

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

DESARROLLO DE UN SISTEMA WEB Y APLICACIÓN MÓVIL INFORMATIVA DE RUTAS DE TRANSPORTE ESTUDIANTIL DE LA EPN

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN ANÁLISIS DE SISTEMAS INFORMÁTICOS

Byron Iván Paredes Cacuango

byron.paredes@epn.edu.ec

Lizbeth Estefanía Borja Madril

lizbeth.borja@epn.edu.ec

DIRECTOR: ING. BYRON GUSTAVO LOARTE CAJAMARCA, MSC.

byron.loarteb@epn.edu.ec

CODIRECTOR: ING. LUZ MARINA VINTIMILLA JARAMILLO, MSC.

marina.vintimilla@epn.edu.ec

Quito, enero 2021


CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por Borja Madril Lizbeth Estefanía y Paredes Cacuango Byron Iván como requerimiento parcial a la obtención del título de Tecnólogo en Análisis de Sistemas Informáticos, bajo nuestra supervisión:



Ing. Byron Loarte, MSc.

DIRECTOR DEL PROYECTO



Ing. Luz Marina Vintimilla, MSc.

CODIRECTORA DEL PROYECTO

DECLARACIÓN

Nosotros Borja Madril Lizbeth Estefanía con CI: 1726686510 y Paredes Cacuango Byron Iván con CI: 1722864038 declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Sin perjuicio de los derechos reconocidos en el primer párrafo del artículo 144 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación – COESC-, somos titulares de la obra en mención y otorgamos una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva de uso con fines académicos a la Escuela Politécnica Nacional.

Entregamos toda la información técnica pertinente, en caso de que hubiese una explotación comercial de la obra por parte de la EPN, se negociará los porcentajes de los beneficios conforme lo establece la normativa nacional vigente.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación a mis padres, quienes han sido un apoyo incondicional para mí y por haberme forjado como persona e inculcarme valores. Siempre alentándome a superarme y cumplir cada uno de mis objetivos de vida.

A mi familia y amigos, quienes confiaron en mí y siempre estuvieron presentes en cada uno de mis logros.

PAREDES CACUANGO BYRON IVÁN

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios, por siempre darme fuerzas para salir adelante en momentos difíciles. Agradezco a la Escuela Politécnica Nacional, por haber sido parte de mi formación académica y haberme brindado la oportunidad de crecer personal y profesionalmente.

Agradezco a los profesores que día a día compartieron sus conocimientos, en especial al Ing. Byron Loarte y a la Ing. Luz Marina Vintimilla, por haberme apoyado y guiado en la culminación de mi tesis.

A mi compañera de tesis, con quien trabaje de la mano y por su apoyo incondicional. A mis padres y familia por su cariño, dedicación y consejos que fueron fundamentales durante toda mi carrera universitaria.

PAREDES CACUANGO BYRON IVÁN

DEDICATORIA

A mi familia, que es mi mayor inspiración y que han permitido que logre culminar una meta más en mi vida.

BORJA MADRIL LIZBETH ESTEFANÍA

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a la Virgen, por guiarme en cada paso que he dado, por mostrarme una salida cuando creía que todo estaba perdido.

A mi familia, por el esfuerzo que día a día realiza para que pueda lograr mis sueños, que siempre han anhelado lo mejor para mi presente y futuro. Gracias por ser un ejemplo de superación por demostrarme que lo que desee lo puedo lograr con esfuerzo y dedicación. Gracias por su amor incondicional.

A todos los profesores que han sido participes en mi formación académica, en especial al Ing. Byron Loarte por ayudarnos, guiarnos con paciencia y agradeciéndole por el tiempo que ha dedicado durante todo el desarrollo del proyecto.

A mi compañero y amigo Byron, por su apoyo constante durante toda la carrera y en la culminación de la tesis. Gracias por todas las risas en cada momento de estrés.

A mis amigos, que a pesar de la distancia siempre me han enviado un mensaje de aliento, dándome ánimos y demostrándome su cariño.

BORJA MADRIL LIZBETH ESTEFANÍA

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	Introducción	1
1.1	Objetivo general	1
1.2	Objetivos específicos	2
1.3	Alcance	2
2	Metodología	4
2.1	Metodología de Desarrollo	4
2.1.1	Roles	4
2.1.2	Artefactos	5
2.2	Diseño de interfaces	7
2.2.1	Herramienta utilizada para el diseño	7
2.2.2	Sistema Web	8
2.2.3	Aplicación Móvil	8
2.3	Diseño de la arquitectura	9
2.3.1	Patrón arquitectónico	9
2.3.2	Sistema Web	9
2.3.3	Aplicación Móvil	10
2.4	Herramientas de desarrollo	11
2.4.1	Sistema Web	11
2.4.2	Aplicación Móvil	12
3	Resultados y Discusión	14
3.1	<i>Sprint</i> 0. Configuración del ambiente de desarrollo	14
3.1.1	Diseño de la Base de Datos en <i>Firebase</i>	14
3.1.2	Estructura del proyecto	15
3.1.3	Definición de usuarios	17
3.1.4	Definición de requerimientos específicos	17
3.2	<i>Sprint</i> 1. Inicio de sesión del usuario administrador – módulo creación de personal administrativo	20

3.2.1	Ingreso del usuario administrador al Sistema Web	20
3.2.2	Creación, visualización, modificación y eliminación de personal administrativo	21
3.3	<i>Sprint 2.</i> Inicio de sesión del personal administrativo – módulo perfil, administración de buses, conductores, trayectorias, paradas, horarios, rutas y reportes.....	22
3.3.1	Ingreso del personal administrativo al Sistema Web.....	23
3.3.2	Creación, visualización, modificación y eliminación de buses y conductores	24
3.3.3	Creación, visualización y eliminación de trayectorias y paradas	25
3.3.4	Creación, visualización, modificación y eliminación de horarios.....	26
3.3.5	Creación, visualización, modificación y eliminación de rutas	27
3.3.6	Gestionar formularios	27
3.3.7	Visualización y envío de notificaciones	28
3.3.8	Generar reportes	29
3.4	<i>Sprint 3.</i> Inicio de sesión usuario final – módulo perfil, rutas, horarios, notificaciones y formularios	29
3.4.1	Ingreso del usuario final a la Aplicación Móvil.....	30
3.4.2	Visualización y modificación del perfil	30
3.4.3	Visualización de rutas.....	31
3.4.4	Filtrado de rutas.....	32
3.4.5	Visualización de horarios	32
3.4.6	Visualización y envío de formularios	33
3.4.7	Visualización de notificaciones	34
3.5	<i>Sprint 4.</i> Pruebas del Sistema Web y Aplicación Móvil	35
3.5.1	Pruebas unitarias.....	35
3.5.2	Pruebas de rendimiento.....	37
3.5.3	Pruebas de compatibilidad.....	38
3.6	<i>Sprint 5.</i> Despliegue del Sistema Web y Aplicación Móvil.....	40
3.6.1	Despliegue del Sistema Web en el host de <i>Firebase</i>	40

3.6.2	Despliegue de la Aplicación Móvil en <i>Google Play Store</i>	41
4	Conclusiones y Recomendaciones	43
4.1	Conclusiones	43
4.2	Recomendaciones	44
5	Referencias Bibliográficas	45
6	ANEXOS.....	i
6.1	Manual Técnico	i
6.2	Manual de Usuario.....	i
6.3	Manual de Instalación.....	i

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1: Diseño de interfaz para el ingreso de paradas en la trayectoria	8
Fig. 2: Diseño de interfaz para mostrar el detalle de una ruta seleccionada	9
Fig. 3: Diseño arquitectónico del Sistema Web	10
Fig. 4: Diseño arquitectónico de la Aplicación Móvil	11
Fig. 5: Diseño de Base de la Datos NoSQL.....	15
Fig. 6: Estructura del proyecto para el Sistema Web	16
Fig. 7: Estructura del proyecto para la Aplicación Móvil.....	16
Fig. 8: Definición de usuarios para el Sistema Web	17
Fig. 9: Definición de usuarios para la Aplicación Móvil	17
Fig. 10: Inicio sesión del usuario administrador	20
Fig. 11: Módulos del usuario administrador	21
Fig. 12: Formulario de registro del personal administrativo.....	22
Fig. 13: Inicio de sesión personal administrativo	23
Fig. 14: Módulos para el personal administrativo.....	23
Fig. 15: Visualización y modificación de datos personales	24
Fig. 16: Registro de conductores.....	24
Fig. 17: Registro de buses.....	25
Fig. 18: Creación de trayectorias.....	26
Fig. 19: Creación de horarios	26
Fig. 20: Creación de rutas	27
Fig. 21: Gestión de formularios	28
Fig. 22: Envío de notificaciones	28
Fig. 23: Generación de reportes estadísticos	29
Fig. 24: Inicio de sesión del usuario final	30
Fig. 25: Visualización del perfil usuario final	31
Fig. 26: Visualización de rutas.....	31
Fig. 27: Filtrar rutas	32
Fig. 28: Visualizar horarios	33
Fig. 29: Visualización y envío de formularios	33
Fig. 30: Enviar formularios.....	34
Fig. 31: Visualización de notificaciones	35
Fig. 32: Estructura de la prueba unitaria para validar el campo zona de la ruta.....	36
Fig. 33: Ejecución de 28 pruebas unitarias para el Sistema Web	37
Fig. 34: Prueba 1 - 350 Peticiones	38
Fig. 35: Módulo para el envío de formulario en un Huawei P10 Lite	39

Fig. 36: Módulo para el envío de formulario en un Samsung S10 Plus.....	39
Fig. 37: Creación del proyecto.....	40
Fig. 38: Despliegue del Sistema Web en el dominio de Firebase	41
Fig. 39: Despliegue de la Aplicación Móvil en producción	42

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA I: Roles asignados	5
TABLA II: Historia de Usuario - Añadir paradas	6
TABLA III: Herramientas para el desarrollo del Sistema Web	11
TABLA IV: Herramientas para el desarrollo de la Aplicación Móvil.....	12
TABLA V: Librerías para el desarrollo del Sistema Web y Aplicación Móvil	13
TABLA VI: Dispositivos utilizados para realizar pruebas de compatibilidad.....	38

RESUMEN

La Escuela Politécnica Nacional (EPN) ofrece el servicio de transporte estudiantil a estudiantes y personal administrativo, facilitando de esta manera la movilización con un total de 8 rutas que abarcan el norte, centro y sur de la ciudad incluyendo los valles [1]. En este sentido la EPN no contaba con una aplicación que le permita presentar información detallada sobre rutas, horarios, recorridos y conductores. Lo que conlleva a que esta información sea presentada a través de carteleras informativas, redes sociales, correo y la web institucional generando desconocimiento y falta de uso del servicio.

En la actualidad es de vital importancia el uso de la tecnología ya que permite acceder, automatizar procesos y proporcionar información en tiempo real. En un mundo donde el usuario exige inmediatez, simplificación e hiperconectividad, los sistemas web y aplicaciones móviles tienen la capacidad de cubrir estas necesidades [2]. Por tal motivo, se ha desarrollado un Sistema Web y Aplicación Móvil que permite brindar a toda la comunidad politécnica información detallada y en tiempo real sobre los recorridos, incluyendo horarios, rutas, paradas y trayectorias.

El presente informe técnico se ha estructurado de la siguiente manera: en la sección I corresponde a la introducción dando a conocer sobre el contexto del problema, objetivo general, objetivos específicos y el alcance del proyecto. La sección II se describe como se ha implementado de forma adecuada la metodología, diseño arquitectónico y herramientas en el desarrollo del proyecto integrador. Por otra parte, la sección III se menciona los resultados obtenidos en las tareas realizadas por cada Sprint. Finalmente, en la última sección se mencionan las conclusiones y recomendaciones que se han obtenido a lo largo del desarrollo del proyecto.

PALABRAS CLAVE: Servicio, Transporte Estudiantil, Angular, *Ionic*, *Firebase*, *Scrum*

ABSTRACT

The Escuela Politécnica Nacional (EPN) offers a student transport service to students and administrative staff, thus facilitating the mobilization with a total of 8 routes that cover the north, center and south of the city including the valleys [1]. In this sense, EPN did not have an application that would allow it to present detailed information about routes, schedules, and drivers. This leads to this information being presented through billboards, social networks, mail, and the institutional web, generating ignorance and lack of use of the service.

Nowadays it is of vital importance the use of technology since it allows to access, to automate processes and to provide information in real time. In a world where the user demands immediacy, simplification and hyperconnectivity, web systems and mobile applications have the capacity to cover these needs [2]. For this reason, a Web System and Mobile Application has been developed to provide the entire polytechnic community with detailed, real-time information on routes, including schedules, stops and trajectories.

This technical report has been structured in the following way: in section I corresponds to the introduction giving information about the context of the problem, general objective, specific objectives, and the scope of the project. Section II describes how the methodology, architectural design and tools have been adequately implemented in the development of the integrating project. On the other hand, section III mentions the results obtained in the tasks carried out by each Sprint. Finally, the last section mentions the conclusions and recommendations that have been obtained throughout the development of the project.

