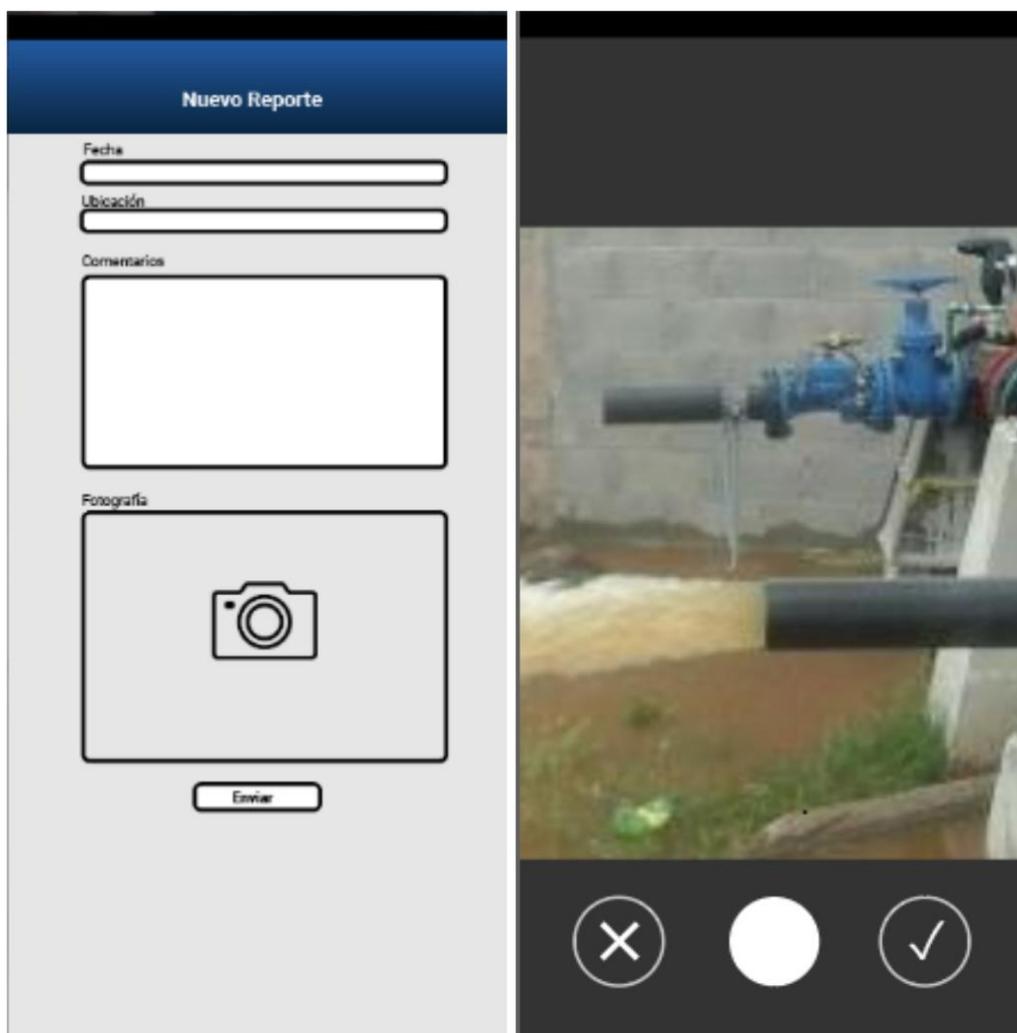
**Figura 2.20** Pantalla de perfil usuario ESPOL [autoría propia]

### **Nuevo reporte**

Al seleccionar la opción nuevo reporte, el usuario visualizará un formulario el cual contiene los siguientes campos:

- Fecha: fecha en la que se realiza el reporte, la cual se llenará automáticamente.
- Ubicación: coordenadas de GPS, que se llenarán automáticamente según la ubicación del usuario.
- Comentarios: Descripción de la fuga observada.
- Fotografía: Inicialmente mostrará un ícono de cámara, lo cual le permitirá al usuario abrir la aplicación de la cámara y tomar una fotografía, al pulsar el ícono ✓ acepta que la foto fue

tomada correctamente redirigiéndose a la aplicación la cual mostrará la fotografía tomada, en caso de que la foto no haya sido tomada correctamente el usuario podrá presionar el ícono X y repetir el proceso de captura de la foto.



**Figura 2.21** Pantallas reporte de fugas [autoría propia]

Finalmente, el usuario puede presionar el botón enviar para que su reporte sea emitido al administrador del sistema.

