Desarrollo de aplicación web para el monitoreo y conservación del Humedal de Techo, departamento de proyección social Uniagustiniana

Raúl Orlando Herrera Castañeda

Universitaria Agustiniana - Uniagustiniana

Facultad de Ingeniería

Programa de Tecnología en Desarrollo de Software

Bogotá, D.C.

2024

Desarrollo de aplicación web para el monitoreo y conservación del Humedal de Techo, departamento de proyección social Uniagustiniana

Raúl Orlando Herrera Castañeda

Director

Duver Rene Acosta Orjuela

Trabajo de grado para optar al título de Tecnólogo en Desarrollo de Software

Universitaria Agustiniana - Uniagustiniana

Facultad de Ingeniería

Programa de Tecnología en Desarrollo de Software

Bogotá, D.C.

2024

Tabla de contenidos

Introducción 8

1 Datos informativos del proyecto 9

1.1 Título del proyecto de software 9

1.2 Breve síntesis del proyecto 9

2 Planificación del proyecto 10

2.1 Planteamiento del problema 10

2.2 Objetivos del proyecto 12

2.2.1 Objetivo General. 12

2.2.2 Objetivos Específicos. 12

2.3 Alcance de la solución 13

2.4 Metodología de desarrollo de software 13

2.4.1 Metodología XP. 13

2.4.1.1 Fase de planificación. 14

2.4.1.2 Fase de diseño. 15

2.4.1.3 Fase de desarrollo. 16

2.4.1.4 Fase de pruebas. 17

2.4.1.5 Fase de lanzamiento. 17

3 Especificación de Requisitos de Software 19

3.1 Funcionalidad del Producto 19

3.1.1 Monitoreo en tiempo real. 19

3.1.2 Almacenamiento y organización de los datos. 19

3.1.3 Visualización de datos históricos. 20

3.1.4 Generación de alertas por condiciones críticas. 20

3.2 Características de los Usuarios 21

3.2.1 Ingenieros. 21

3.2.2 Grupo de proyección social de la facultad de ingeniería. 21

3.2.3 Comunidad local. 22

3.2.4 Administrador. 22

3.3 Requisitos Funcionales 22

3.4 Diagrama de casos de uso 23

3.5 Especificaciones de los casos de uso 24

3.6 Restricciones y Atributos de Calidad 28

4 Diseño del software 30

4.1 Diseño detallado del software 30

4.1.1 Diagrama de clases. 30

4.1.2 Diagrama de componentes. 31

4.1.3 Diagrama de actividades. 32

4.1.4 Diagrama de despliegue. 33

4.2 Diseño de la Interfaz 33

4.2.1 Interfaz de Usuario. 33

4.2.2 Interfaces de Entrada. 44

4.2.3 Interfaces de Salida. 49

4.3 Diseño del modelo de datos / Persistencia 53

4.4 Diseño de la Arquitectura de software 54

4.4.1 Diagrama de contexto. 54

4.4.2 Diagrama de contenedor. 55

5 Implementación 57

5.1 Herramientas utilizadas en el desarrollo del proyecto 57

5.2 Requisitos del hardware 64

5.2.1 Requisitos del usuario final para visualizar la aplicación. 64

5.2.2 Requisitos para el servidor del backend (NestJS). 65

5.2.3 Requisitos para el servidor de la base de datos (PostgreSQL). 66

5.2.4 Requisitos para el servidor del frontend (Angular). 66

5.2.5 Requisitos para desarrollo local. 66

6 Pruebas del software 68

6.1 Inspección de software 68

6.1.1 Validación de requisitos funcionales. 68

6.1.2 Validación de requisitos no funcionales. 72

6.2 Pruebas de Usabilidad – Resultados 77

6.3 Modificaciones realizadas 85

Conclusiones y recomendaciones 87

Bibliografía 90

Anexos 93

Manual de usuario 94

Resumen

El proyecto Eco-Techo tiene como objetivo desarrollar una aplicación de monitoreo ambiental para el Humedal de Techo, permitiendo la captura, almacenamiento y visualización de datos telemétricos que aporten a su conservación. El sistema Eco-Techo recoge los datos en tiempo real que emite la estación de telemetría que ha sido instalada en el humedal; esta estación mide variables ambientales como la temperatura, humedad, presión y la resistencia al gas.

El sistema está conformado por un frontend en Angular, que proporciona a los usuarios una interfaz fácil de usar para supervisar y examinar los datos, y un backend en NestJS que procesa, organiza y guarda los datos en una base de datos PostgreSQL. La estación de telemetría envía la información al backend mediante Node-Red, lo que permite que el sistema recolecte los datos de los sensores y cree alertas automáticas cuando se registren valores fuera de los límites establecidos.

Los usuarios de Eco-Techo abarcan a ingenieros, el grupo de proyección social de la universidad y la comunidad local. Estos usuarios tienen la posibilidad de visualizar datos en tiempo real utilizando gráficos gauge, consultar información histórica y recibir alertas acerca de situaciones críticas en el humedal. Este sistema no solo simplifica el monitoreo del ecosistema del humedal, también ayuda en la toma de decisiones para su protección y preservación, incluyendo a la comunidad en el proceso.

Eco-Techo añade tecnología de punta y seguimiento en tiempo real para incrementar la sensibilización ecológica y aportar al cuidado de un ecosistema esencial en la zona.

Palabras claves: Tecnología, Humedal, Monitoreo, Conservación, Telemetría

Abstract

The Eco-Techo project aims to develop an environmental monitoring application for the Techo Wetland, allowing the capture, storage and visualization of telemetric data that contribute to its conservation. The Eco-Techo system collects real-time data from the telemetry station that has been installed in the wetland; this station measures environmental variables such as temperature, humidity, pressure and gas resistance.

The system consists of a frontend in Angular, which provides users with an easy-to-use interface to monitor and examine the data, and a backend in NestJS that processes, organizes and stores the data in a PostgreSQL database. The telemetry station sends the information to the backend via Node-Red, allowing the system to collect sensor data and create automatic alerts when values outside the set limits are recorded.

Eco-Techo users include engineers, the university's outreach group and the local community. These users are able to visualize data in real time using gauge graphics, consult historical information and receive alerts about critical situations in the wetland. This system not only simplifies the monitoring of the wetland ecosystem, but also helps in making decisions for its protection and preservation, including the community in the process.