KEYWORDS: Service, Student Transport, Angular, Ionic, Firebase, Scrum

1 INTRODUCCIÓN

El presente informe se centra en el desarrollo del Sistema Web y Aplicación Móvil para brindar información sobre los recorridos estudiantiles implementado bajo la metodología ágil de desarrollo *Scrum*. El objetivo del desarrollo e implementación de estos sistemas es proporcionar a la comunidad politécnica de manera detallada rutas, horarios, recorridos y el procedimiento para acceder a este servicio.

Según datos de Bienestar Estudiantil la EPN actualmente cuenta con 8 buses, cuyos recorridos se reparten entre la mañana y noche; mismos que permiten la movilización de estudiantes y personal administrativo. Cuyo servicio es ofrecido de manera gratuita cubriendo un total de 8 rutas distribuidas en el norte, centro y sur de la ciudad, incluyendo el valle de los chillos [1].

Actualmente la comunidad politécnica no cuenta con información detallada sobre rutas, horarios, recorridos o el procedimiento para acceder a este servicio. La manera por la cual la Universidad da a conocer esta información únicamente es al inicio del semestre y lo realiza a través del uso de carteleras informativas, redes sociales, correo y la web institucional. Cabe recalcar que, en los medios citados anteriormente se adjuntan rutas y horarios, sin estar muy detallada y en muchas ocasiones al ser volátil, resulta tedioso e ineficiente acceder nuevamente a la misma.

Por otra parte, resulta difícil que los estudiantes logren recordar toda la información de su interés como: horarios, paradas, capacidad del recorrido y rutas, lo que ocasiona pérdida de tiempo ya que el estudiante al salir de clase debe acercarse a cada una de las unidades para obtener más información.

En este contexto, se ha desarrollado un Sistema Web y Aplicación Móvil, que permite a la comunidad politécnica brindar información detallada y en tiempo real sobre los recorridos, incluyendo horarios, rutas, paradas y trayectorias.

1.1 Objetivo general

Desarrollar un sistema web y aplicación móvil informativa de rutas de transporte estudiantil de la EPN.

1.2 Objetivos específicos

- Determinar los requerimientos del sistema web y aplicación móvil.
- Diseñar la arquitectura, modelo de base de datos e interfaces del sistema web y aplicación móvil.
- Codificar el sistema web y aplicación móvil.
- Probar la funcionalidad del sistema web y aplicación móvil.

1.3 Alcance

En la actualidad los Sistemas Web se han convertido en herramientas indispensables para los usuarios, ya que les permite compartir a varias personas información segura y en tiempo real. Estos sistemas se complementan con el uso de Aplicaciones Móviles, las cuales en la actualidad se han convertido en una parte esencial por la facilidad de uso y acceso [3].

Los usuarios de este Sistema Web y Aplicación Móvil tienen la posibilidad de obtener información de manera detallada, eficiente y personalizada sobre las rutas cubiertas por cada una de las unidades del transporte estudiantil. Por otra parte, garantizan el acceso seguro a través de perfiles y otras funcionalidades descritas a continuación:

El Sistema Web permite a los usuarios con perfil administrador:

- Registro, actualización y eliminación de rutas.
- Registro, actualización y eliminación de paradas.
- Registro, actualización y eliminación de horarios de recorridos.
- Aprobar o rechazar el formulario de queja, novedad o sugerencias.

El Sistema Web permite a los usuarios con perfil usuario:

- Registro, actualización y eliminación de buses.
- Registro, actualización y eliminación de conductores.
- Registro y eliminación de trayectorias.
- Registro, actualización y eliminación de horarios de recorridos.
- Registro, actualización y eliminación de rutas.
- Aprobar o rechazar el formulario de queja, novedad o sugerencias.
- Envío de notificaciones.
- Visualización de gráficos estadísticos.

La Aplicación Móvil está desarrollado para dispositivos que cuenten con Sistema Operativo Android e iOS y realiza lo siguiente:

La Aplicación Móvil permite a los usuarios con perfil estudiante:

- Registro por medio de Facebook, Gmail o un formulario de registro.
- Visualización detallada del procedimiento a seguir para acceder al servicio.
Visualización detallada sobre los recorridos y sus horarios.
- Visualización detallada de las rutas y paradas de cada uno de los recorridos por medio de un mapa.
- Filtrado de rutas de los recorridos por sectores.
- Formulario de quejas, novedades o sugerencias.

2 METODOLOGÍA

En la actualidad el uso de metodologías ágiles ayuda a desarrollar proyectos con rapidez y flexibilidad, permiten la adaptación a cambios y mejoras, realizando entregas planificadas y continuas en la medida en la que se va terminando cada una de las etapas del proyecto [4].

En el desarrollo del Sistema Web y Aplicación Móvil es fundamental hacer uso de una metodología ágil de desarrollo, la cual permite alinear los objetivos de todos los involucrados manteniendo una comunicación activa. Por este motivo se ha utilizado *Scrum*, una metodología de desarrollo que se basa en la manera en que trabajan realmente los equipos; proporcionando herramientas para organizarse y reducir el impacto de cambios en el desarrollado [5].

Los subcapítulos siguientes describen cómo se ha implementado la metodología durante el desarrollo de los sistemas propuestos, garantizando en todo momento la calidad del producto desde un enfoque totalmente ágil.

2.1 Metodología de Desarrollo

Scrum permite definir claramente cada una de las etapas y el proceso adecuado para llevar a cabo con éxito la implementación en el desarrollo del proyecto. Una de las etapas más relevantes es la planificación, ya que a través del levantamiento de la información se cubren todas las necesidades del cliente y del negocio. Por otra parte, es el trabajo colaborativo ya que a través de reuniones y entregas continuas con los interesados se ha logrado entregar progresivamente avances funcionales del proyecto. Por último, terminada la etapa de codificación se han realizado una serie de pruebas garantizando la calidad del código y el nivel de aceptación por parte de los interesados.

2.1.1 Roles

En *Scrum* la participación de los roles es indispensable para la realización del proyecto, ya que deben estar comprometidos con el mismo y son responsables del éxito de cada *Sprint* [6]. Es por ello que, aplicando *Scrum* se han definido los siguientes roles para el proyecto integrador:

Propietario del Producto (*Product Owner*)

Este rol lo desempeña el personal administrativo de Bienestar Estudiantil de la EPN, quien ha proporcionado toda la información sobre el flujo de proceso en el servicio del

transporte estudiantil, permitiendo cumplir con la fase de planificación y determinar de esta manera: herramientas, arquitectura, perfiles y funciones del Sistema Web y Aplicación Móvil.

Scrum Master

Este rol lo desempeña el director del proyecto, quien guía al equipo de desarrollo a cumplir el objetivo planteado, organizando una serie de reuniones con el objetivo de que en cada *Sprint* sea finalizado de manera exitosa y asegurar de que se apliquen las buenas prácticas y reglas de *Scrum*.

Equipo de desarrollo (*Developer Scrum*)

Este rol lo cumplen los desarrolladores del proyecto integrador, encargados de transformar los requerimientos del cliente en pequeños avances funcionales al terminar cada uno de los *Sprint*.

El equipo *Scrum* se encuentra conformado por el siguiente grupo de trabajo, como se presenta en la **TABLA I**.

TABLA I: Roles asignados

NOMBRE	ROL
Bienestar Estudiantil	Product Owner
Ing. Byron Loarte	Scrum Master
Lizbeth Borja Byron Paredes	Equipo de desarrollo

2.1.2 Artefactos

Los artefactos en *Scrum* son elementos de la metodología que permiten llevar a cabo la implementación del proyecto con resultados más transparentes y una evolución rápida, a través de los cuales se garantiza la participación de cada uno de los miembros del equipo y el cumplimiento de las actividades asignadas [7]. Es por ello que, aplicando *Scrum* se han definido los siguientes artefactos para el proyecto integrador:

Recopilación de Requerimientos

Es una de las etapas más fundamentales en el desarrollo del proyecto ya que se recepta todas las necesidades del cliente y sobre los cuales se va a trabajar en las etapas

posteriores [8]. Sin embargo, para cumplir con esta etapa se han realizado diversas reuniones con personal administrativo y estudiantes. Logrando de esta manera definir una lista de requerimientos iniciales, la cual contiene el proceso que se requiere en el desarrollo y la identificación de requerimientos funcionales y no funcionales. La cual se presenta a detalle en el Manual Técnico – Sección Recopilación de Requerimientos (pág. 2 - 4).

Historias de Usuario

Obtenidos los requerimientos a través de entrevistas y reuniones se ha elaborado las Historias de Usuario, las cuales son un método para especificar los requerimientos funcionales del sistema. Además, son tarjetas con un formato establecido en el cual se describe brevemente las características que el software debe poseer [9].

Las Historias de Usuario sirven para detallar y clasificar los requerimientos del proyecto antes de empezar con el desarrollo de los sistemas propuestos. A continuación, **TABLA II** muestra una de las Historias de Usuario que se han desarrollado, las 36 Historias de Usuario restantes se detallan en el Manual Técnico – Sección Historias de Usuario (pág. 5 - 24).

TABLA II: Historia de Usuario - Añadir paradas

HISTORIA DE USUARIO	
Identificador (ID): HU014	Usuario: Administrador/Personal Administrativo
Nombre Historia: Añadir paradas	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Alto
Iteración Asignada: 3	
Responsable (es): Byron Paredes / Lizbeth Borja	
Descripción: El Sistema Web permite al administrador y/o personal administrativo añadir nuevas paradas a una trayectoria previamente registrada.	
Observación: El usuario administrador y/o personal administrativo visualiza la trayectoria por defecto cargada en el mapa a partir de la cual se deben ir marcando cada una de las paradas a ser registradas.	

Product Backlog

Es un listado de las actividades que se realiza a partir de la previa priorización de los requerimientos. Esta lista va cambiando a medida que se va realizando el producto, ayudando de esta manera a tener un mejor control en el estado de las actividades y correcciones que constituyen cambios a realizarse en el transcurso del desarrollo [10].

En el *Product Backlog* se muestra a manera de lista cada uno de los requerimientos funcionales definidos para el Sistema Web y Aplicación Móvil, ordenándolos según la prioridad que se tiene en el negocio y la complejidad para el desarrollo. El cual se encuentra detallado en el Manual Técnico – Sección Product Backlog (pág. 25 - 27).

Sprint Backlog

Es un listado de las actividades que son seleccionadas a partir del *Product Backlog*, los cuales se desarrollan y entregan por medio *Sprints* de desarrollo en un intervalo de tiempo en el que se van realizando entregables de acuerdo a una planificación establecida [10].

Los *Sprints* tienen una duración máxima de 4 semanas creando para este proyecto un total de 6 *Sprints* detallados de la siguiente manera: Configuración del ambiente de desarrollo, Inicio de sesión del administrador y personal administrativo, Inicio de sesión del usuario final, Pruebas y Despliegue de los sistemas a producción detallados en el Manual Técnico – Sección Sprint Backlog (pág. 28 - 38)

2.2 Diseño de interfaces

Una vez establecidos los requerimientos funcionales para este proyecto, se procede a definir la herramienta que se ha utilizado para diseñar las interfaces que contiene el Sistema Web y Aplicación Móvil.

2.2.1 Herramienta utilizada para el diseño

Balsamiq es una herramienta fácil de utilizar para diseñar interfaces de usuarios que reproduce la experiencia de dibujar en un bloc de notas o pizarra, pero usando una computadora [11].

El diseño de interfaces y cada una de sus funcionalidades han sido establecidas mediante prototipos creados en Balsamiq, permitiendo de esta manera mostrar al usuario final una idea sobre como es el diseño resultante. A continuación, se presenta un ejemplo de los prototipos realizados para el Sistema Web y Aplicación Móvil.

2.2.2 Sistema Web

La **Fig. 1** ilustra el prototipo para el ingreso de las paradas que tiene la trayectoria y la interacción con el mapa. El diseño de las 30 interfaces restantes se muestra en el Manual Técnico – Sección Diseño de Interfaces (pág. 39- 54).