### **Historial de reportes**

Al seleccionar la opción historial de reportes, el usuario visualizará un listado de todos los reportes realizados, donde se mostrará las coordenadas, la fecha y la descripción ingresada en el campo de

comentarios, además de la foto enviada a través de la opción nuevo reporte.



Figura 2.22 Pantalla de historial de reportes [autoría propia]

## Recompensas

Al seleccionar la opción recompensas, el usuario visualizará un listado de todas las recompensas disponibles, las cuales tienen un nombre, la cantidad de puntos necesarios para canjearlas, una descripción y el botón de canjear, este botón se mantendrá inhabilitado para aquellas recompensas a las cuales el usuario no puede acceder por insuficiencia de puntos.

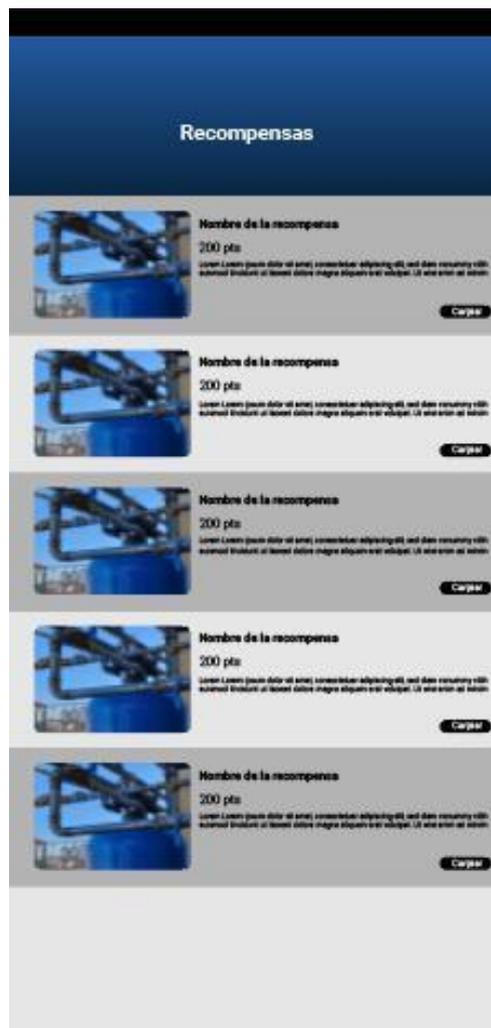


Figura 2.24 Pantalla de canje de recompensas [autoría propia]

- **MÓDULO USUARIO MANTENIMIENTO**

El usuario del personal de mantenimiento tiene como pantalla inicial un listado de todos los reportes que le han sido asignados por el administrador.

Esta vista contiene un mapa con punteros sobre las ubicaciones de las fugas, además de un listado de cada uno de los reportes con su respectivo estado.

Para visualizar el detalle de un reporte en específico el usuario debe pulsar el botón Ver que se encuentra junto a cada reporte en el listado.

Al seleccionar uno de los reportes, se mostrará el detalle del reporte y en el mapa solo se mostrará el puntero con dicha ubicación. En la parte inferior se mostrará un campo que contiene una lista desplegable para actualizar el estado del reporte.