Eco-Techo adds state-of-the-art technology and real-time monitoring to increase ecological awareness and contribute to the care of an essential ecosystem in the area.

Keywords: Technology, Wetland, Monitoring, Conservation, Telemetry

Introducción

Conservar los ecosistemas naturales se ha convertido en una necesidad debido a los efectos climáticos y la intervención del ser humano. Los humedales son importantes en procesos ambientales como lo son la regulación de los ciclos del agua, la prevención de inundaciones y el almacenamiento de carbono, además de ser entornos llenos de biodiversidad. Sin embargo, estos ecosistemas son débiles y requieren de un frecuente monitoreo para su preservación.

De esta manera, nace el proyecto Eco-Techo, una propuesta tecnológica creada para dar apoyo en la supervisión y preservación del Humedal de Techo a través de la utilización de sensores y herramientas para el análisis de datos. Eco-Techo incorpora una estación de telemetría ubicada en el humedal, la cual recoge información de la temperatura, humedad, presión y resistencia al gas. Esta información se envía en tiempo real a una aplicación web que simplifica su almacenamiento y visualización, facilitando usuarios como lo son ingenieros, el grupo de proyección social y la comunidad local puedan acceder a datos importantes acerca de la condición del ecosistema.

La aplicación está compuesta por un frontend en Angular y backend en NestJS, con una base de datos PostgreSQL que guarda los registros históricos. Además, tiene un sistema de generación de alertas automáticas cuando las variables monitoreadas sobrepasan los límites establecidos, lo que permite tomar acciones rápidamente en caso de condiciones críticas.

Con Eco-Techo, no solo se busca mejorar la vigilancia ambiental, sino también promover la participación de la comunidad en la protección del humedal, fomentando la conciencia ambiental y el compromiso con su conservación.

1 Datos informativos del proyecto

1.1 Título del proyecto de software

Desarrollo de aplicación web para el monitoreo y conservación del Humedal de Techo, departamento de proyección social Uniagustiniana

1.2 Breve síntesis del proyecto

En Bogotá, el Humedal de Techo está en una situación complicada debido a la urbanización ilegal, la contaminación y las invasiones en el cercanas. Estos elementos han causado una reducción considerable de su tamaño inicial, además de la contaminación del agua y aire, lo que ha impactado de manera negativa en la biodiversidad y el bienestar de la comunidad cercana. Es esencial aumentar la conciencia sobre la importancia de estos ecosistemas y tomar medidas para su conservación, utilizando tecnologías como Big Data y sensores. El humedal, que en el pasado ocupaba 148,1 hectáreas, se ha reducido a solo 11,67 hectáreas, con estimaciones de llegar a solo 3 hectáreas. Es fundamental promover su recuperación y preservación de acuerdo con las políticas institucionales y los objetivos de conservación ambiental.

2 Planificación del proyecto

2.1 Planteamiento del problema

Bogotá puede llegar a ser una ciudad donde los habitantes están frecuentemente entre grandes edificios, puentes y construcciones que no les posibilitan admirar la belleza de los cerros orientales o de los humedales que son el hábitat de especies de fauna y flora importantes, muchos de los capitalinos no tienen conocimiento de las reservas naturales que hay en su entorno, y este es uno de los principales motivos por cuáles no contribuyen en su preservación y cuidado.

El Humedal de Techo está ubicado en la localidad número ocho de Kennedy, este humedal se encuentra entre los barrios Castilla y Villa Alsacia, más específicamente entre las calles 10 y 11 y las carreras 79 y la carrera 82, este humedal es considerado uno de los más delicados de la localidad a causa de la alta disminución de su territorio nativo, alterando la forma y la extensión del humedal, la invasión ocasionada por crecimientos urbanos legales e ilegales, lo que generan deterioro del suelo, índices de contaminación del aire, no poseer el área adecuada de reservorios de agua y pérdida de fauna y flora.

> En la actualidad está fraccionado en tres sectores debido a la incorporación y expansión de vivienda urbana al interior del área protegida, con el nombre de Lagos de Castilla. Está ubicado entre las calles 10 y 11, colindando al occidente con predios de uso industrial y al oriente con la carrera 79. (Jardín Botánico, 2022)

El humedal de Techo es tal vez el más perjudicado de la ciudad debido a las urbanizaciones construidas (GO, GUIA DEL OCIO, 2015), su situación legal y ambiental es bastante delicada y crítica, ya que fue invadido por el barrio Lagos de Castilla de forma ilegal en los años 90. En el sector norte también se encuentran edificaciones industriales y un estacionamiento. La carrera 80 atraviesa el humedal que lo separa por la mitad (Fundación

Humedales Bogotá, s. f.). De esta manera se comenzó a disminuir el tamaño de este humedal, afectando su extensión total. Actualmente, la cantidad de agua en la reserva es limitada y se encuentra dividida, los canales en el humedal son resultado de las precipitaciones y las aguas residuales, y según lo observado, el Acueducto no está realizando un mantenimiento adecuado, a diferencia de lo que ocurre en otros humedales de la ciudad. Por otra parte, la comunidad que reside en las cercanías ha sufrido las consecuencias del desagradable olor del humedal. Hace algunos años el Humedal de Techo tenía una extensión de 11,67 hectáreas, como lo indica la placa en la entrada, que menciona actividades como caminar por senderos, observar animales y tomar fotos. Además, se enumeran otras acciones prohibidas en este humedal y en los demás: tirar basura, hacer fogatas, salir de las zonas establecidas, llevar mascotas, usar drogas, beber alcohol, fumar, dar de comer a los animales, pastorear, nadar o pescar, molestar o intentar atrapar a la fauna.