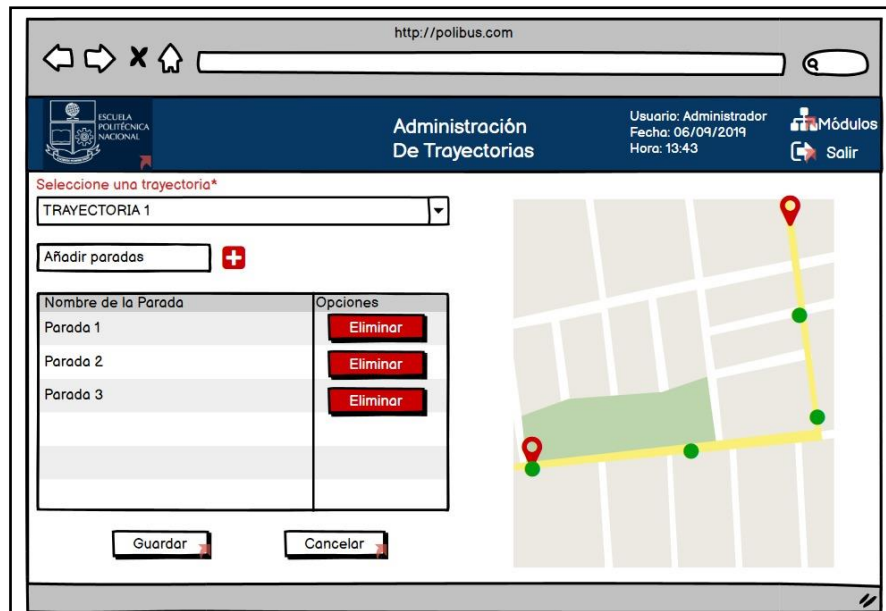


Fig. 1: Diseño de interfaz para el ingreso de paradas en la trayectoria

2.2.3 Aplicación Móvil

La **Fig. 2** ilustra el prototipo para mostrar la descripción, detalle de la ruta seleccionada, información de los conductores y los diferentes puntos por donde pasa el recorrido a través del mapa. El diseño de las 11 interfaces restantes se muestra en el Manual Técnico – Sección Diseño de Interfaces (pág. 55- 60).



Fig. 2: Diseño de interfaz para mostrar el detalle de una ruta seleccionada

2.3 Diseño de la arquitectura

Definidos los requerimientos funcionales conjuntamente con el diseño de las interfaces, en este apartado se establece el patrón arquitectónico que se ha implementado para el desarrollo del Sistema Web y Aplicación Móvil.

2.3.1 Patrón arquitectónico

El patrón arquitectónico establecido para la programación del Sistema Web y Aplicación Móvil es Modelo-Vista-Controlador (MVC), siendo un patrón de arquitectura de software modular por capas que sirve para clasificar la información, la lógica del sistema y la interfaz que se le presenta al usuario, conjuntamente con un controlador que permite gestionar entradas y salidas del sistema [12].

2.3.2 Sistema Web

La **Fig. 3** ilustra el patrón arquitectónico implementado para el Sistema Web de acuerdo a las herramientas utilizadas, lo que permite obtener un proyecto organizado que facilita el manejo de errores y escalable a medida que se requiera.

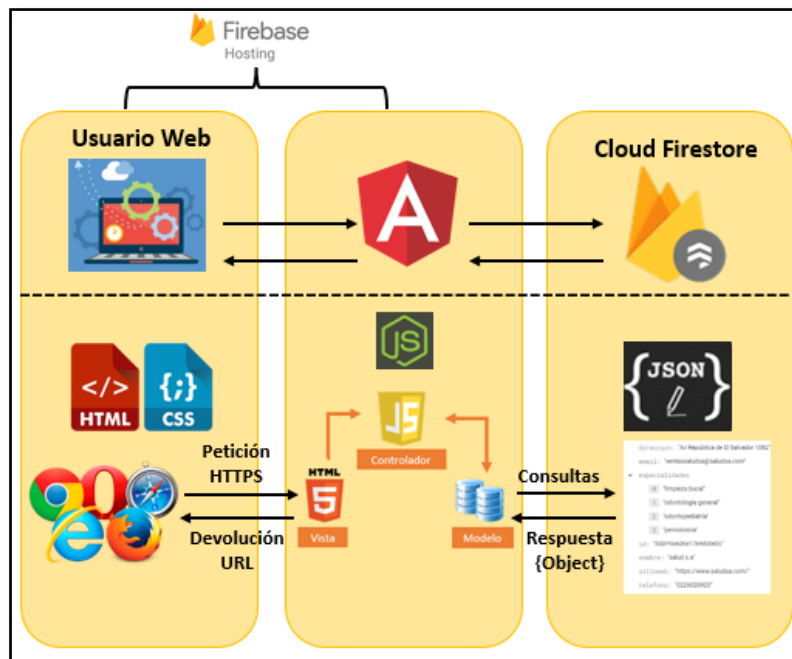


Fig. 3: Diseño arquitectónico del Sistema Web

2.3.3 Aplicación Móvil

La **Fig. 4** ilustra el patrón arquitectónico implementado para la Aplicación Móvil de acuerdo a las herramientas utilizadas, lo que permite obtener un proyecto organizado que facilita modificar y agregar funcionalidad extra a cada una de sus capas, sin necesidad de afectar a las demás.

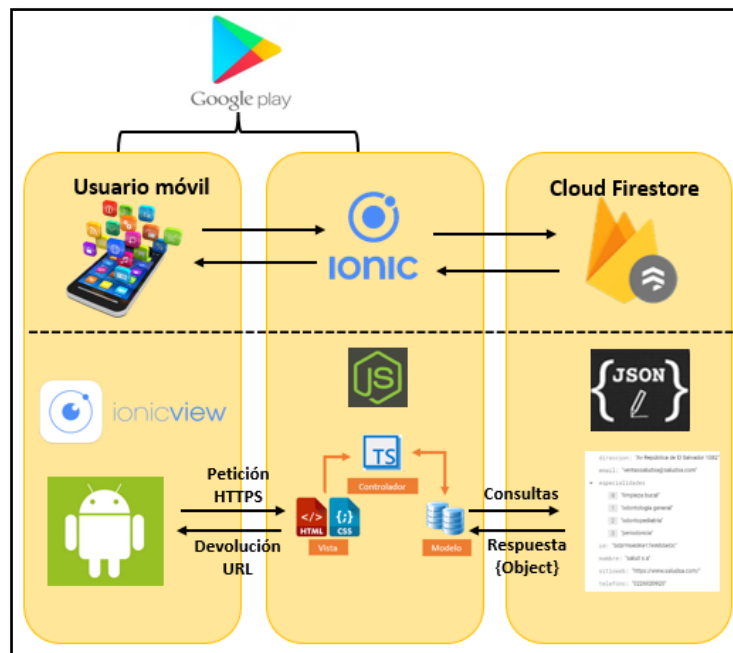


Fig. 4: Diseño arquitectónico de la Aplicación Móvil

2.4 Herramientas de desarrollo

Una vez determinados los requerimientos funcionales, diseño de interfaces y diseño arquitectónico, se describe las herramientas y librerías utilizadas para la implementación del Sistema Web, Aplicación Móvil y en la creación de la Base de Datos.

2.4.1 Sistema Web

En la **TABLA III** se detallan las herramientas utilizadas en el desarrollo del Sistema Web y la creación de la Base de Datos conjuntamente con una justificación del porque su elección y aporte al proyecto.

TABLA III: Herramientas para el desarrollo del Sistema Web

Herramienta	Justificación
Angular	La implementación de este Framework permite, en el desarrollo del proyecto, mantener una estructura ordenada en todo el desarrollo separando cada una de las capas como lo son la Vista, Modelo y Controlador [13].
Angular Material	La implementación de esta librería de estilos permite, en el desarrollo del proyecto, incorporar de

	manera sencilla componentes previamente desarrollados y reutilizarlos para mejorar el diseño y compatibilidad con cualquier dispositivo [14].
<i>Firebase Cloud Functions</i>	La implementación de <i>Cloud Functions</i> permite, en el desarrollo del proyecto, desencadenar eventos de forma automática y almacenar código en la nube a manera de funciones que se realizan al modificar, eliminar o crear un documento en la Base de Datos [15].
<i>Firebase Cloud Messaging (FCM)</i>	La implementación de FCM permite, en el desarrollo del proyecto, realizar el envío de mensajes desde el Sistema Web hacia la Aplicación Móvil, teniendo una conexión segura para realizar directamente el envío de notificaciones [16].
<i>Firebase</i>	La implementación de la plataforma <i>Firebase</i> permite, en el desarrollo del proyecto, utilizar y gestionar la autenticación de usuarios tanto del Sistema Web y Aplicación Móvil, además utilizar una Base de Datos NoSQL en la cual se almacena toda la información y transaccionalidad en tiempo real [17].

2.4.2 Aplicación Móvil

En la **TABLA IV** se detallan las herramientas utilizadas en el desarrollo de la Aplicación Móvil conjuntamente con una justificación del porque su elección y aporte al proyecto.

TABLA IV: Herramientas para el desarrollo de la Aplicación Móvil

Herramienta	Justificación
<i>Ionic</i>	La implementación de este <i>Framework</i> permite, en el desarrollo del proyecto, la utilización de varios componentes que facilitan considerablemente el desarrollo de la Aplicación Móvil y que la misma pueda desplegarse en múltiples plataformas [18].

Apache Cordova	La implementación de Apache Cordova permite, en el desarrollo del proyecto, obtener acceso a las diferentes funciones de cada dispositivo de manera nativa y en la compilación y creación del APK [19].
Firestore Cloud Messaging (FCM)	La implementación de <i>Firestore Cloud Messaging</i> con Apache Cordova permite, en el desarrollo del proyecto, la recepción de notificaciones enviadas desde el Sistema Web. Además, obtener el token de cada dispositivo el cual es usado para poder enviar mensajes a un usuario en específico [16].

Librerías

En la **TABLA V** se detallan el conjunto de librerías que fueron utilizadas para el desarrollo del Sistema Web, Aplicación Móvil conjuntamente con una explicación breve.

TABLA V: Librerías para el desarrollo del Sistema Web y Aplicación Móvil

LIBRERÍA	DESCRIPCIÓN
"@angular/aire": "^5.2.1"	Librería para la integración de Angular y los diferentes componentes de <i>Firestore</i> [20].
"nodemailer": "^6.4.11"	Librería para enviar mails de forma automática [21].
"chart.js": "^2.9.3"	Librería para presentar gráficos estadísticos [22].
"@ionic-native/facebook": "5.27.0" "@ionic-native/google-plus": "5.24.0"	Librería para realizar autenticación con redes sociales [23].
"@ionic-native/fcm": "5.27.0"	Librería para recibir mensajes enviados desde el Sistema Web [21].
"geofirex": "^0.1.0"	Librería para realizar el cálculo de la distancia entre dos puntos [24].

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presenta los resultados obtenidos en la ejecución de las tareas de cada *Sprint*, la configuración del ambiente de desarrollo, las pruebas de rendimiento, unitarias, compatibilidad y el despliegue del Sistema Web en el *host* de *Firebase* y el lanzamiento de la Aplicación Móvil en la tienda de aplicaciones.

3.1 *Sprint* 0. Configuración del ambiente de desarrollo

Siguiendo la planificación establecida en el *Sprint Backlog* descrito en el Manual Técnico – Sección *Sprint Backlog* (pág. 28 - 38). El *Sprint* 0, define la configuración del ambiente de desarrollo sobre el cual se va a trabajar. Detallando las tareas que permiten implementar los requerimientos obtenidos en el *Product Backlog*.

A continuación, se muestra las actividades que se han realizado en el *Sprint* 0:

- Diseño de la Base de Datos en *Firebase*.
- Estructura del proyecto.
- Definición de usuarios.
- Definición de requerimientos específicos.

3.1.1 Diseño de la Base de Datos en *Firebase*

El diseño y la generación de la Base de Datos para el Sistema Web y Aplicación Móvil, han sido realizados en *Cloud Firestore* que forma parte de la plataforma de *Firebase*, en la cual se almacena toda la información relacionada al servicio de transporte estudiantil de la EPN. La **Fig. 5** ilustra un total de 11 colecciones que intervienen en el diseño de la Base de Datos NoSQL para el proyecto integrador. Mientras que el diseño de la Base de Datos se muestra en el Manual Técnico – Sección Diseño de la Base de Datos (pág. 61 - 62).

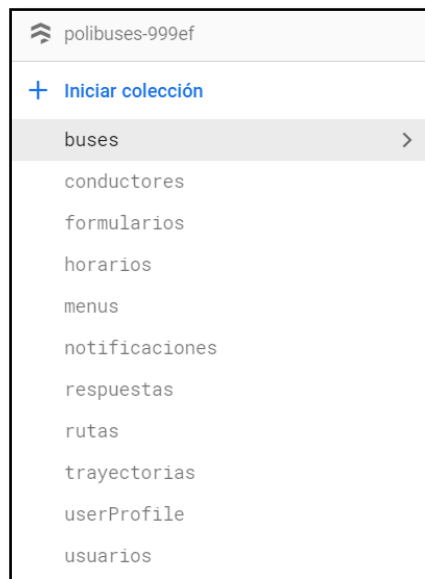


Fig. 5: Diseño de Base de la Datos NoSQL

3.1.2 Estructura del proyecto

En base al diseño arquitectónico detallado en el apartado **2.3** del presente informe, se utiliza el patrón arquitectónico MVC, que permite tener estructurado directorios y archivos del Sistema Web y Aplicación Móvil de manera organizada. La **Fig. 6** y **Fig. 7** ilustran una serie de directorios y archivos que permiten separar cada componente dependiendo de la funcionalidad a realizar ya sea en modelo, vista o controlador.