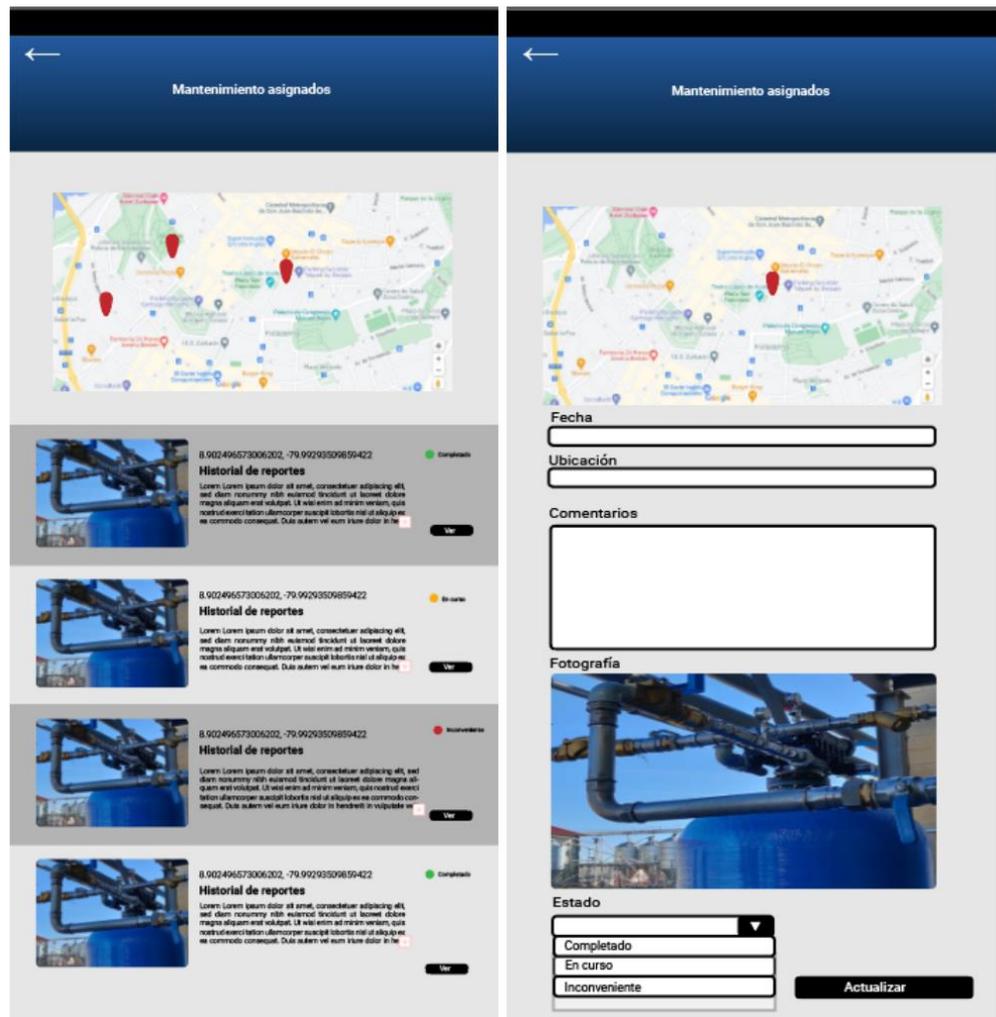


Figura 2.25 Pantallas de mantenimientos asignados [autoría propia]

Los estados posibles del reporte para su actualización son Completado, En curso e Inconveniente. Debajo del estado se muestra una sección para escribir un comentario de parte del usuario, el cual se habilita únicamente en caso de seleccionar el estado Inconveniente, para que se puede enviar la razón por la cual la fuga no ha sido resuelta y cuál es el problema presentado durante el mantenimiento.