El humedal de Techo tiene diferentes factores que lo vuelven indefenso en comparación con otros humedales. Dentro de estos problemas se incluyen la construcción ilegal, el depósito de desechos peligrosos y tóxicos, la alteración del área y el uso del fuego en el humedal. Se ha demostrado que el hábitat del humedal ha sido modificado y contaminado, lo que ha resultado en una disminución de la calidad de vida. Por esta razón, se busca informar acerca de estos hábitats que son valiosos en términos naturales y culturales, los cuales incluyen un cuerpo de agua permanente y representan activos de gran importancia biológica, social y cultural. (Fundación Humedales Bogotá, s. f.). En 1938, la Secretaría del Medio Ambiente registró que el humedal abarcaba 148,1 hectáreas, con dimensiones que iban entre 109 y 920 metros de promedio (Secretaría Distrital de Ambiente, 2019). Según la Fundación Humedales Bogotá, en la actualidad el humedal se ha reducido a 11,67 hectáreas, de las cuales 5.6 hectáreas están

ocupadas por el barrio (Fundación Humedales Bogotá, s. f.). Esto evidencia que el humedal ha experimentado una disminución significativa en su extensión hídrica. Mary García, la fundadora de la Corporación Lagos Salva, asegura que el humedal tiene solo 3 hectáreas, siendo este dato el más reciente. Es crucial implementar procesos que aporten al beneficio de la biodiversidad mediante tecnología como sensores, Big Data e inteligencia artificial. El humedal ha sido dividido en tres partes debido a la invasión de viviendas ilegales que han provocado su desgaste al tener escombros arrojados en su espacio reducido.

2.2 Objetivos del proyecto

2.2.1 Objetivo General.

Desarrollar una aplicación web para el monitoreo y conservación del Humedal de Techo, mediante la instalación de una estación de telemetría y la difusión de información relevante a través de la aplicación para el Proyecto Eco-Techo.

2.2.2 Objetivos Específicos.

- Implementar los dispositivos necesarios para monitorear en tiempo real parámetros ambientales clave del humedal, garantizando su correcta instalación y el adecuado funcionamiento de los equipos de telemetría.
- Desarrollar una aplicación web que permita visualizar en tiempo real los datos recolectados por la estación de telemetría, ofreciendo una interfaz amigable y accesible para fomentar el monitoreo y la conservación del humedal.
- Garantizar el almacenamiento eficiente y seguro de los datos telemétricos recolectados, asegurando su integridad, disponibilidad y utilidad para el análisis posterior.

2.3 Alcance de la solución

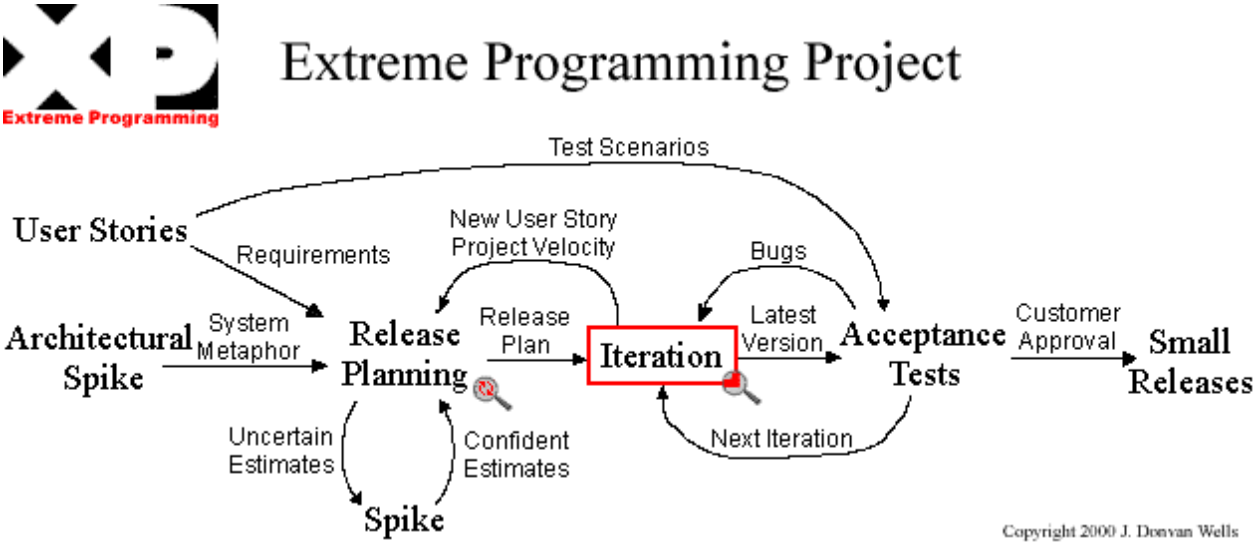
- Diseño de cada elemento físico y tecnológico del sistema de telemetría
- Elaboración de informes de las actividades realizadas
- Evidencias fotográficas de las diferentes acciones realizadas en el proyecto
- Base de datos eficiente y segura para el respaldo de la información
- Implementación de APIs para la sincronización de los datos con el frontend
- Aplicación web para visualización de los datos obtenidos con la telemetría

2.4 Metodología de desarrollo de software

2.4.1 Metodología XP.

Figura 1

Diagrama de la metodología XP



Nota: Tomada de (Don, 2013)

Para el desarrollo de la aplicación web se utilizará la metodología XP (Programación Extrema). Esta metodología se fundamenta en entregar valor al cliente de manera rápida y continua, adaptándose a los cambios y garantizando la calidad del software mediante prácticas de colaboración y desarrollo incremental, esta metodología hace parte del marco ágil, lo que quiere

decir lo siguiente: “Los marcos ágiles siguen un proceso iterativo, en el que se completa y revisa el marco al final de cada sprint, refinándolo para adaptarlo a los requisitos cambiantes y alcanzar la eficiencia máxima.” (Raeburn, 2024).

La metodología XP se compone de varias fases principales (planificación, diseño, desarrollo, pruebas y lanzamiento). Para el desarrollo de estas fases se tiene en cuenta la definición clara del producto, la identificación de historias de usuario, la priorización de estas historias, el diseño incremental, la programación en parejas, las pruebas unitarias y de integración, la participación activa del cliente en demostraciones periódicas, la entrega regular de versiones funcionales, la integración continua, la refactorización del código y las retrospectivas para la mejora continua del proceso y las prácticas de desarrollo.

Este enfoque permite adaptarse a los cambios del cliente y del entorno, entregando software funcional de manera rápida y continua, garantizando la calidad mediante prácticas de colaboración, desarrollo incremental y mejora continua. La meta general es satisfacer las necesidades del cliente y lograr un producto de alta calidad que se adapte a las exigencias del mercado.