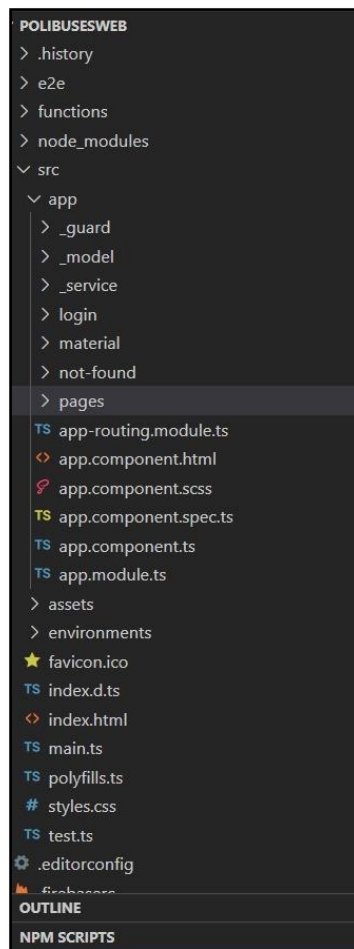


Fig. 6: Estructura del proyecto para el Sistema Web

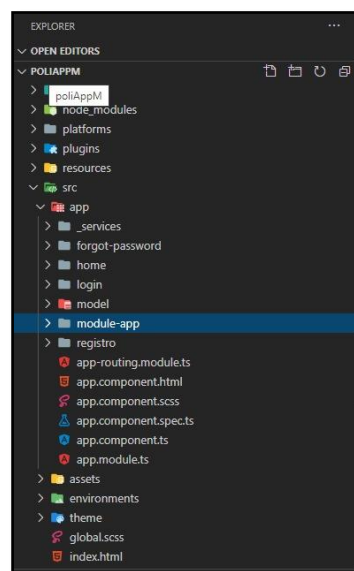


Fig. 7: Estructura del proyecto para la Aplicación Móvil

3.1.3 Definición de usuarios

En las **Fig. 8** y **Fig. 9** se ilustran cada uno de los usuarios que intervienen en el Sistema Web y Aplicación Móvil respectivamente. Además, de los módulos que cada usuario tiene acceso dependiendo del rol que desempeña.

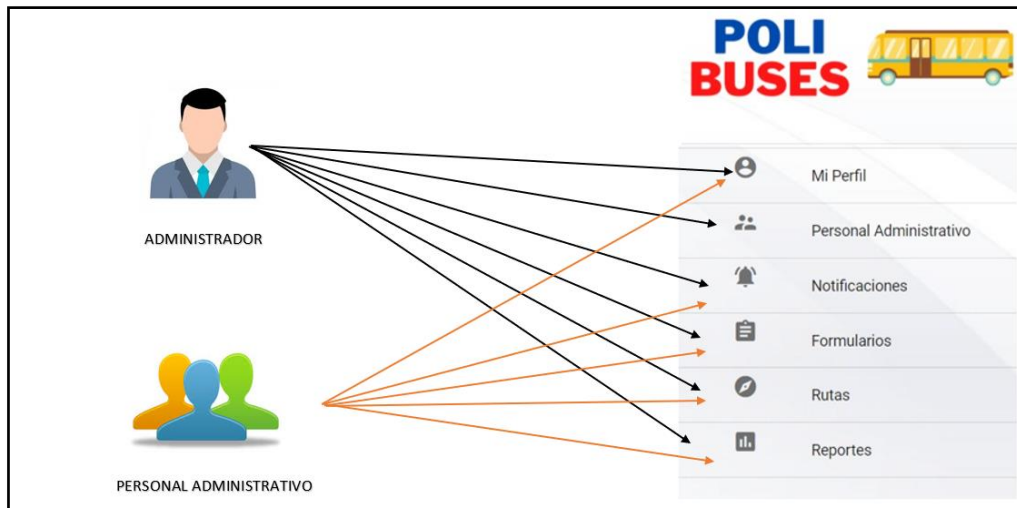


Fig. 8: Definición de usuarios para el Sistema Web

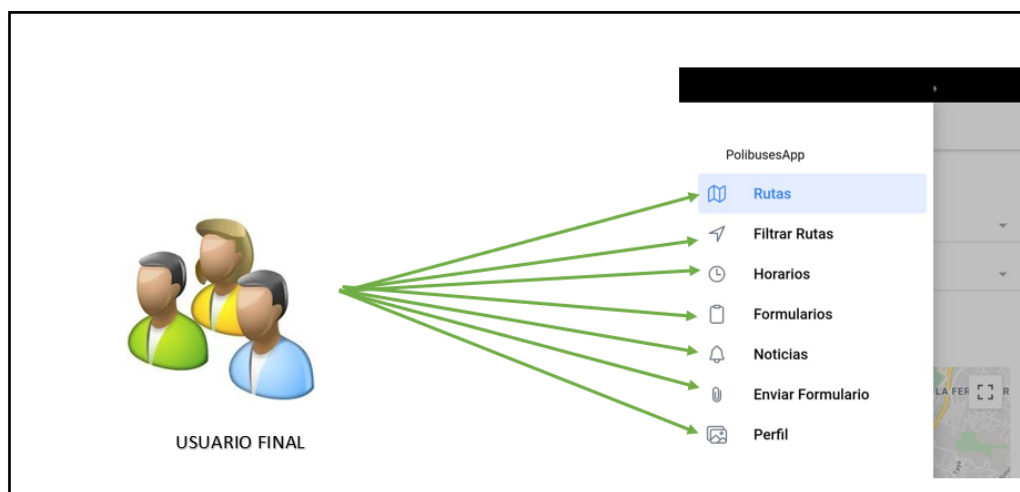


Fig. 9: Definición de usuarios para la Aplicación Móvil

3.1.4 Definición de requerimientos específicos

Sistema Web

Identificación del usuario

El personal administrativo puede ingresar en el Sistema Web ingresando el correo electrónico y la contraseña las cuales son las credenciales de acceso. Mientras que,

para el administrador las credenciales son proporcionadas por los desarrolladores del sistema.

Administración de usuarios

El usuario con perfil administrador tiene la posibilidad de registrar nuevos miembros administrativos.

Restablecer contraseña

El personal administrativo tiene la posibilidad de restablecer su contraseña a través de un enlace que es enviado al correo registrado.

Administración de buses y conductores

El usuario administrador y/o personal administrativo tienen la posibilidad del registro, visualización, modificación y eliminación de buses y conductores según lo requiera.

Administración de trayectoria y paradas

El usuario administrador y/o personal administrativo tienen la posibilidad de realizar el trazado, modificación y eliminación una trayectoria. Además, de la visualización y eliminación de paradas haciendo uso de un mapa interactivo.

Administración horarios

El usuario administrador y/o personal administrativo tienen la posibilidad de realizar la asignación y modificación de horarios en cada una de las paradas registradas.

Administración de rutas

El usuario administrador y/o personal administrativo tienen la posibilidad del registro, visualización, modificación y eliminación de las rutas de los recorridos una vez completado los apartados de trayectoria, paradas y horarios.

Administración de formularios de quejas, novedades o sugerencias

El usuario administrador y/o personal administrativo tienen la posibilidad de visualizar, aprobar o negar formularios de quejas, novedades o sugerencias y él envió de notificaciones de respuesta a los usuarios registrados en la Aplicación Móvil.

Administración de notificaciones de eventos y noticias

El usuario administrador y/o personal administrativo tienen la posibilidad de enviar notificaciones de eventos y noticias referentes al servicio de transporte estudiantil a los usuarios registrados en la Aplicación Móvil.

Aplicación Móvil

Registro de usuarios

Los usuarios finales tienen la posibilidad de registrarse en la Aplicación Móvil mediante Facebook, Gmail o crear una nueva cuenta llenando los campos de un formulario de registro.

Inicio de sesión

Los usuarios finales tienen la posibilidad de iniciar sesión mediante las credenciales de acceso que es usuario y contraseña o caso contrario mediante Facebook o Google.

Restablecer contraseña

El usuario final puede restablecer su contraseña a través de un enlace que es enviado al correo registrado.

Visualización de rutas

El usuario final tiene la posibilidad de realizar la visualización de las rutas de cada uno de los transportes estudiantiles por medio de un mapa interactivo presentando: trayectorias, paradas y hora de llegada.

Visualización de buses y conductores

El usuario final tiene la posibilidad de realizar la visualización de la información de los buses y conductores.

Envío de formulario de quejas, novedades o sugerencias

El usuario final tiene la posibilidad de realizar el envío de formularios de quejas, novedades o sugerencias. Además, recibir notificaciones que informe si el formulario fue aceptado o rechazado.

Búsquedas de rutas

El usuario final tiene la posibilidad de hacer una búsqueda de rutas ingresando una calle de referencia y la Aplicación Móvil muestra la ruta apropiada.

Recibir notificaciones de eventos y noticias

El usuario final recibe notificaciones enviadas por el administrador y/o personal administrativo con respecto a eventos o noticias del servicio de transporte estudiantil.

3.2 *Sprint* 1. Inicio de sesión del usuario administrador – módulo creación de personal administrativo

Siguiendo la planificación establecida en el *Sprint Backlog* detallado en el Manual Técnico – Sección *Sprint Backlog* (pág. 28 - 38). El *Sprint* 1 incluye las actividades descritas a continuación:

- Ingreso al Sistema Web del usuario administrador.
- Creación, visualización, modificación y eliminación del personal administrativo.

3.2.1 Ingreso del usuario administrador al Sistema Web

Para el desarrollo del proyecto se establece que debe existir un solo usuario administrador, el cual va a poder ingresar al sistema ingresando las credenciales de acceso previamente asignadas por el equipo de desarrollo, como indica la **Fig. 10**. Mientras que en el Manual de Usuario se describe el procedimiento y la interfaz para el ingreso y reseteo de la contraseña.

La imagen muestra una interfaz web para el inicio de sesión. En la parte superior, el título "Iniciar Sesión" está acompañado de un ícono de perfil de usuario. Debajo, hay dos campos de entrada: "Ingrese el Usuario *" y "Ingrese la contraseña *", este último con un ícono de ojo para alternar la visibilidad. Se encuentran dos botones: "Iniciar Sesión" (púrpura) y "Recuperar Contraseña" (rojo). En la base, hay un texto de advertencia: "Para acceder al sistema deberá ingresar la contraseña enviada a su correo electrónico. RECUERDE: No proporcione su contraseña a terceros."

Fig. 10: Inicio sesión del usuario administrador

El Sistema Web valida que las credenciales ingresadas sean correctas e identifica el perfil al que pertenece. Una vez que el usuario administrador ingrese al Sistema Web se lista los módulos definidos para su rol, como se muestra en la **Fig. 11**.

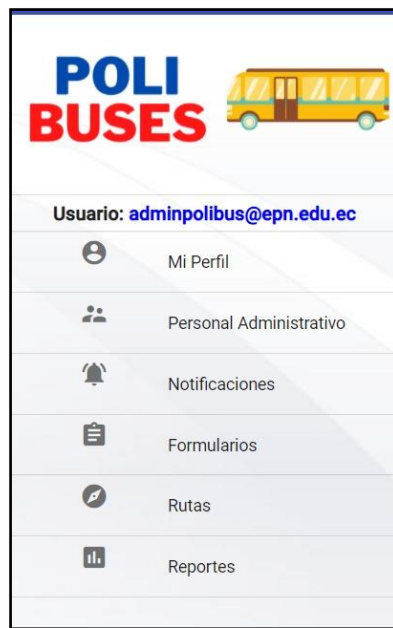
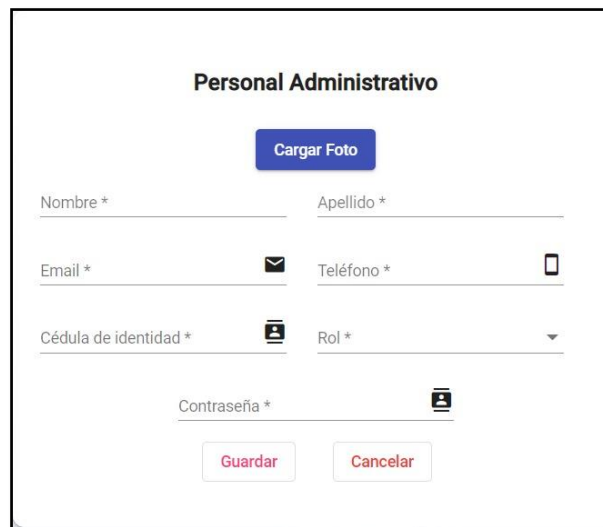


Fig. 11: Módulos del usuario administrador

3.2.2 Creación, visualización, modificación y eliminación de personal administrativo

El módulo para el personal administrativo es exclusivo para el usuario administrador, el cual incluye la funcionalidad de crear nuevos usuarios y permitir el acceso y el uso del Sistema Web. La **Fig. 12** ilustra el formulario que se debe llenar para la creación de un nuevo personal administrativo teniendo en cuenta las validaciones respectivas para cada campo. Mientras que en el Manual de Usuario se visualiza el proceso y las interfaces que intervienen en la creación, modificación, visualización y eliminación de personal administrativo.