Mantenimiento asignados

Fecha

Ubicación

Comentarios

Fotografía

Estado

Inconveniente

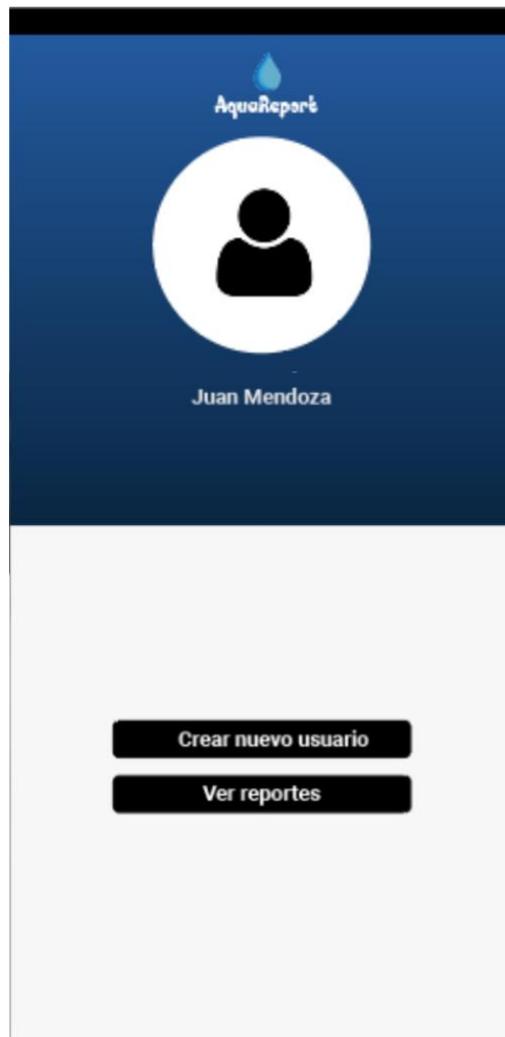
Razón

Actualizar

**Figura 2.26** Pantalla de actualización de estado de reporte [autoría propia]

- **MÓDULO USUARIO ADMINISTRADOR**

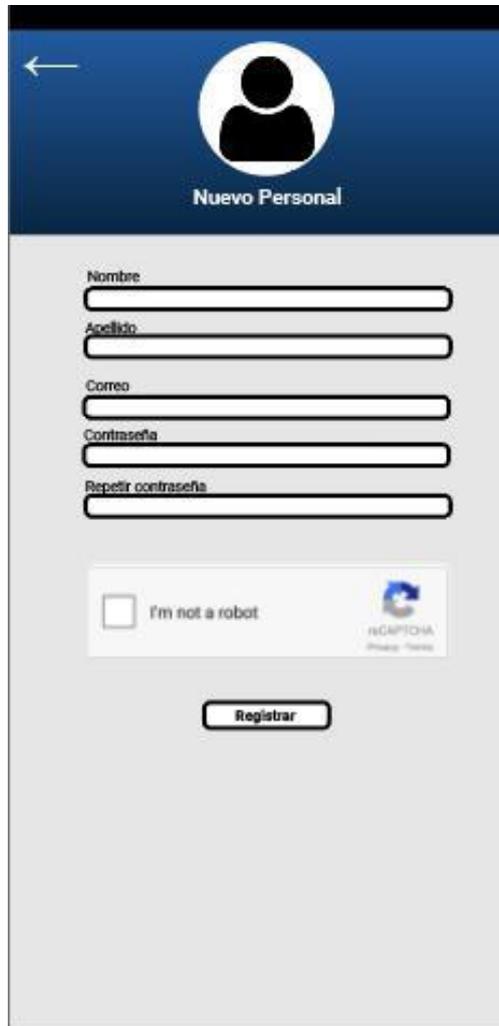
El usuario administrador, tiene como pantalla inicial su perfil, en el cual se muestra un menú donde puede acceder a las funcionalidades de crear un nuevo usuario y acceder al apartado de reportes.



**Figura 2.27** Pantalla de perfil de Administrador [autoría propia]

### Crear nuevo usuario

Al seleccionar la opción crear nuevo usuario, se mostrará un formulario de registro, de esta manera el administrador puede crear usuarios para el personal de mantenimiento.



The image shows a mobile application screen for creating a new user. At the top, there is a dark blue header with a white back arrow on the left and a white silhouette of a person in a circle on the right. Below the silhouette, the text 'Nuevo Personal' is displayed. The main content area is light gray and contains a registration form with the following fields: 'Nombre', 'Apellido', 'Correo', 'Contraseña', and 'Repetir contraseña'. Each field is represented by a white rectangular input box with a thin black border. Below the password fields, there is a reCAPTCHA widget with a checkbox and the text 'I'm not a robot' on the left, and the reCAPTCHA logo and 'reCAPTCHA' text on the right. At the bottom center of the form area, there is a rounded rectangular button with the text 'Registrar'.

**Figura 2.28** Pantallas de creación de usuario para personal de mantenimiento [autoría propia]

### Ver reportes

Al seleccionar la opción ver reportes, el usuario visualizará un mapa con punteros sobre las ubicaciones de las fugas, además de un listado de cada uno de los reportes.

Al seleccionar uno de los reportes, se mostrará el detalle del reporte y en el mapa solo se mostrará el puntero con dicha ubicación. En la parte inferior se mostrará un campo que contiene una lista

desplegable para actualizar la prioridad del incidente, posteriormente se puede pulsar el botón asignar.