> El uso de esta metodología supone, para muchos teóricos, una aproximación a la calidad óptima del producto. Pues durante el ciclo de vida del software, ocurren cambios naturales. Es más, cuantos más cambios, puede que más cerca estemos del mejor resultado que espera nuestro cliente. (Sinnaps, 2020)

2.4.1.1 Fase de planificación. La fase de planificación consiste en lo siguiente:

> Según la identificación de las historias de usuario, se priorizan y se descomponen en mini-versiones. La planificación se va a ir revisando. Cada dos semanas

aproximadamente de iteración, se debe obtener un software útil, funcional, listo para probar y lanzar. (Sinnaps, 2020).

Durante esta etapa para el proyecto Eco-Techo se ha realizado las siguientes actividades en cuanto a la instalación del sistema de telemetría:

- Identificar la zona con los ingenieros que construirán la estación de telemetría en el humedal de techo
- Planear la forma de poner seguridad a los dispositivos de la estación de telemetría

Por otro lado, desde el lado de lo que será el desarrollo del Dashboard, se han realizado las siguientes actividades:

- Investigación inicial del proyecto
- Análisis de las necesidades del proyecto
- Elaboración del documento de anteproyecto

Cada una de las anteriores actividades se han realizado para conocer de mejor manera las necesidades y elementos que serán útiles para trabajar el proyecto Eco-Techo y tener una mejor contextualización de la situación por la que atraviesa el humedal.

2.4.1.2 Fase de diseño. La fase de diseño consiste en lo siguiente: "En este paso se intentará trabajar con un código sencillo, haciendo lo mínimo imprescindible para que funcione. Se obtendrá el prototipo. Además, para el diseño del software orientado a objetos, se crearán tarjetas CRC (Clase-Responsabilidad-Colaboración)." (Sinnaps, 2020).

En cuanto a las actividades relacionadas al diseño de la estación de telemetría se tienen las siguientes actividades:

- Diseñar la estación de telemetría
- Definir las temáticas a desarrollar en la escuela piloto ambiental

- Diseñar publicidad de convocatoria a la comunidad

Durante la fase de diseño, desde el área del software se llevará a cabo la realización de un mockup que será útil para tener una visión acerca de lo que será el Dashboard final que se implementará para el proyecto Eco-Techo, desde la interfaz con cada uno de los menús y los tipos de diagramas que tendrá esta aplicación para visualizar el estado del humedal de Techo.

2.4.1.3 Fase de desarrollo. La fase de desarrollo consiste en lo siguiente:

> La programación aquí se hace «a dos manos», en parejas en frente del mismo ordenador. Incluso, a veces se intercambian las parejas. De esta forma, nos aseguramos que se realice un código más universal, con el que cualquier otro programador podría trabajar y entender. Y es que debe parecer que ha sido realizado por una única persona. Así se conseguirá una programación organizada y planificada. (Sinnaps, 2020)

Para la etapa de desarrollo del sistema de telemetría se tienen contempladas las siguientes actividades:

- Construcción del sistema de telemetría
- Instalación del sistema de telemetría
- Diseño y desarrollo del Dashboard
- Análisis de información de los datos recibidos
- Construcción de informes finales
- Diseño de las capacitaciones en la escuela piloto ambiental
- Realizar las capacitaciones propuestas
- Programar y realizar las actividades de avistamiento de aves en el humedal

Durante la fase de desarrolló se realizó la implementación de la base de datos relacional que contendrá los datos que emita la estación de telemetría, la implementación del Dashboard

con Angular dónde se visualizarán los gráficos de gauge, líneas y barras para la visualización de los datos emitidos por la estación de telemetría y el desarrollo de la API que procesará los datos recibidos por la estación de telemetría.

2.4.1.4 Fase de pruebas. Las pruebas nos permiten realizar lo siguiente: "Se deben realizar pruebas automáticas continuamente. Al tratarse normalmente de proyectos a corto plazo, este testeo automatizado y constante es clave. Además, el propio cliente puede hacer pruebas, proponer nuevas pruebas e ir validando las mini-versiones." (Sinnaps, 2020).

Durante la fase de pruebas se probó tanto con pruebas unitarias como funcionales cada una de las partes del sistema que se desarrolló para el proyecto Eco-Techo, pruebas unitarias que asegurarán que los nuevos cambios que se vayan implementando no afecten el funcionamiento del sistema y pruebas funcionales que garantizarán el correcto funcionamiento de cada uno de los gráficos que se agreguen en el Dashboard del proyecto Eco-Techo.

2.4.1.5 Fase de lanzamiento. Finalmente, la fase de lanzamiento se trata de lo siguiente: "Si hemos llegado a este punto, significa que hemos probado todas las historias de usuario o mini-versiones con éxito, ajustándonos a los requerimientos del cliente. Tenemos un software útil y podemos incorporarlo en el producto." (Sinnaps, 2020).

En la etapa de lanzamiento se contemplan las siguientes actividades:

- Realización de informes
- Publicación en el booclick
- Realización de la clausura del piloto de la escuela ambiental

Durante la fase de lanzamiento se desplegarán los artefactos que se hayan generado para el proyecto Eco-Techo como lo son la base de datos relacional, el API que procesará los datos y

el Dashboard en Angular, esto con el fin de ir entregando valor a los interesados en el proyecto y así poder recibir la respectiva retroalimentación de manera oportuna.

3 Especificación de Requisitos de Software

3.1 Funcionalidad del Producto

El proyecto Eco-Techo proporciona diferentes funcionalidades enfocadas en el monitoreo y conservación del Humedal de Techo, utilizando tecnología para medir parámetros ambientales como lo son la temperatura, humedad, presión y resistencia al gas. A continuación, se describen los procesos y servicios que estarán habilitados como resultado del desarrollo del proyecto.

3.1.1 Monitoreo en tiempo real.

Descripción: El sistema permitirá el monitoreo continuo de las condiciones ambientales del humedal, específicamente medirá variables de temperatura, humedad, presión y resistencia al gas.

Proceso:

- La estación de telemetría instalada en el humedal recogerá los datos de temperatura, humedad, presión y resistencia al gas.
- Los datos obtenidos por la estación de telemetría serán enviados a Node-Red, que realizará una petición de tipo POST a una API desarrollada en Nest.js.
- Los datos serán ordenados y almacenados en una base de datos relacional PostgreSQL.
- Los datos después de ser almacenados en PostgreSQL serán enviados a una conexión de tipo WebSocket para la comunicación en tiempo real con el Dashboard.
- La aplicación web permitirá visualizar en tiempo real las mediciones mediante gráficos interactivos, utilizando diagramas de tipo Gauge.