Personal Administrativo

Cargar Foto

Nombre * Apellido *

Email * Teléfono *

Cédula de identidad * Rol *

Contraseña *

Guardar Cancelar

Fig. 12: Formulario de registro del personal administrativo

3.3 ***Sprint 2.*** Inicio de sesión del personal administrativo – módulo perfil, administración de buses, conductores, trayectorias, paradas, horarios, rutas y reportes

Siguiendo la planificación establecida en el *Sprint Backlog* detallado en el Manual Técnico – Sección Sprint Backlog (pág. 28 - 38). El *Sprint 2* incluye las actividades descritas a continuación:

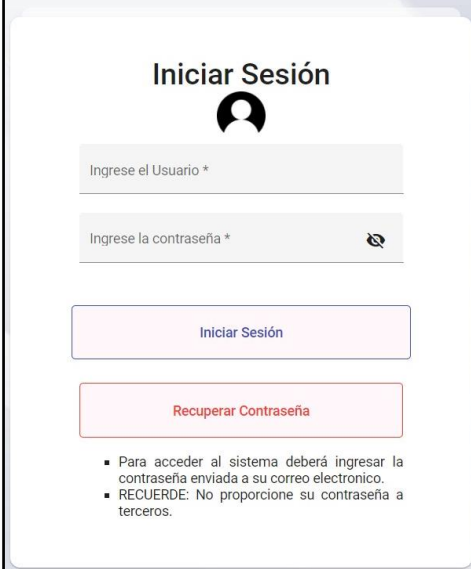
- Ingreso del personal administrativo al Sistema Web.
- Visualización y modificación del perfil.

Por otra parte, los módulos que se listan a continuación están disponibles tanto para el usuario administrador como para el usuario personal administrativo.

- Creación, visualización, modificación y eliminación de buses y conductores.
- Creación, visualización, modificación y eliminación de trayectorias y paradas.
- Creación, visualización, modificación y eliminación de horarios.
- Creación, visualización, modificación y eliminación de rutas.
- Gestión de formularios.
- Visualización y envío de notificaciones.
- Generar reportes.

3.3.1 Ingreso del personal administrativo al Sistema Web

La **Fig. 13** ilustra el inicio de sesión del personal administrativo, el cual debe ingresar las credenciales proporcionadas por el administrador las mismas que son previamente enviadas por correo. Mientras que en el Manual de Usuario se describe el procedimiento y la interfaz para el ingreso y reseteo de la contraseña.

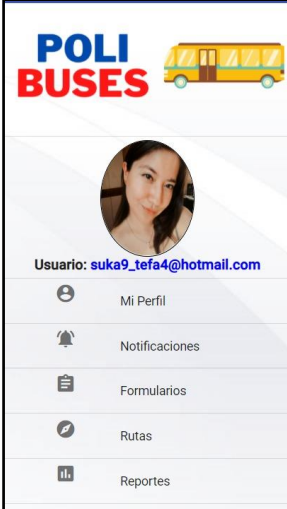


El formulario de inicio de sesión personal administrativo tiene el título "Iniciar Sesión" con un ícono de usuario. Incluye dos campos de entrada: "Ingrese el Usuario *" y "Ingrese la contraseña *" con un ícono de ojo para alternar la visibilidad. Hay dos botones: "Iniciar Sesión" y "Recuperar Contraseña". En la parte inferior, hay un aviso con dos puntos:

- Para acceder al sistema deberá ingresar la contraseña enviada a su correo electrónico.
- RECUERDE: No proporcione su contraseña a terceros.

Fig. 13: Inicio de sesión personal administrativo

El Sistema Web valida que las credenciales ingresadas sean correctas e identifica el perfil al que pertenece. Una vez que el usuario personal administrativo ingrese al Sistema Web se lista los módulos asignados a su cargo, como se ilustra en la **Fig. 14**.



La interfaz de módulos para el personal administrativo muestra el logo "POLI BUSES" con un ícono de autobús. Debajo hay una foto de perfil y el texto "Usuario: suka9_tefa4@hotmail.com". A continuación, hay una lista de módulos con íconos:

- Mi Perfil
- Notificaciones
- Formularios
- Rutas
- Reportes

Fig. 14: Módulos para el personal administrativo

La **Fig. 15** ilustra los datos personales del usuario con la posibilidad de realizar la modificación de los mismos a excepción del campo mail ya que corresponde a su usuario de acceso y rol que ha sido previamente asignado por el administrador.

The screenshot shows a user profile interface titled "Usuario". At the top center is a profile picture of a woman. Below the picture, the fields are organized as follows:

Nombre		Apellido	
Lizbeth		Borja	
Email		Teléfono	
suka9_tefa4@hotmail.com		0983493310	
Cédula de identidad		Rol Asignado	
1722864038		USER	

At the bottom center is a red button labeled "Actualizar datos".

Fig. 15: Visualización y modificación de datos personales

3.3.2 Creación, visualización, modificación y eliminación de buses y conductores

La **Fig. 16** ilustra el formulario que el administrador y/o personal administrativo deben llenar para el registro de un nuevo conductor. Posterior a ello el formulario realiza las validaciones respectivas, en donde el campo cédula es dato único el cual no debe repetirse para ningún otro conductor.

The screenshot shows a registration form titled "Llenar informacion del Conductor". At the top center is a blue button labeled "Cargar Foto". Below the button, the fields are organized as follows:

Nombre *		Apellido *	
Cédula de identidad *		Teléfono *	
Email *			

At the bottom center are two buttons: "Guardar" (grey) and "Cancelar" (red).

Fig. 16: Registro de conductores

La **Fig. 17** ilustra el formulario que el administrador y/o personal administrativo deben llenar para crear el registro de un nuevo bus. Posterior a ello el formulario realiza las validaciones respectivas, en donde el campo placa es dato único el cual no debe repetirse para ningún otro bus. Mientras que en el Manual de Usuario se visualiza el proceso y las interfaces que intervienen en la modificación, visualización y eliminación de buses y conductores.

El formulario, titulado "Llenar Información del Bus", contiene los siguientes elementos:

- Un botón azul "Cargar Foto" centrado en la parte superior.
- Un campo de texto "Número de recorrido *" con un asterisco que indica que es obligatorio.
- Un campo de texto "Capacidad de bus *" con un asterisco que indica que es obligatorio.
- Un campo de texto "Número de placa *" con un asterisco que indica que es obligatorio.
- Un campo de selección "Conductor *" con un asterisco que indica que es obligatorio y un ícono de flecha hacia abajo.
- Un botón gris "Guardar" centrado en la parte inferior.
- Un botón rojo "Cancelar" centrado en la parte inferior.

Fig. 17: Registro de buses

3.3.3 Creación, visualización y eliminación de trayectorias y paradas

La **Fig. 18** ilustra el formulario que el administrador y/o personal administrativo deben llenar para crear el registro de una nueva trayectoria. Posterior a ello el formulario realiza las validaciones respectivas, en donde el punto de partida debe ser diferente al punto de llegada y el número máximo de paradas sea de 8. Mientras que en el Manual de Usuario se visualiza el proceso y las interfaces que intervienen en la modificación, visualización y eliminación de trayectorias y paradas.

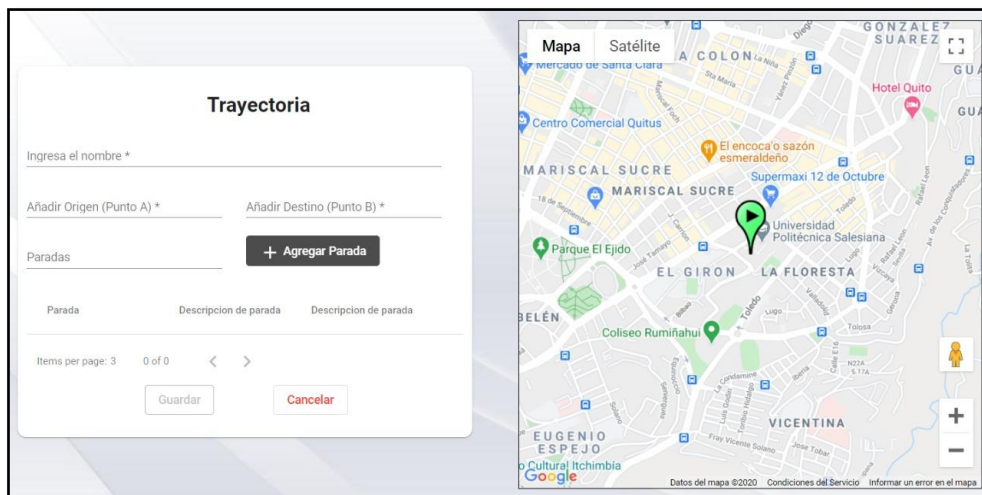


Fig. 18: Creación de trayectorias

3.3.4 Creación, visualización, modificación y eliminación de horarios

La **Fig. 19** ilustra el formulario que el administrador y/o personal administrativo deben llenar para registrar los horarios a las paradas. Posterior a ello el formulario realiza las validaciones respectivas, en donde la hora de origen sea menor que la hora destino. Mientras que en el Manual de Usuario se visualiza el proceso y las interfaces que intervienen en la modificación, visualización y eliminación de horarios.

Fig. 19: Creación de horarios

3.3.5 Creación, visualización, modificación y eliminación de rutas

Una vez ingresada la información de buses, conductores, trayectorias y horarios se procede al registro de una nueva ruta como ilustra la **Fig. 20**. El administrador y/o personal administrativo deben llenar cada uno de los campos requeridos para que la información de la ruta sea registrada satisfactoriamente. Mientras que en el Manual de Usuario se visualiza el proceso y las interfaces que intervienen en la modificación, visualización y eliminación de rutas.

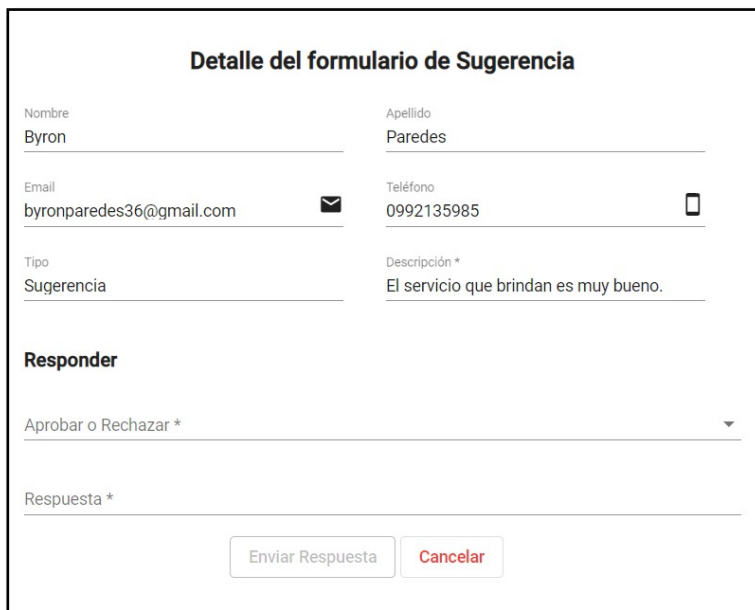
El formulario, titulado "Llenar información de la ruta", contiene los siguientes elementos:

- Campo de texto: "Nombre de la ruta".
- Campo de texto: "Descripción *".
- Campo de selección: "Trayectoria *" con un icono de flecha hacia abajo.
- Campo de selección: "Bus *" con un icono de flecha hacia abajo.
- Campo de selección: "Zonas *" con un icono de flecha hacia abajo.
- Botón: "Guardar" (en rojo).
- Botón: "Cancelar" (en rojo).

Fig. 20: Creación de rutas

3.3.6 Gestionar formularios

El usuario administrador y/o personal administrativo disponen de un listado de todos los formularios que son enviados desde la Aplicación Móvil para ser aceptados o rechazados por medio de una respuesta como ilustra la **Fig. 21**. Mientras que en el Manual de Usuario se detalla el procedimiento y la interfaz para el rechazo o aprobación del formulario.



Detalle del formulario de Sugerencia

Nombre Byron	Apellido Paredes
Email byronparedes36@gmail.com	Teléfono 0992135985
Tipo Sugerencia	Descripción * El servicio que brindan es muy bueno.

Responder

Aprobar o Rechazar *

Respuesta *

Fig. 21: Gestión de formularios

3.3.7 Visualización y envío de notificaciones

La **Fig. 22** ilustra el formulario que el administrador y/o personal administrativo deben llenar para el envío de notificaciones de noticias o eventos referentes al servicio del transporte estudiantil. Mientras que en el Manual de Usuario se detalla las funcionalidades correspondientes al envío de notificaciones.



Enviar Notificación

Asunto *

Selecciona una fecha *

Descripción *

Fig. 22: Envío de notificaciones

3.3.8 Generar reportes

La Fig. 23 ilustra los campos el administrador y/o personal administrativo deben ingresar para generar gráficos estadísticos. Los usuarios mencionados tienen la posibilidad de visualizar el detalle de los formularios que han sido atendidos o rechazados. Mientras que en el Manual de Usuario se detalla las funcionalidades correspondientes a los reportes.