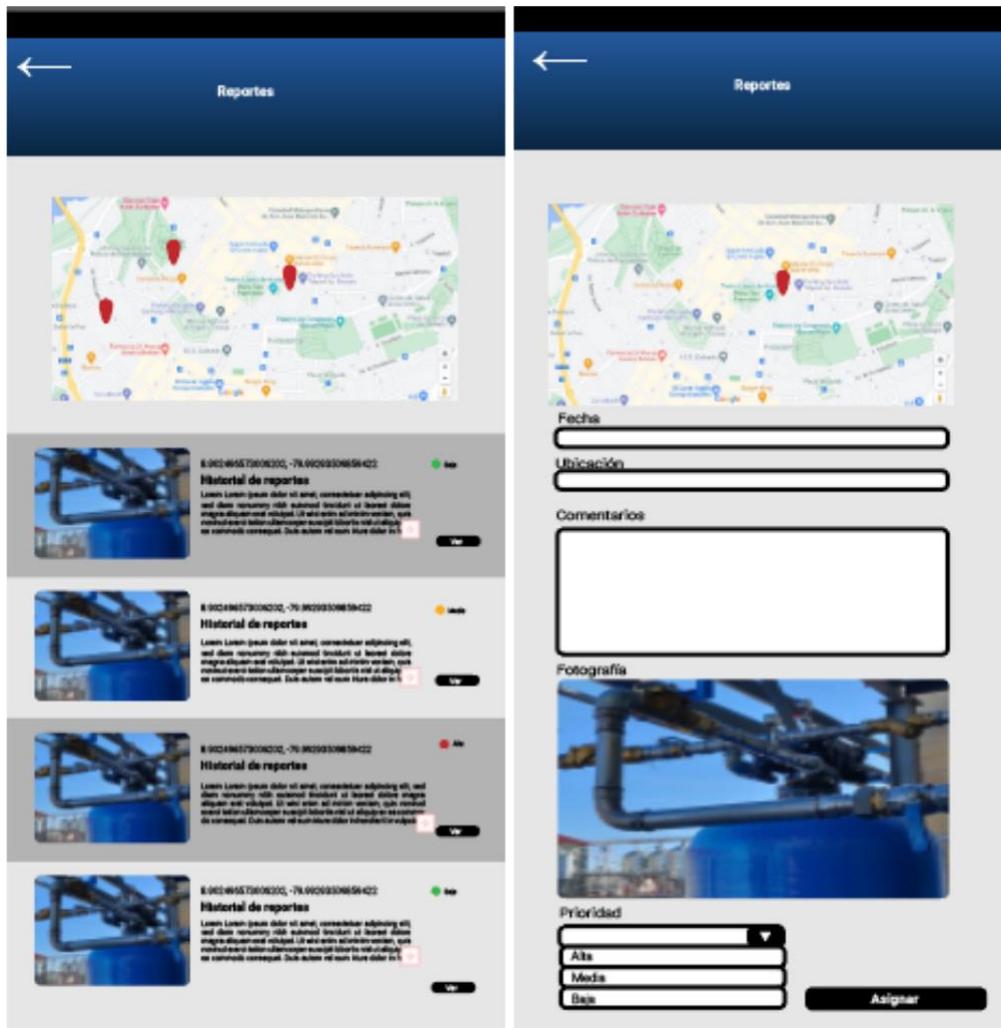


Figura 2.29 Pantallas de actualización de prioridad [autoría propia]

Al seleccionar asignar se visualizará una tabla con los datos de todos los usuarios del personal de mantenimiento con el número de reportes asignados, el cual se puede ordenar en orden ascendente o descendente al pulsar sobre el nombre de la columna, junto a cada registro se presenta una casilla que permite seleccionar al usuario, luego de seleccionar a los usuarios que realizarán el mantenimiento el administrador debe pulsar el botón seleccionar, de esta manera la asignación será completada.



**Figura 2.30** Pantalla de asignación de personal [autoría propia]

## 2.3 Fase 3: Producción

Para esta fase se llevó a cabo el desarrollo dirigido con pruebas para cada implementación. Se utilizaron pruebas de aceptación llevadas de la mano con el cliente para revisar cada funcionalidad implementada. Se trabajó de acuerdo con el cronograma 9 actividades de 9 semanas en el que cada módulo tenía su propia iteración.

### 2.3.1 Planificación

A continuación, se describe con una tabla la planificación para esta fase.

**Tabla 2.25** Descripción de los entregables por iteración 1-5 [autoría propia]

<b>Fase</b>	<b>Iteración</b>	<b>Descripción</b>
Producción	Iteración 1	Conexión del backend con la base de datos. Creación de modelos y sus relaciones. Primeros endpoints para los servicios.
	Iteración 2	Módulo autenticación. Login para todo tipo de usuario. Creación de usuario para usuario ESPOL.
	Iteración 3	Módulo usuario ESPOL. Pestaña para reporte de fugas. Pestaña de histórico de reportes. Pestaña de configuración de cuenta.
	Iteración 4	Módulo personal de mantenimiento. Pestaña para recepción de reportes. Pestaña de histórico. Creación de nuevo usuario (administrador)
	Iteración 5	Módulo administrador. Pestaña para ver reportes. Pestaña para gráficos estadísticos. Opciones administrador.

## 2.4 Fase 4: Estabilización

En esta fase se terminan de compactar todas las funcionalidades en un solo sistema, se terminan de unir las diferentes ramas del repositorio en una sola, se resuelven conflictos y se hacen pruebas de cada implementación nuevamente para verificar que sigan cumpliendo su función. También se aprovechó para hacer la documentación en esta iteración.