3.1.2 Almacenamiento y organización de los datos.

Descripción: Los datos recogidos por los sensores se almacenarán de manera segura en una base de datos para permitir su análisis y consulta de manera histórica.

Proceso:

- La API de Nest.js organizará los datos de temperatura, humedad, presión y resistencia al gas recibidos desde Node-Red y los guardará en PostgreSQL.
- La información se organizará de tal manera que permita consultas rápidas y eficientes, asegurando la integridad y disponibilidad de los datos.

3.1.3 Visualización de datos históricos.

Descripción: El sistema Eco-Techo permitirá a los usuarios consultar los datos de manera histórica de la temperatura, humedad, presión y resistencia al gas registrados en el humedal, lo que facilitará el análisis de las variaciones en las condiciones ambientales.

Proceso:

- La aplicación web en Angular tendrá un servicio que se conectará a una API para obtener los datos históricos almacenados en PostgreSQL.
- Los usuarios podrán visualizar estos datos a través de gráficos generados con Chart.js, con opciones para seleccionar rangos de fechas y filtrar por variable.

3.1.4 Generación de alertas por condiciones críticas.

Descripción: El sistema generará alertas automáticas si se detectan niveles críticos en las mediciones de temperatura, humedad, presión o resistencia al gas.

Proceso:

- La API analizará los datos entrantes y comparará las lecturas con umbrales predefinidos.
- Si se detectan condiciones fuera de lo normal, como temperaturas extremas o variaciones significativas en la presión, humedad o resistencia al gas, el sistema notificará a los usuarios mediante alertas que llegarán a los correos electrónicos.

3.2 Características de los Usuarios

El sistema está creado para ser utilizado por diferentes tipos de usuarios, cada uno con acceso y funcionalidades específicas según sus necesidades. Los principales perfiles de usuario son los siguientes:

3.2.1 Ingenieros.

Descripción: Este grupo está compuesto por los ingenieros encargados de la instalación y mantenimiento de la estación de telemetría. Son responsables de garantizar que el equipo funcione correctamente y de realizar ajustes técnicos si es necesario.

Características:

- Acceso a los datos en tiempo real sobre temperatura, humedad, presión y resistencia al gas.
- Supervisión de la operación de los dispositivos de la estación de telemetría.
- Posibilidad de modificar la configuración técnica de la estación para asegurar su óptimo funcionamiento.

3.2.2 Grupo de proyección social de la facultad de ingeniería.

Descripción: El grupo de proyección social de la facultad de ingeniería de la Universitaria Agustiniana utiliza la aplicación para realizar estudios y análisis sobre el estado del Humedal de Techo, contribuyendo a su conservación y mejoramiento.

Características:

- Acceso a datos históricos y en tiempo real sobre temperatura, humedad, presión y resistencia al gas para fines de investigación.
- Visualización de gráficos para análisis de tendencias y elaboración de informes.

3.2.3 Comunidad local.

Descripción: Los miembros de la comunidad cercana al Humedal de Techo tendrán acceso a la aplicación para estar informados sobre el estado del humedal y participar en su conservación.

Características:

- Acceso a los datos en tiempo real de temperatura, humedad, presión y resistencia al gas de forma simplificada.
- Visualización de gráficos e información general sobre el estado del humedal.

3.2.4 Administrador.

Descripción: El administrador es responsable de la creación y mantenimiento del sistema. Este rol garantiza que la aplicación esté funcional y disponible, realizando actualizaciones y mejoras según sea necesario.

Características:

- Acceso completo a todo el sistema para realizar tareas de desarrollo, actualización y mantenimiento.
- Supervisión del correcto funcionamiento de la API, la base de datos y la interfaz de usuario.

3.3 Requisitos Funcionales

Tabla 1

Requisitos funcionales

ID-RQF	Módulo/Funcionalidad	Descripción requisito	Actor	Prioridad
1	Monitoreo en tiempo real	Permitir visualizar los datos de temperatura, humedad, presión y resistencia al gas en tiempo real en gráficos interactivos.	Ingenieros, Comunidad	Alta

2	Visualización de datos históricos	Permitir la consulta de datos históricos de temperatura, humedad, presión y resistencia al gas para análisis.	Grupo de proyección social	Alta
3	Almacenamiento de datos	Almacenar los datos telemétricos en una base de datos SQL de forma organizada y segura.	Administrador	Alta
4	Gestión de usuarios	Permitir la creación, modificación y eliminación de cuentas de usuario.	Administrador	Media
5	Acceso público simplificado	Ofrecer acceso a la comunidad local con una interfaz simplificada para visualizar datos relevantes del humedal.	Comunidad	Baja
6	Generación de alertas	Generar alertas automáticamente cuando los valores de temperatura, humedad, presión o resistencia al gas crucen los límites establecidos.	Ingenieros, Comunidad	Alta