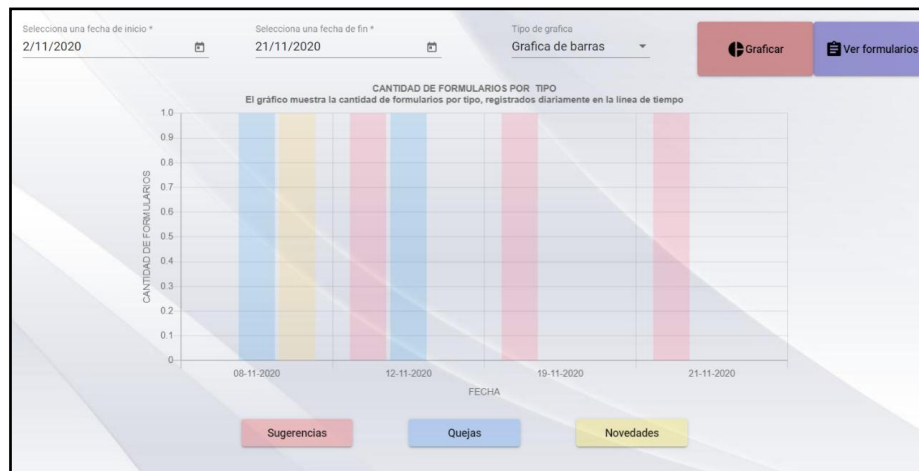


Fig. 23: Generación de reportes estadísticos

3.4 *Sprint* 3. Inicio de sesión usuario final – módulo perfil, rutas, horarios, notificaciones y formularios

Siguiendo la planificación establecida en el *Sprint Backlog* detallado en el Manual Técnico – Sección *Sprint Backlog* (pág. 28 - 38). El *Sprint* 3 incluye las tareas realizadas para el desarrollo de la Aplicación Móvil descritas a continuación:

- Ingreso del usuario final a la Aplicación Móvil.
- Visualización y modificación del perfil.
- Visualización de rutas.
- Filtrado de rutas.
- Visualización de horarios.
- Visualización y envío de formularios.
- Visualización de notificaciones.

3.4.1 Ingreso del usuario final a la Aplicación Móvil

La **Fig. 24** ilustra las opciones que los usuarios finales pueden realizar en la Aplicación Móvil, incluyendo el inicio de sesión con usuario y contraseña, inicio de sesión con Facebook o inicio de sesión con Google. En el caso de inicio de sesión con usuario y contraseña, el usuario previamente se debe haber registrado mediante un formulario de registro. Mientras que en el Manual de Usuario se visualiza el proceso y las interfaces que intervienen en el ingreso del usuario final y reseteo de la contraseña.



Fig. 24: Inicio de sesión del usuario final

3.4.2 Visualización y modificación del perfil

Una vez que el usuario final inicie sesión tiene la opción de visualizar sus datos personales como ilustra la **Fig. 25**, Por otra parte, para la modificación de sus datos personales existe el formulario para realizar dicha acción. Mientras que en el Manual de Usuario se visualiza el proceso y las interfaces que intervienen en la modificación y visualización de datos personales.

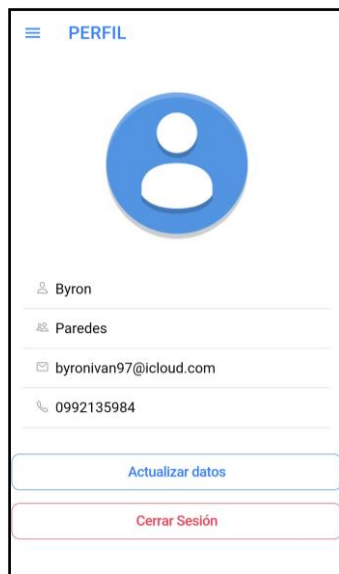


Fig. 25: Visualización del perfil usuario final

3.4.3 Visualización de rutas

La **Fig. 26** ilustra los campos que el usuario debe seleccionar para poder visualizar una ruta en particular, toda la información se presenta a través de un mapa interactivo que permite visualizar las paradas y horarios. Además, por cada ruta se despliega la información del bus y conductor asignado. Mientras que en el Manual de Usuario se visualiza el proceso y las interfaces que intervienen en la visualización de las rutas e información de los buses y conductores.

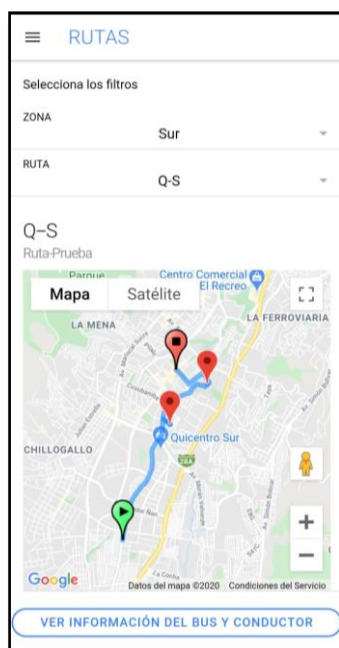


Fig. 26: Visualización de rutas

3.4.4 Filtrado de rutas

La **Fig. 27** ilustra las opciones para poder filtrar las rutas en base a una dirección en particular. Una vez ingresada la dirección, las rutas más cercanas se presentan en una lista en la parte inferior, incluyendo un botón que permite visualizar dentro del mismo módulo la ruta seleccionada. Mientras que en el Manual de Usuario se detalla el procedimiento y la interfaz para el filtrado de rutas.

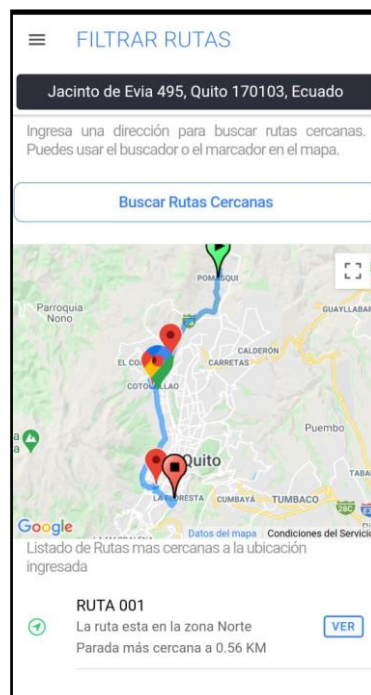


Fig. 27: Filtrar rutas

3.4.5 Visualización de horarios

La **Fig. 28** ilustra los campos que el usuario debe seleccionar para poder visualizar los horarios de una ruta en particular. Cabe recalcar que esta información se despliega en una tabla, en la que se detalla las paradas con sus respectivos horarios y con distintos colores que permiten diferenciar el origen, destino y paradas intermedias. Mientras que en el Manual de Usuario se visualiza el proceso y las interfaces que intervienen en la visualización de horarios.

HORARIOS

Selecciona los filtros para buscar los horarios correspondientes a la ruta seleccionada

Lugar de origen

Paradas intermedias

Lugar de destino

ZONA Sur

RUTA Q-S

Detalle

Q-S
Ruta-Prueba

1. Avenida Quitumbe Ñan
Hora Mañana: 05:00
Hora Noche: 18:00

2. Turubamba Bajo
Hora Mañana: 06:00
Hora Noche: 18:00

3. Mercado Mayorista
Hora Mañana: 05:00
Hora Noche: 17:00

4. Solanda

Fig. 28: Visualizar horarios

3.4.6 Visualización y envío de formularios

La **Fig. 29** ilustra los formularios enviados, clasificándolos en pendientes, aprobados o rechazados dependiendo del estado de la solicitud. Además, cada formulario incluye la función que permite visualizar la respuesta proporcionada por el administrador y/o personal administrativo. Mientras que en el Manual de Usuario se detalla la visualización del formulario.

FORMULARIOS

APROBADO RECHAZADO **PENDIENTE**

Lista de formularios enviados

FORMULARIO DE SUGERENCIA
ENVIADO EL 21-11-2020

Pendiente
Hola me gustaria que los buses salieran mas tarde.


RESPUESTA


Fig. 29: Visualización y envío de formularios


La **Fig. 30** ilustra el formulario de queja, novedad o sugerencia que puede ser enviado desde la Aplicación Móvil dependiendo el caso, los mismos son atendidos por el administrador y/o personal administrativo. Mientras que en el Manual de Usuario se detalla el proceso para el envío del formulario.

ENVIAR FORMULARIO

Llena toda la información necesaria para poder atender tu requerimiento.

Nombre 
❗ El nombre es requerido

Apellido 
❗ El apellido es requerido

Teléfono 

Ingrese la descripción

❗ La descripción es requerida

Tipo de Formulario Select One ▼
❗ Elija un tipo de formulario

Enviar

Fig. 30: Enviar formularios

3.4.7 Visualización de notificaciones

La **Fig. 31** ilustra las diferentes noticias o eventos que son enviados desde el Sistema Web referentes al servicio al transporte estudiantil. Mientras que en el Manual de Usuario se visualiza el proceso y las interfaces que intervienen en la visualización de las notificaciones de noticias o eventos.

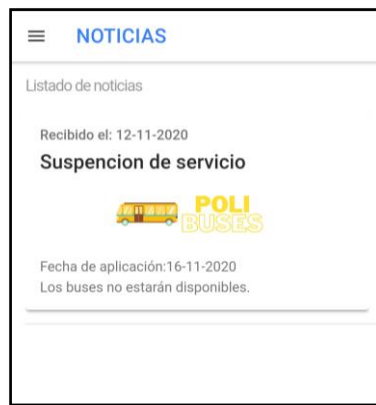


Fig. 31: Visualización de notificaciones

3.5 Sprint 4. Pruebas del Sistema Web y Aplicación Móvil

Siguiendo la planificación establecida en el *Sprint Backlog* detallado en el Manual Técnico – Sección Sprint Backlog (pág. 28 - 38). El *Sprint 4* incluye las actividades para realizar pruebas a los sistemas desarrollados, permitiendo de esta manera saber si funcionan acorde a lo establecido y en la prevención de errores. Es por ello que, para asegurar el cumplimiento de estas pruebas las actividades a realizarse son:

- Pruebas unitarias.
- Pruebas de rendimiento.
- Pruebas de compatibilidad.

3.5.1 Pruebas unitarias

Este tipo de pruebas forman parte de los diferentes procedimientos que se pueden llevar a cabo dentro de una metodología ágil. Son trozos de código diseñados para comprobar la funcionalidad del código y verificar sus resultados [26].

Las pruebas unitarias se han ejecutado en cada uno de los componentes del Sistema Web, lo que permite de esta manera asegurar que cada función cumpla con las definiciones propuestas por el desarrollador y evitar posibles fallos en posteriores implementaciones o mejoras.

Para llevar a cabo estas pruebas se utiliza herramientas incluidas en el *Framework* Angular que son Karma y Jasmine, permitiendo de esta manera programar y ejecutar a la vez pruebas unitarias. Brindando un reporte visual de las ejecuciones que han sido ejecutadas exitosamente, aquellas que no se han sido ejecutadas y aquellas que

necesitan ser corregidas. Por último, el comando para ejecutar las pruebas unitarias es *ng test* el cual activa todas las pruebas definidas para cada uno de los componentes dentro del proyecto [27].