Se trabajó de acuerdo con el cronograma de actividades de 9 semanas.

### 2.4.1 Planificación

A continuación, se describe con una tabla la planificación para esta fase.

**Tabla 2.26** Descripción de los entregables por iteración 6 [autoría propia]

<b>Fase</b>	<b>Iteración</b>	<b>Descripción</b>
Estabilización	Iteración 6	Culminación de prioridades pendientes y prioridades bajas. Pruebas personales de cada rama de trabajo por desarrollador. Merge de todas las ramas y solución de conflictos. Pruebas posteriores a la unificación. Documentación.

## 2.5 Fase 5: Pruebas finales

En esta fase ya no se pueden implementar más funcionalidades, puesto que está diseñada solo para probar y reparar el sistema final, se itera una serie de pruebas para buscar errores y repararlos hasta tener una versión estable y plenamente funcional del sistema que se pueda entregar al cliente.

### 2.5.1 Planificación

A continuación, se describe con una tabla la planificación para esta fase.

**Tabla 2.27** Descripción de los entregables por iteración 7 [autoría propia]

<b>Fase</b>	<b>Iteración</b>	<b>Descripción</b>
Pruebas finales	Iteración 7	Pruebas exhaustivas del sistema para buscar errores y defectos. Reparación de los errores y mejora de los defectos. Pruebas con cliente y entrega de proyecto final.

# CAPÍTULO 3

## 3 RESULTADOS Y ANÁLISIS

Para evaluar los resultados se empleó una tabla de chequeo para verificar el correcto funcionamiento de los requerimientos solicitados a través de escenarios de prueba.

El criterio de cumplimiento de cada escenario es marcado en la tabla como el tipo de resultado de manera que aquellos que sean marcados en la columna OK representan casos de prueba ejecutados con éxito, mientras que aquellos marcados en la columna FAIL representan resultados inesperados que no corresponden con el comportamiento planteado inicialmente.

**Tabla 3.1** Escenarios de pruebas funcionales y resultados [autoría propia]

Módulo	Escenario	Resultado Esperado	Resultado obtenido	Tipo de resultado	
				OK	Fail
Usuario ESPOL	<b>Registro de usuario:</b> El usuario presiona el botón de registro y el sistema le permite agregar un correo y contraseña para obtener una cuenta en la aplicación	El usuario ingresa correo y contraseña creando una cuenta sin problemas	El usuario ingresó correo y contraseña creando una cuenta sin problemas	X	
	<b>Cambio de contraseña:</b> El usuario olvida su contraseña y necesita reestablecerla	El sistema presenta pantalla de cambio de contraseña y el usuario ingresa una nueva contraseña	El usuario presiona reestablecer contraseña y el sistema le permite actualizar su contraseña por una nueva	X	
	<b>Inicio de sesión:</b> El usuario ingresa sus credenciales y el sistema las valida, le permite autenticarse y lo redirige directamente a la cámara	El usuario inicia sesión con sus credenciales sin problema y la aplicación abre la cámara	El usuario inició sesión con sus credenciales sin problema y la aplicación abre la cámara	X	

	<p><b>Reporte de fugas de agua:</b> El usuario toma una foto de la fuga y presiona crear nuevo reporte</p>	El sistema llena automáticamente los campos de fecha y ubicación, el usuario llena el campo de comentarios para finalmente enviar el reporte	El sistema llenó automáticamente los campos de fecha y ubicación, el usuario llenó el campo de comentarios, finalmente el reporte fue enviado	X	
	<p><b>Historial de reportes:</b> El usuario puede revisar el historial de los reportes realizados</p>	El usuario puede revisar la información de los reportes realizados y aplicar filtros por fecha	El usuario puede revisar la información de los reportes realizados y aplicar filtros por fecha	X	
Administrador	<p><b>Inicio de sesión:</b> El usuario ingresa sus credenciales y el sistema las valida y le permite autenticarse</p>	El usuario inicia sesión con sus credenciales sin problema	El usuario inició sesión con sus credenciales sin problema	X	
	<p><b>Creación de usuario:</b> El administrador crea un nuevo usuario para personal de mantenimiento.</p>	El administrador ingresa un correo y contraseña para el nuevo usuario de personal de mantenimiento.	El administrador ingresó un correo y contraseña y se creó un nuevo usuario del personal de mantenimiento.	X	
	<p><b>Visualización de reportes:</b> El usuario puede visualizar la ubicación de los reportes enviados en un mapa</p>	El administrador puede observar los puntos marcados en el mapa de todos los reportes enviados	El administrador visualizó un mapa con puntos marcados indicando la ubicación de los reportes	X	
	<p><b>Visualización de reportes:</b> El usuario puede visualizar el detalle de cada uno de los reportes enviados</p>	El administrador puede seleccionar uno de los reportes y visualizar los detalles	El administrador seleccionó un reporte y el sistema mostró toda la información del reporte.	X	