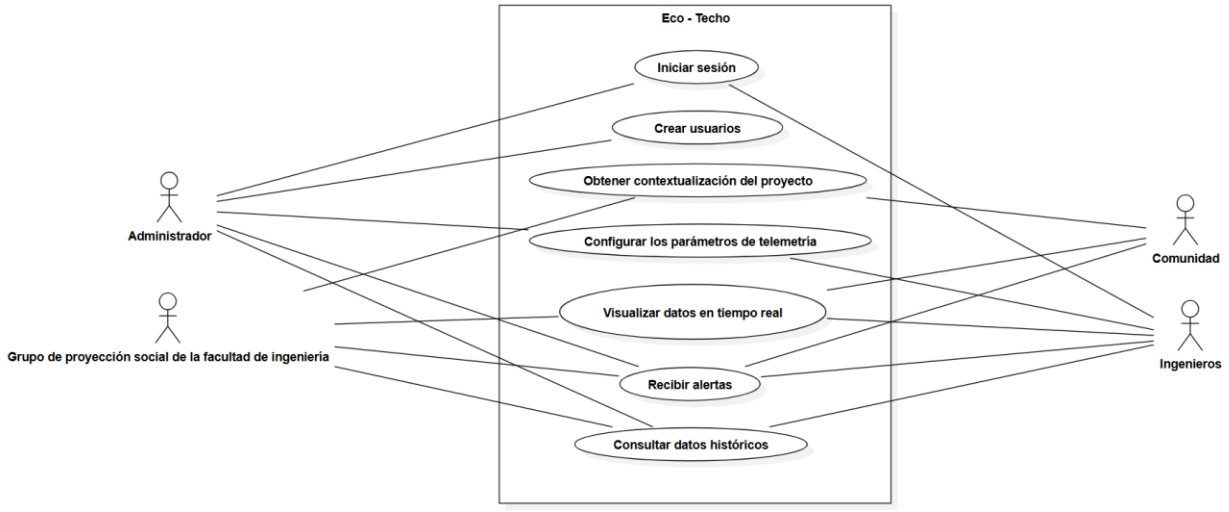
Nota: Elaboración propia

3.4 Diagrama de casos de uso

El diagrama de casos de uso representa las características fundamentales del sistema desde el punto de vista del usuario. En este proyecto, el diagrama ilustra las interacciones entre los participantes (tales como ingenieros, grupo de proyección social, comunidad y administrador) y los ejemplos de aplicación del sistema, tales como establecer la estación de telemetría, visualizar información en tiempo real, realizar consultas a datos pasados, administrar usuarios y producir alertas. Este diagrama simplifica la detección de las necesidades funcionales y posibilita comprender cómo los usuarios se relacionan con el sistema para alcanzar sus metas concretas.

Figura 2

Diagrama de casos de uso



Nota: Elaboración propia

3.5 Especificaciones de los casos de uso

Tabla 2

Caso de uso

Nombre:	Configurar los parámetros de telemetría
Autor:	Raúl Herrera
Fecha:	22/10/2024
Descripción: Permitir a los ingenieros configurar los valores de la estación de telemetría para obtener correctamente los datos de temperatura, humedad, presión y resistencia al gas.	
Actores: Ingenieros, Administrador	
Precondiciones: - La estación de telemetría debe estar correctamente instalada y conectada.	
Flujo Normal: 1. El actor accede al módulo de configuración de la estación. 2. Ingresa los parámetros de configuración. 3. Guarda los cambios. 4. El sistema confirma la configuración.	Flujo Alternativo: 1. Si la estación de telemetría no está conectada, el sistema muestra un mensaje de error. 2. Si los parámetros son inválidos, se solicita corrección.
Postcondiciones: - La estación de telemetría queda configurada según los parámetros ingresados - Se asegura la correcta captura de datos telemétricos.	
Prioridad: Alta	

Nota: Elaboración propia

Tabla 3

Caso de uso

Nombre:	Visualizar datos en tiempo real
Autor:	Raúl Herrera
Fecha:	22/10/2024
Descripción: Permitir a los usuarios visualizar en tiempo real los datos de temperatura, humedad, presión y resistencia al gas obtenidos por la estación de telemetría.	
Actores: Ingenieros, Comunidad, Grupo de proyección social de la facultad de ingeniería	
Precondiciones: - El usuario debe estar autenticado en el sistema. - La estación debe estar enviando datos a la API.	
Flujo Normal: 1. El usuario accede al módulo de visualización en tiempo real. 2. El sistema consulta los datos desde la API. 3. Los datos se muestran en gráficos interactivos.	Flujo Alternativo: 1. Si no hay datos disponibles, el sistema muestra un mensaje informativo indicando la falta de datos.
Postcondiciones: - Los datos telemétricos en tiempo real son mostrados correctamente.	
Prioridad: Alta	

Nota: Elaboración propia

Tabla 4

Caso de uso

Nombre:	Consultar datos históricos
Autor:	Raúl Herrera
Fecha:	22/10/2024
Descripción: Permitir al grupo de proyección social de la facultad de ingeniería consultar los datos históricos de temperatura, humedad, presión y resistencia al gas almacenados en la base de datos.	
Actores: Grupo de proyección social de la facultad de ingeniería, Administrador, Ingenieros	
Precondiciones: - El usuario debe estar autenticado en el sistema. - Deben existir datos históricos almacenados en la base de datos.	
Flujo Normal: 1. El investigador accede al módulo de consulta de datos históricos. 2. Elige un rango de fechas y variables. 3. El sistema muestra los datos en gráficos.	Flujo Alternativo: 1. Si no hay datos históricos para el rango solicitado, el sistema informa al usuario.
Postcondiciones: - Los datos históricos son mostrados correctamente en la interfaz.	
Prioridad: Alta	

Nota: Elaboración propia

Tabla 5

Caso de uso

Nombre:	Iniciar sesión
Autor:	Raúl Herrera
Fecha:	27/11/2024
Descripción: Permite que los usuarios con rol administrador se puedan autenticar en el sistema para tener acceso a módulos administrativos de la aplicación.	
Actores: Administrador, Ingenieros	
Precondiciones: - El usuario debe estar registrado en el sistema con correo electrónico y contraseñas válidos. - El sistema debe estar funcionando correctamente.	
Flujo Normal: 1. El usuario accede a la pantalla de iniciar sesión. 2. Introduce correo y contraseña. 3. Hace clic en el botón “Iniciar sesión” 4. El sistema verifica las credenciales ingresadas. 5. Si las credenciales son válidas, el usuario es redirigido automáticamente a la pantalla principal.	Flujo Alternativo: 1. Si las credenciales no coinciden, el sistema muestra un mensaje de error. 2. El usuario puede volver a intentar con las credenciales correctas.
Postcondiciones: - El usuario autenticado accede al sistema con los permisos correspondientes a su rol.	
Prioridad: Alta	

Nota: Elaboración propia

Tabla 6

Caso de uso

Nombre:	Crear usuarios
Autor:	Raúl Herrera
Fecha:	22/10/2024
Descripción: Permitir al administrador crear nuevos usuarios en el sistema.	
Actores: Administrador	
Precondiciones: - El administrador debe estar autenticado en el sistema.	
Flujo Normal: 1. El administrador accede al módulo de gestión de usuarios. 2. Crea una cuenta de usuario. 3. El sistema guarda los cambios.	Flujo Alternativo: 1. Si el usuario ya existe, el sistema muestra un mensaje de error. 2. Si los datos ingresados no son válidos, el sistema solicita correcciones.