La **Fig. 32** ilustra la estructura de una prueba unitaria para su respectiva validación. Mientras que la **Fig. 33** ilustra el número total de 28 pruebas unitarias realizadas para el Sistema Web y los resultados obtenidos tras la ejecución de la prueba. Mientras que el detalle y la ejecución de las demás pruebas realizadas se describen en el Manual Técnico – Sección Pruebas Unitarias (pág. 63 - 71).

```
it('Debería validar que se elija una zona porque es un campo requerido', () => {  
  let zona = component.form.controls['zona']  
  let errors = {};  
  errors = zona.errors || {};  
  
  zona.setValue("SUR");  
  errors = zona.errors || {};  
  expect(errors['required']).toBeFalse();  
})
```

Fig. 32: Estructura de la prueba unitaria para validar el campo zona de la ruta

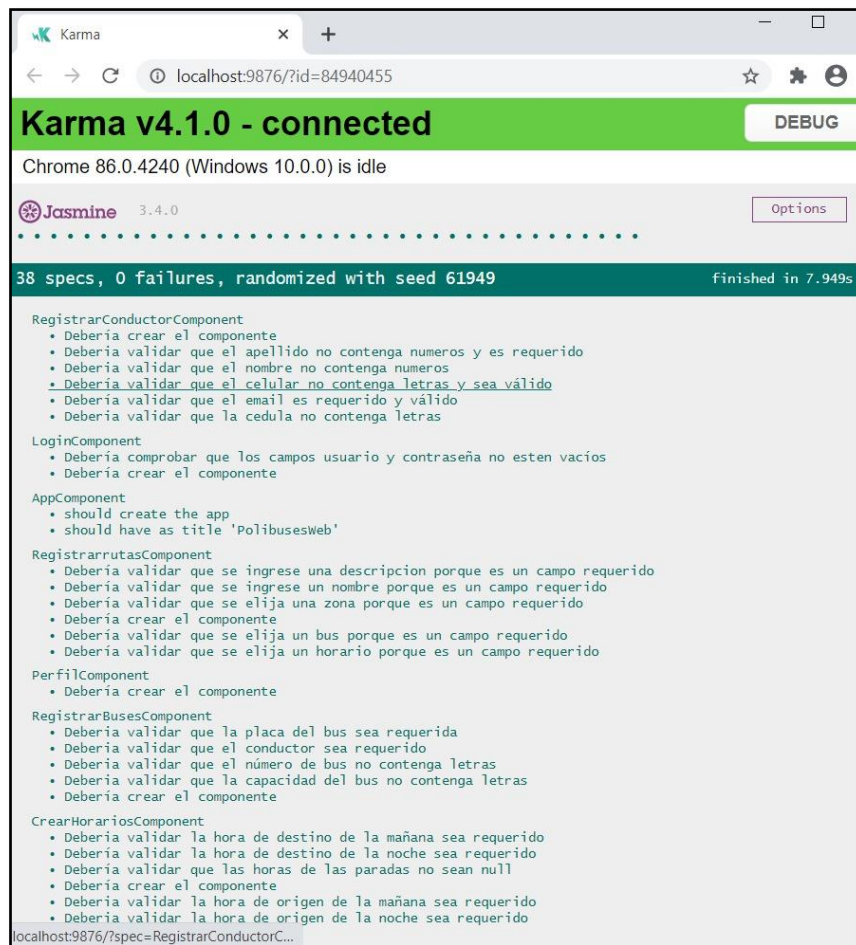


Fig. 33: Ejecución de 28 pruebas unitarias para el Sistema Web

3.5.2 Pruebas de rendimiento

Una parte esencial para evaluar que el desarrollo funcione correctamente es medir el rendimiento del Sistema Web ante una carga masiva de trabajo, para simular de esta manera ejecuciones paralelas con un determinado número de usuarios que reflejen velocidad y estabilidad de la plataforma [28].

Uno de los tipos de pruebas de rendimiento más utilizadas son las pruebas de carga. La herramienta que facilita realizar este tipo de pruebas es *JMeter*, la cual permite ejecutar un número definido de peticiones dando como resultado valores que reflejan el comportamiento del Sistema Web [29].

La Fig. 34 ilustra la primera prueba de rendimiento realizada la cual se envían 350 peticiones simultáneas hacia 7 rutas del Sistema Web incluyendo la raíz.

Los resultados reflejan que se obtiene 0% de errores, además se obtiene una media de 263 milisegundos lo que significa que es el promedio en el que se ejecuta cada una de las peticiones. Mientras que el detalle y la ejecución de las demás pruebas realizadas se describen en el Manual Técnico – Sección Pruebas de Rendimiento (pág. 72).

Etiqueta	# Muestras	Media	Mediana	90% Line	95% Line	99% Line †	Min	Máx	% Error	Rendimiento
Rutas Module	50	167	111	334	355	1116	68	1116	0,00%	3,1/sec
Trayectorias	50	196	122	416	614	1131	70	1131	0,00%	3,1/sec
Horarios	50	331	128	400	451	5328	68	5328	0,00%	3,1/sec
Buses	50	263	141	461	1097	1742	78	1742	0,00%	3,1/sec
Conductores	50	247	118	492	1111	1146	72	1146	0,00%	3,1/sec
Notificaciones	50	302	138	1098	1121	2375	76	2375	0,00%	3,1/sec
all page Peticio...	50	334	141	664	1148	3402	78	3402	0,00%	3,0/sec
Total	350	263	131	485	1116	2375	68	5328	0,00%	20,2/sec

Fig. 34: Prueba 1 - 350 Peticiones

3.5.3 Pruebas de compatibilidad

Este tipo de pruebas son ideales ya permiten verificar que la Aplicación Móvil funcione con normalidad en cualquier dispositivo móvil que se utilice [30].

A continuación, la **TABLA VI** presenta el listado de dispositivos en los que se ha probado la Aplicación Móvil para verificar su compatibilidad en diferentes versiones de Sistema Operativo. Mientras que las **Fig. 35** y **Fig. 36** ilustran algunas de las pantallas tras la ejecución de esta prueba y los resultados obtenidos. Las demás pruebas ejecutadas se describen en el Manual Técnico – Sección Pruebas de Compatibilidad (pág. 73 - 77).

En base a los resultados obtenidos, se determina que todos los componentes de la Aplicación Móvil cumplen con la función establecida y que el comportamiento sea el mismo para cualquier dispositivo.

TABLA VI: Dispositivos utilizados para realizar pruebas de compatibilidad

CARACTERÍSTICAS	
Huawei P10 Lite	Modelo: WAS-LX3 Versión de Android: 8.0.0
Samsung Galaxy S10 Plus	Modelo: SM-G975F Versión de Android: 10.0.0

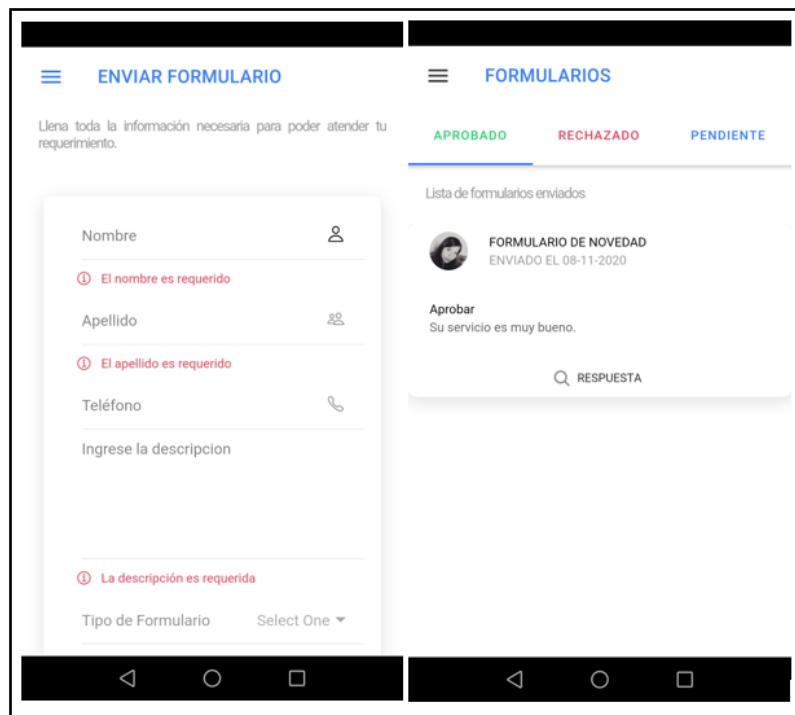


Fig. 35: Módulo para el envío de formulario en un Huawei P10 Lite

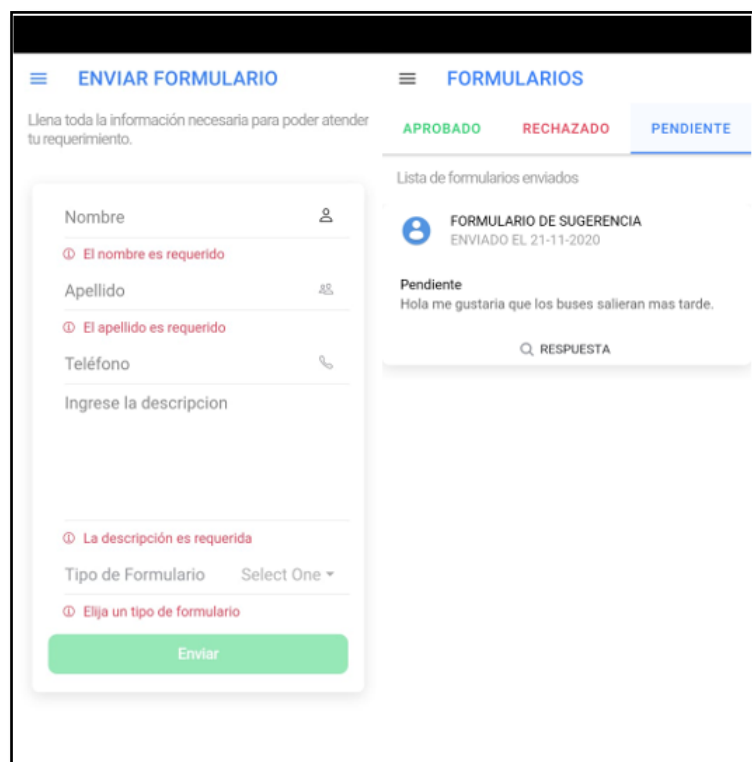


Fig. 36: Módulo para el envío de formulario en un Samsung S10 Plus

3.6 *Sprint 5. Despliegue del Sistema Web y Aplicación Móvil*

Una vez culminado el desarrollo y pruebas ejecutadas en el Sistema Web y Aplicación Móvil, se debe subir a producción para ser utilizados en las diferentes plataformas. Las Tareas que conlleva el despliegue son las siguientes:

- Despliegue del Sistema Web en el host de *Firebase*.
- Despliegue de la Aplicación Móvil en *Google Play Store*.

3.6.1 Despliegue del Sistema Web en el host de *Firebase*

Para poner en producción el Sistema Web se ha utilizado *Firebase Hosting* el cuál es un servicio fácil y rápido de implementar, permitiendo desplegar el Sistema Web en un ambiente seguro y con todas las características para su correcto funcionamiento.

La **Fig. 37** ilustra la fase inicial la cual corresponde a la creación del proyecto en *Firebase*, mientras que, la **Fig. 38** ilustra el resultado final de haber realizado el despliegue del Sistema Web funcionando correctamente [31]. El proceso completo de configuración y despliegue del Sistema Web se detallan en el Manual de Instalación – Sección Despliegue del Sistema Web.

Por último, el Sistema Web se encuentra disponible en la siguiente ruta:

<https://polibuses-999ef.firebaseio.com/>

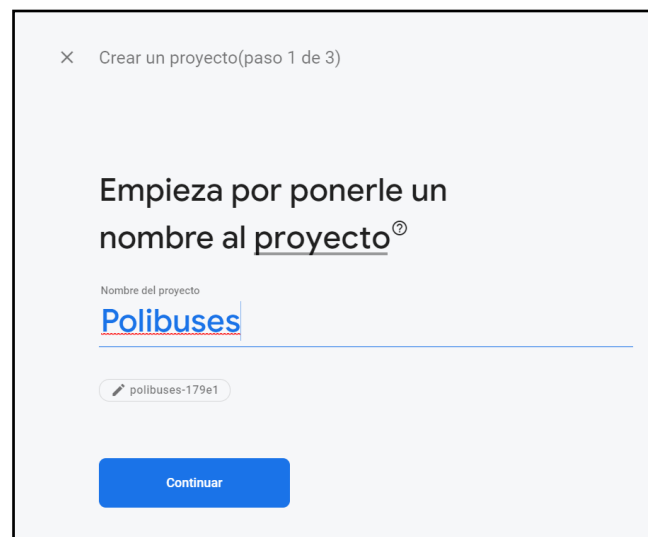


Fig. 37: Creación del proyecto

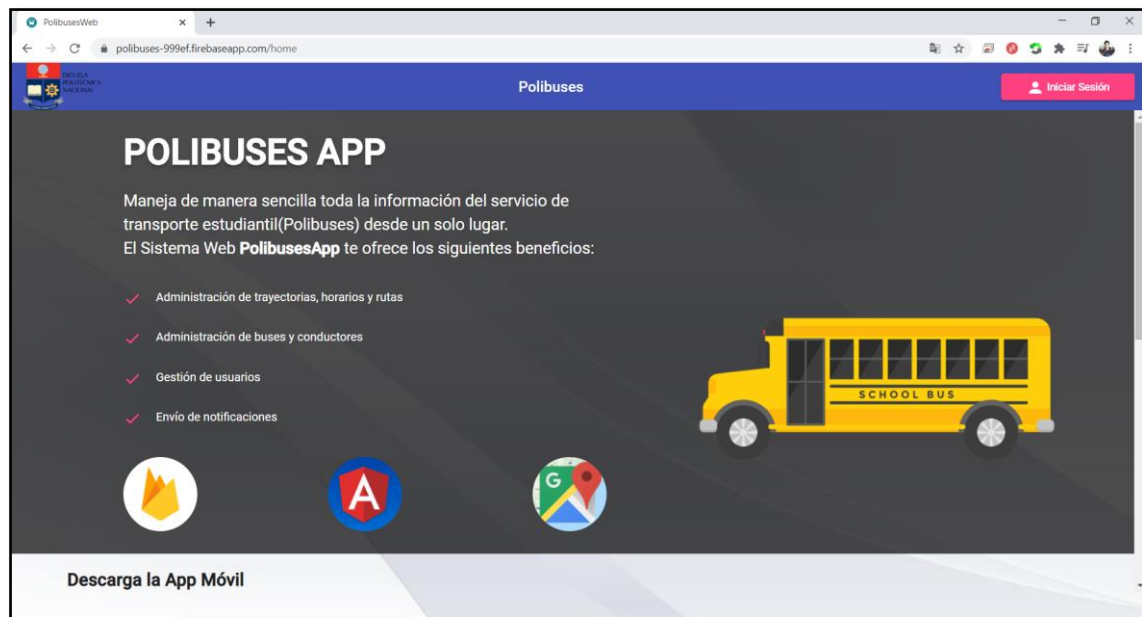


Fig. 38: Despliegue del Sistema Web en el dominio de *Firebase*

3.6.2 Despliegue de la Aplicación Móvil en *Google Play Store*

Para realizar el despliegue de la Aplicación Móvil y poner a disposición la misma hacia los usuarios finales, es necesario cumplir una serie de configuraciones especificadas en *Google Play Console*. Una vez que se completa toda la información y documentación requerida se realiza el lanzamiento de la aplicación a producción, es decir el despliegue en la tienda de aplicaciones.