	<p><b>Visualización de gráficos estadísticos:</b> El usuario puede acceder a gráficos estadísticos de las fugas reportadas</p>	El administrador puede visualizar gráficos estadísticos por día, mes y año de las fugas reportadas.	El administrador selecciona la pestaña de estadísticas y puede visualizar los gráficos y los filtra por día, mes y año.	X	
	<p><b>Descarga de reportes en Excel:</b> El usuario puede descargar un documento con el detalle de los reportes recibidos.</p>	El administrador puede descargar un archivo en Excel con el detalle de los reportes recibidos.	El administrador presiona el botón de descargar detalle y obtiene un archivo de Excel con el detalle de los reportes	X	
Mantenimiento	<p><b>Inicio de sesión:</b> El usuario ingresa sus credenciales y el sistema las valida y le permite autenticarse</p>	El usuario inicia sesión con sus credenciales sin problema	El usuario inició sesión con sus credenciales sin problema	X	
	<p><b>Visualización de reportes:</b> El usuario puede visualizar la ubicación de los reportes asignados en un mapa</p>	El usuario puede observar los puntos marcados en el mapa de todos los reportes asignados	El usuario visualizó un mapa con puntos marcados indicando la ubicación de los reportes	X	
	<p><b>Visualización de reportes:</b> El usuario puede visualizar el detalle de cada uno de los reportes enviados</p>	El usuario puede seleccionar uno de los reportes y visualizar los detalles	El usuario seleccionó un reporte y el sistema mostró toda la información del reporte.	X	
	<p><b>Aceptación de reportes:</b> El usuario puede aceptar el reporte asignado por el administrador,</p>	El usuario puede aceptar un reporte asignado y cambiar su estado a en curso	El usuario seleccionó un reporte asignado, lo aceptó y cambió su estado a en curso	X	

	<p><b>Finalización de un reporte:</b> El usuario puede cambiar el estado de un reporte a finalizado.</p>	<p>El usuario selecciona un reporte en curso y cambia su estado ha finalizado, el reporte pasa al historial de reportes.</p>	<p>El usuario seleccionó un reporte en curso y cambió su estado ha finalizado, el reporte pasó al historial de reportes.</p>	X	
	<p><b>Reporte con problemas:</b> El usuario puede cambiar el estado de un reporte a con problemas y enviar un comentario con el detalle de los inconvenientes</p>	<p>El usuario selecciona un reporte en curso y cambia su estado ha finalizado, el reporte pasa a la sección de reportes con problemas.</p>	<p>El usuario seleccionó un reporte en curso y cambió su estado a con problemas, el usuario ingresó el comentario y lo actualizó, el reporte pasó a la sección de reportes con problemas.</p>	X	

A partir de las pruebas funcionales realizadas comprobó el correcto funcionamiento de la aplicación desarrollada en su totalidad. Por lo que se han cumplido con los requerimientos planteados inicialmente.

### 3.1 Costos

El costo de desarrollo de la aplicación es actualmente \$0 debido a que se desarrolló utilizando herramientas de código libre sin costo alguno.

Dado que la aplicación actualmente se encuentra orientada al uso de la Escuela Superior Politécnica del Litoral el costo del alojamiento para su puesta en producción puede ser asumida por la institución. Por lo tanto, representa un costo mínimo puesto que, ya se cuenta con la infraestructura y tecnologías, sin embargo, se plantea también la posibilidad de la puesta en producción como parte de un proyecto externo para lo cual se detallan las alternativas a continuación:

Para el despliegue en producción de la aplicación se proponen las siguientes opciones las cuales utilizan planes básicos para minimizar los costos sin afectar la viabilidad de la solución.

**Tabla 3.2** Estimación de costos de despliegue en producción

<b>Tipo de recurso</b>	<b>Proveedor</b>	<b>Plan</b>	<b>Precio/mes</b>
Servidor web	Digital Ocean	Básico	\$5
Almacenamiento de base de datos	Microsoft Azure SQL Database	Básico	\$5
Alojamiento de aplicación	Heroku	Básico 550 horas de uso	\$5

Adicional a estos recursos se debe comprar una única vez la tarifa de registro de Google Play Store la cual cuesta \$25.