Postcondiciones: - Los usuarios son correctamente creados en el sistema.
Prioridad: Media

Nota: Elaboración propia

Tabla 7

Caso de uso

Nombre:	Recibir alertas
Autor:	Raúl Herrera
Fecha:	22/10/2024
Descripción: El sistema genera alertas automáticas cuando los datos telemétricos (temperatura, humedad, presión, resistencia al gas) exceden los umbrales predefinidos.	
Actores: Ingenieros, Comunidad, Administrador, Grupo de proyección social de la facultad de ingeniería, Administrador, Ingenieros	
Precondiciones: - Los parámetros de telemetría deben estar configurados con los umbrales correspondientes. - La estación de telemetría debe estar enviando datos regularmente.	
Flujo Normal: 1. Los datos telemétricos son enviados al backend desde Node-Red. 2. El sistema verifica si los datos están fuera de los umbrales establecidos. 3. Si los valores exceden los límites, se genera una alerta. 4. La alerta se guarda en la base de datos y se notifica a los usuarios correspondientes.	Flujo Alternativo: 1. Si los datos no exceden los umbrales, no se genera ninguna alerta.
Postcondiciones: - Se almacena la alerta generada en la base de datos con su timestamp y se envía una notificación a los usuarios correspondientes (si está configurado).	
Prioridad: Alta	

Nota: Elaboración propia

Tabla 8

Caso de uso

Nombre:	Obtener contextualización del proyecto
Autor:	Raúl Herrera
Fecha:	27/11/2024
Descripción: El usuario accede a la pantalla de inicio, donde puede visualizar un video introductorio sobre el Humedal de Techo, una galería de imágenes y una descripción con los objetivos del proyecto.	

Actores: Comunidad, Grupo de proyección social de la facultad de ingeniería, Administrador, Ingenieros	
Precondiciones: - El sistema debe estar operativo y accesible. - El contenido multimedia debe estar correctamente cargado en el servidor o plataforma de hosting.	
Flujo Normal: 1. El usuario accede a la pantalla de inicio del sistema a través de la URL principal. 2. Visualiza un video introductorio sobre el proyecto. 3. Puede navegar por una galería de imágenes relacionadas con el Humedal de Techo. 4. Lee la descripción y los objetivos del proyecto presentados en texto.	Flujo Alternativo: 1. Si el video no se carga, se muestra un mensaje: "El contenido no está disponible en este momento". 2. El usuario puede continuar navegando por la galería y leyendo la descripción textual.
Postcondiciones: - El usuario obtiene una introducción general sobre el proyecto Eco-Techo y su propósito, familiarizándose con el contexto del humedal y su importancia.	
Prioridad: Alta	

Nota: Elaboración propia

3.6 Restricciones y Atributos de Calidad

Tabla 9

Atributos de calidad

ID-RQNF	Atributo de calidad	Módulo / Funcionalidad	Prioridad
1	Rendimiento	Almacenamiento de datos y visualización de datos en tiempo real	Alta
2	Escalabilidad	Almacenamiento de datos y API de comunicación con Node-Red	Media
3	Mantenibilidad	Gestión de usuarios y mantenimiento del sistema	Alta
4	Seguridad	Seguridad de la aplicación y gestión de usuarios	Alta
5	Disponibilidad	Monitoreo en tiempo real y API de comunicación con Node-Red	Alta
6	Usabilidad	Interfaz de visualización para la comunidad local y acceso público	Media
7	Integridad de datos	Almacenamiento de datos y visualización de datos históricos	Alta

Nota: Elaboración propia

Tabla 10

Restricciones

ID-RQNF	Restricción	Módulo / Funcionalidad	Prioridad

1	Compatibilidad	Almacenamiento de datos y API de comunicación con Node-Red	Alta
2	Tecnologías de desarrollo	Desarrollo con Angular, Nest.js y PostgreSQL	Alta
3	Conexión a internet	Monitoreo en tiempo real y API de comunicación con Node-Red	Alta
4	Plataforma web	Acceso a la aplicación desde navegadores web modernos	Media
5	Límites de almacenamiento	Almacenamiento de datos en PostgreSQL	Media
6	Autenticación de usuarios	Gestión de usuarios y seguridad de la aplicación	Alta