La **Fig. 39** ilustra de manera general la información necesaria para realizar el despliegue de la aplicación en su primera versión. El proceso completo de configuración y despliegue de la Aplicación Móvil se detallan en el Manual de Instalación – Sección Despliegue de Aplicación Móvil.

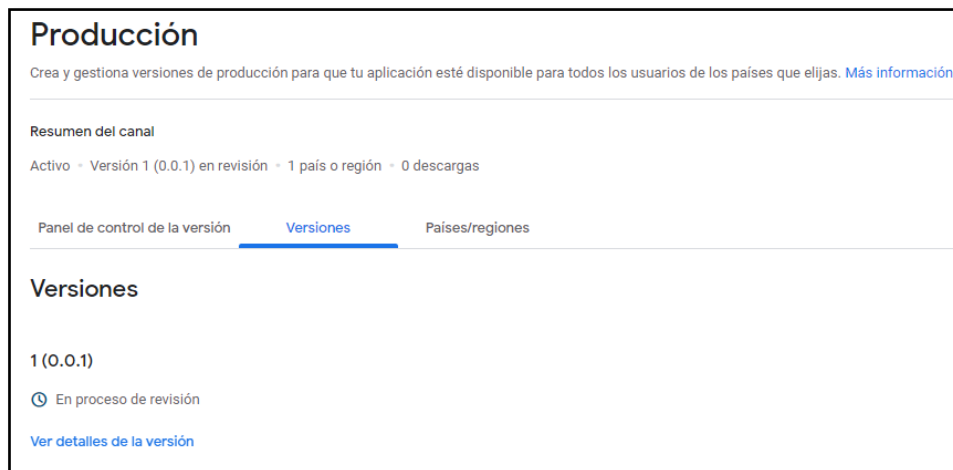


Fig. 39: Despliegue de la Aplicación Móvil en producción

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

El producto obtenido cumple con el alcance y objetivos establecidos, permitiendo administrar de mejor manera la información del transporte estudiantil y mantener informados en tiempo real a los estudiantes de manera detallada sobre el servicio del transporte estudiantil por medio de la tecnología.

Aplicar la metodología *Scrum* ha facilitado identificar cada una de las etapas que intervienen en el desarrollo del Sistema Web y Aplicación Móvil, así como también definir a todos los involucrados en el proyecto. Por otra parte, al ser una metodología ágil permite generar entregables progresivos a medida que se finalizaba cada *Sprint*. Logrando de esta manera mantener al dueño del producto siempre informado sobre cada uno de los avances y detectar errores o cambios de manera temprana para cumplir con las especificaciones requeridas.

Una adecuada selección de *Frameworks* de desarrollo como son *ionic* y *Angular*, permiten desarrollar código de manera estructurada y la reutilización de todos los componentes y funcionalidades que ofrecen.

El uso de la plataforma *Firebase*, como Sistema Gestor de Base de Datos, ofrece varias ventajas como la actualización de información en tiempo real, permitiendo mantener el Sistema Web y Aplicación Móvil sincronizados con el objetivo de ofrecer un mejor servicio y experiencia al usuario final. Además, *Firebase* ofrece su propio servicio de hosting, el cual es el lugar donde se aloja el Sistema Web ya que permite realizar un despliegue sencillo y rápido.

En la etapa de pruebas se han realizado una serie de validaciones que permiten saber si la Aplicación Móvil y el Sistema Web cubren todos los requerimientos y expectativas del cliente, garantizando de esta manera el funcionamiento en varios escenarios asegurando su funcionalidad con las distintas plataformas.

4.2 Recomendaciones

- Con la finalidad de mantener operativamente Sistema Web y Aplicación Móvil en producción es recomendable validar periódicamente si existen actualizaciones en sus respectivos *Frameworks* ya que permiten mantener componentes, librerías, archivos de configuración, entre otros, ejecutándose sin errores y asegurando que los resultados devueltos sean íntegros.
- Cuando se va realizar una nueva implementación en el código conviene seguir con el modelo establecido MVC ya que permite mantener una separación adecuada en cada una de las capas, logrando de esta manera agregar nuevas funcionalidades y un mantenimiento más rápido y efectivo.
- Para un nuevo despliegue a producción de la Aplicación Móvil es necesario generar una nueva versión de la aplicación, realizando los cambios directamente en la compilación de código y posterior a ello subir a *Google Play Console*.
- Como el Sistema Web y Aplicación Móvil, están operativamente en producción, es recomendable que el Departamento de Bienestar Estudiantil de la EPN, implante nuevas políticas y normas de privacidad de información para los conductores y estudiantes.
- Para tener una mejor experiencia por parte de la aplicación móvil es necesario que el dispositivo móvil tenga una buena conexión a Internet ya que todos los datos se obtienen desde una plataforma alojada en la nube que es *Firebase*.

5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] E. P. Nacional, «Servicio de Transporte,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.epn.edu.ec/institucion/servicios-internos/transporte/>. [Último acceso: 7 Noviembre 2020].
- [2] Economiatic.com, «La importancia de las App Móviles en las empresas- Economía TIC.,» 08 06 2018. [En línea]. Available: <https://economiatic.com/importancia-apps-moviles-empresas/>. [Último acceso: 7 Noviembre 2020].
- [3] D. w. i. Studio, «Diseño web illusion Studio: Apps Móviles y su importancia en la actualidad,» 12 Febrero 2020. [En línea]. Available: <https://www.illusionstudio.es/apps-moviles-importancia-actualidad>.
- [4] T. María, «BBVA: Qué es metodología 'agile'?,» 28 Agosto 2020. [En línea]. Available: <https://www.bbva.com/es/metodologia-agile-la-revolucion-las-formas-trabajo/>.
- [5] S. Jeff, Scrum: El nuevo y revolucionario moelo organizativo que cambiará tu vida, Planeta, 2015.
- [6] C. Yesica, «Platzi: ¿Qué es Scrum y los roles en Scrum?,» 2017. [En línea]. Available: <https://platzi.com/blog/que-es-scrum-y-los-roles-en-scrum/#:~:text=Los%20roles%20centrales%20son%20aquellos,Product%20owner>. [Último acceso: 12 Noviembre 2020].
- [7] S. Ken y S. Jeff, «Scrum Guide,» Noviembre 2017. [En línea]. Available: <https://www.scrumguides.org/docs/scrumguide/v2017/2017-Scrum-Guide-Spanish-European.pdf>.
- [8] G. Dante, «Recopilar requisitos,» Pirhua, Perú, 2015.
- [9] C. José, L. Patricio y P. Carmen, «Metodologías ágiles en el Desarrollo de Software,» 2012.
- [10] EALDE Business School, «En qué consiste el Product Backlog y el Sprint Backlog en Scrum,» 27 Agosto 2019. [En línea]. Available: <https://www.ealde.es/product-backlog-sprint-backlog/>.

- [11] B. WireFrames, «Balsamiq Wireframes - Industry Standard Low-Fidelity Wireframing Software | Balsamiq,» 2020. [En línea]. Available: <https://balsamiq.com/wireframes/>. [Último acceso: 12 Noviembre 12].
- [12] G. Miriam, «MVC(Modelo-Vista-Controlador):¿qué es y para qué sirve?,» 05 Octubre 2017. [En línea]. Available: <https://codingornot.com/mvc-modelo-vista-controlador-que-es-y-para-que-sirve>. [Último acceso: 11 Noviembre 2020].
- [13] Angular, «Angular,» 2020. [En línea]. Available: <https://angular.io/docs>. [Último acceso: 11 Noviembre 20].
- [14] Angular, «Angular Material,» 2020. [En línea]. Available: <https://material.angular.io/>. [Último acceso: 11 Noviembre 2020].
- [15] Firebase, «Firebase: Cloud Functions,» 2020. [En línea]. Available: <https://firebase.google.com/docs/functions>.
- [16] Firebase, «Firebase: Cloud Messaging,» 2020. [En línea]. Available: https://firebase.google.com/products/cloud-messaging/?gclid=CjwKCAiAtK79BRAIEiwA4OskBk70z1M3UEzVVU32etWCsYVgRCBrAQSLwbw35Xfruzo1MjJ-zNOKVBoClEQAvD_BwE.
- [17] Firebase, «Firebase: Cloud Firestore,» 2020. [En línea]. Available: <https://firebase.google.com/docs/firestore?hl=es-419>.
- [18] Ionic, «Ionic Framework,» 2020. [En línea]. Available: <https://ionicframework.com/>. [Último acceso: 14 Noviembre 2020].
- [19] C. Apache, «Cordova Apache,» 2015. [En línea]. Available: <https://cordova.apache.org/docs/es/latest/guide/overview/>.
- [20] Angular, «Angular Fire,» 10 Noviembre 2020. [En línea]. Available: <https://www.npmjs.com/package/@angular/fire>. [Último acceso: 14 Noviembre 2020].
- [21] Nodemailer, «Nodemailer,» 2020. [En línea]. Available: <https://nodemailer.com/about/>.
- [22] Chartjs, «Chartjs,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.chartjs.org/>.

- [23] Ionic, «Ionic: Facebook,» 2020. [En línea]. Available: <https://ionicframework.com/docs/native/facebook>.
- [24] Ionic, «Ionic: FCM,» 2020. [En línea]. Available: <https://ionicframework.com/docs/native/fcm>.
- [25] Geofirex, «Geofirex,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.npmjs.com/package/geofirex>.
- [26] APIUMHUB, «APIUMHUB: Beneficios de las pruebas unitarias,» 24 Agosto 2017. [En línea]. Available: <https://apiumhub.com/es/tech-blog-barcelona/beneficios-de-las-pruebas-unitarias/>.
- [27] L. Felipe, «Introducción a los tests de Angular,» 5 Abril 2019. [En línea]. Available: <https://leiva.io/2019/04/05/introduccion-a-los-tests-de-angular/>.
- [28] L. H. Carlos, «OpenWebinars,» 14 Junio 2019. [En línea]. Available: <https://openwebinars.net/blog/que-es-prueba-de-rendimiento-software/>.
- [29] S. A. Santiago, «Somos PNT,» 30 Agosto 2019. [En línea]. Available: <https://sospnt.com/blog/91-load-testing-con-jmeter#:~:text=Las%20pruebas%20de%20carga%20se,del%20usuario%20en%20nuestra%20aplicaci%C3%B3n..>
- [30] D. G. Ionos, «Digital Guide Ionos: Cómo crear una app nativa,» 17 Octubre 2018. [En línea]. Available: <https://www.ionos.es/digitalguide/paginas-web/desarrollo-web/como-crear-una-app-usability-y-app-testing/>.
- [31] Firebase, «Firebase Hosting,» 2020. [En línea]. Available: <https://firebase.google.com/docs/hosting?hl=es-419>.
- [32] P. Manuel, «IEBS: Firebase,» 14 Octubre 2016. [En línea]. Available: <https://www.iebschool.com/blog/firebase-que-es-para-que-sirve-la-plataforma-desarroladores-google-seo-sem/>.
- [33] Ionic, «Ionic: Google Plus,» 2020. [En línea]. Available: <https://ionicframework.com/docs/native/google-plus>.
- [34] Ionic, «Ionic: Firebase,» 2020. [En línea]. Available: <https://ionicframework.com/docs/native/firebase>.

- [35] E. W. Group, «¿Qué es un trigger o desencadenador?,» 2020. [En línea]. Available: <https://estradawebgroup.com/Post/Que-es-un-trigger-o-desencadenador-y-como-crearlo-/1032>.

6 ANEXOS

6.1 Manual Técnico

- Índice del Manual Técnico
- Recopilación de requerimientos
- Historias de Usuario
- *Product Backlog*
- *Sprint Backlog*
- Diseño de Interfaces
- Diseño de la Base de Datos
- Pruebas unitarias
- Pruebas de funcionalidad
- Pruebas de compatibilidad

6.2 Manual de Usuario

- <https://www.youtube.com/watch?v=8czpC6jSS9k>

6.3 Manual de Instalación

- Despliegue del Sistema Web en el *host* de *Firebase*
- Despliegue de la Aplicación Móvil en *Google Play Store*