De esta manera durante el primer mes de uso de la aplicación se aplicaría un costo de \$40 y posteriormente un costo de \$15.

Para cubrir estos gastos la aplicación puede ser comercializada a otras universidades o empresas las cuales requieran mejorar la gestión de reportes de incidencias aplicando un modelo de negocio de suscripción en el cual el plan básico incluya la gestión de los reportes y la versión premium con un costo mínimo de \$5 al mes le permita acceder a las funcionalidades de administración de reportes estadísticos y generación de gráficos.

# CAPÍTULO 4

## 4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente proyecto se realizó el desarrollo de una aplicación móvil de gestión y monitoreo de fugas de agua en el campus Gustavo Galindo de ESPOL, el cual fue desarrollado utilizando la metodología ágil Mobile-D que permitió establecer acuerdos con el cliente para realizar entregables significativos con cada uno de los requerimientos del aplicativo solicitado.

### 4.1 Conclusiones

A partir de las pruebas funcionales realizadas, se logró comprobar que la aplicación desarrollada es completamente funcional basado en los requerimientos solicitados por el cliente inicialmente.

La aplicación cuenta con una interfaz amigable e intuitiva, que le permite al usuario utilizarla con una baja curva de aprendizaje, lo que facilita su uso.

Debido a las herramientas utilizadas en el desarrollo se pudo producir una solución tecnológica asequible y de bajo costo, ya que en la etapa de desarrollo se utilizaron tecnologías de código libre.

Este proyecto permitió generar una aplicación útil que permite ayudar a ESPOL en su gestión de los recursos hídricos fomentando la aplicación de los objetivos de desarrollo sostenible.

### 4.2 Recomendaciones

Como una aplicación más completa es recomendable implementar nuevos módulos para completar el ciclo de gestión, para esto se puede incluir un módulo de gestión de inventario para conocer el total de insumos utilizados y permitir al administrador controlar el equipo, insumos y el estado de estos.

También, se recomienda como otro trabajo a futuro la implementación de un módulo de métricas de presión de las tuberías que constituyen la infraestructura del campus, utilizando sensores automáticos, para reconocer con mayor rapidez posibles anomalías en la presión que pueden ser causadas por fugas de agua.

La aplicación desarrollada en este proyecto está diseñada de manera que puede permitir el reporte de cualquier tipo de incidencias, de tal forma que puede ser utilizada como una aplicación de incidencias para gestionarlas y monitorearlas, lo cual ofrece mayor aplicabilidad no solo en ESPO, sino en cualquier institución que necesite gestionar incidencias en su infraestructura o servicios.

Para el uso de esta aplicación se recomienda utilizar un dispositivo móvil con sistema operativo Android.

Al poner en producción es recomendable que basado en la cantidad de usuarios que utilicen la aplicación se deben realizar pruebas de stress para verificar que los recursos tecnológicos siguen siendo suficientes para cumplir con la demanda, de esta manera al aumentar la cantidad de usuarios se recomienda mejor a un plan de mayor valor para mejorar el servicio sin perjudicar su disponibilidad.

# BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. Alvarez, E. Castellvi, M. Monzo y C. Verdù, «La eficiencia en los sistemas de distribución: revisión sobre la gestión del agua no registrada,» *Aquapapers*, pp. 6-24, 2014.
- [2] I. Aguilar Barajas, J. Mahlkecht, J. Kaledin, M. Kjellén y A. Mejía-Betancourt, Edits., *Agua y ciudades en América Latina: Retos para el desarrollo sostenible*, Inter-American Development Bank, 2018.
- [3] W. Torres, «Ecuador pierde USD 320 millones al año por fugas y robo de agua potable,» *Primicias*, 6 julio 2021.
- [4] D. Pearson, *Standard Definitions for Water Losses*, IWA Publishing, 2019.
- [5] Badger Meter, «Badger Meter,» Administrador de mediciones de flujo AquaCUE®, [En línea]. Available: <https://www.badgermeter.com/es-us/productos/software-de-analisis/aquacue/>.
- [6] Ariadna, «Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León,» 21 noviembre 2017. [En línea]. Available: <https://culturadelagua.sapal.gob.mx/index.php/videos/como-reducimos-el-desperdicio-de-agua>.
- [7] Impresiones MX, «Primera App para reportar fugas de agua en el país,» Tlalnepantla, 2020.