Nota: Elaboración propia

4 Diseño del software

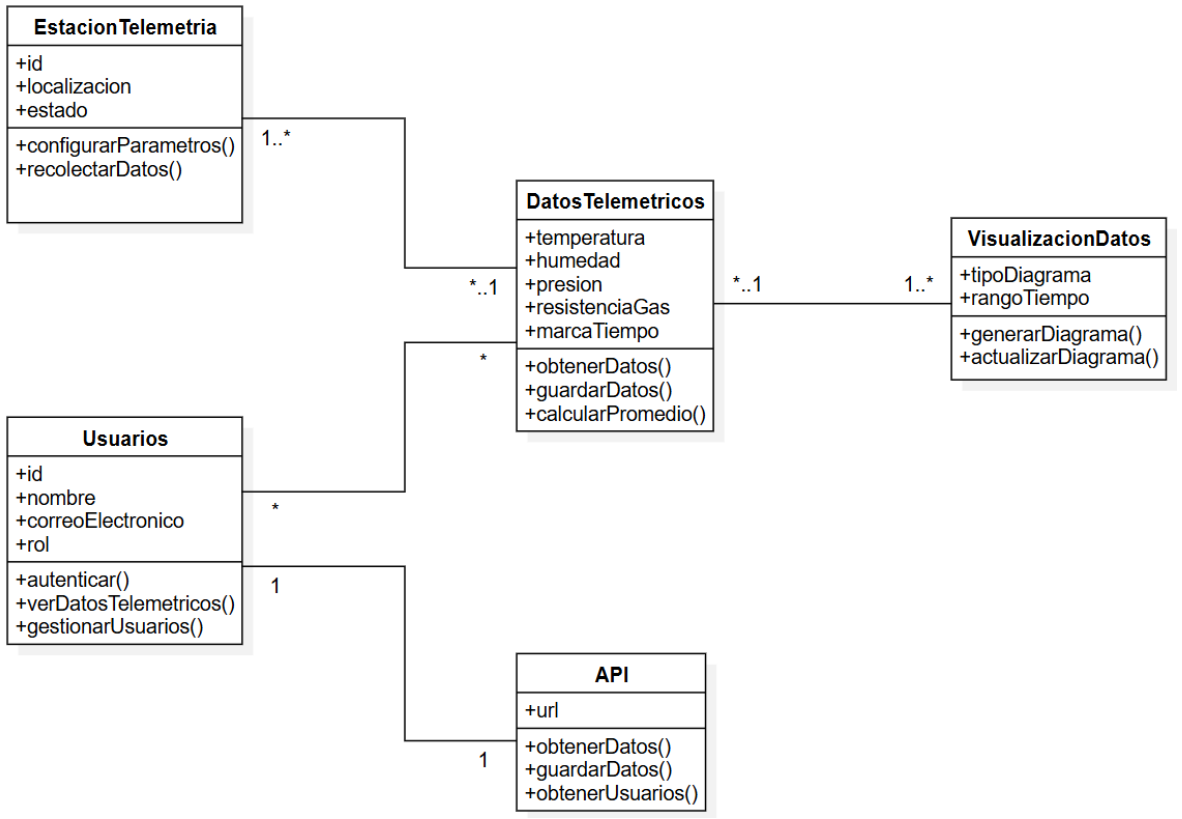
4.1 Diseño detallado del software

4.1.1 Diagrama de clases.

El diagrama de clases representa las clases fundamentales del sistema y sus vínculos. Este diagrama permite evidenciar la estructura interna de la aplicación, detallando las clases con sus características, procedimientos y las conexiones entre ellas, como las relaciones de asociación o dependencia. En cuanto al proyecto Eco-Techo, el diagrama de clases facilita comprender la interacción que hay entre los datos telemétricos, los usuarios y las alertas en el sistema, dando un conocimiento general para la implementación y el avance de la lógica de negocio.

Figura 3

Diagrama de clases del sistema Eco-Techo



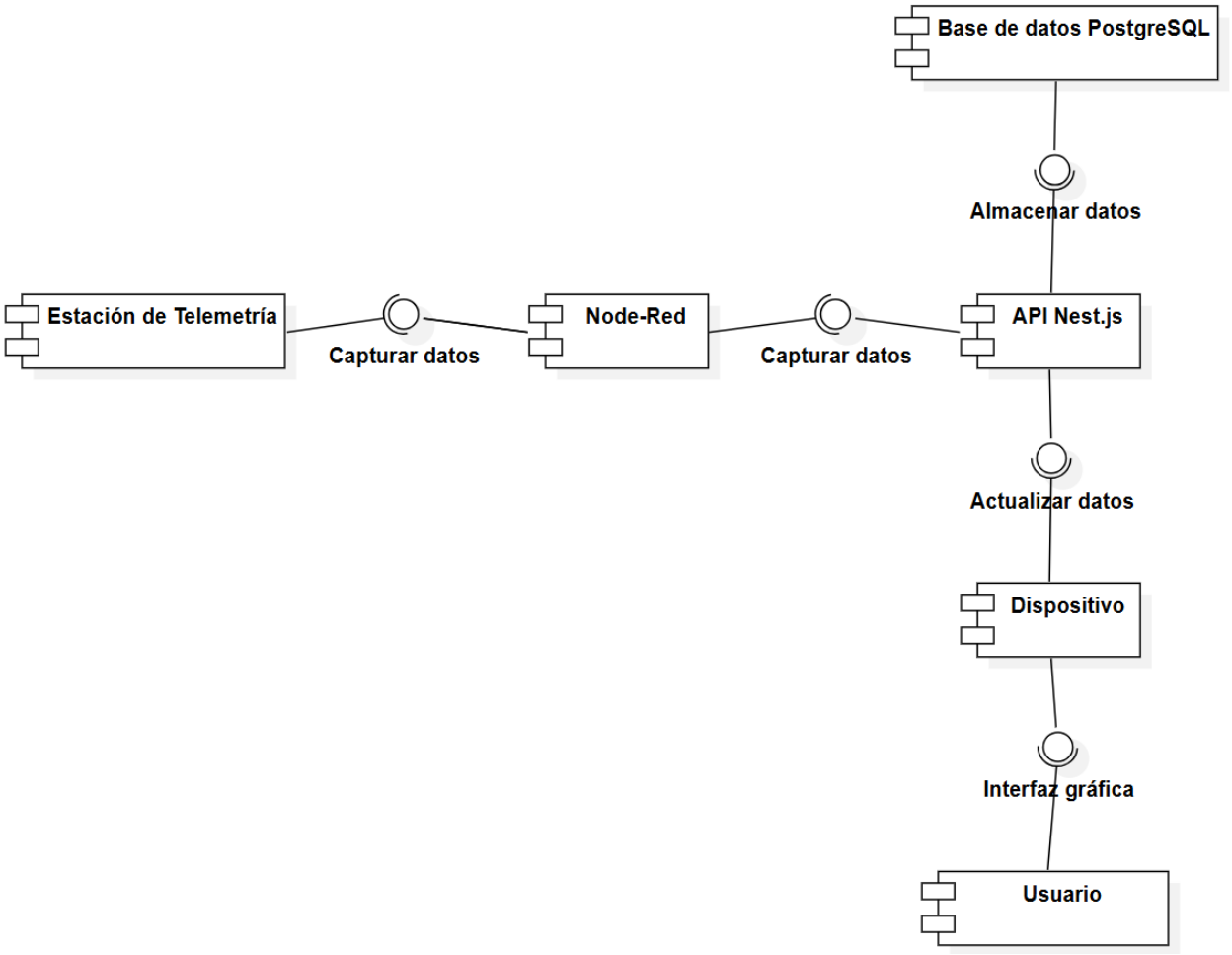
Nota: Elaboración propia

4.1.2 Diagrama de componentes.

El diagrama de componentes muestra aquellos módulos o contenedores del sistema y la forma en que se comunican entre ellos. Este diagrama es importante para entender la estructura lógica de la aplicación, detallando la interacción entre el frontend (Angular), el backend (NestJS), la base de datos (PostgreSQL) y Node-Red. Da una facilidad en la observación de las conexiones y los flujos de información entre los elementos importantes del sistema, simplificando la puesta en producción de la infraestructura del sistema.

Figura 4

Diagrama de componentes del sistema Eco-Techo



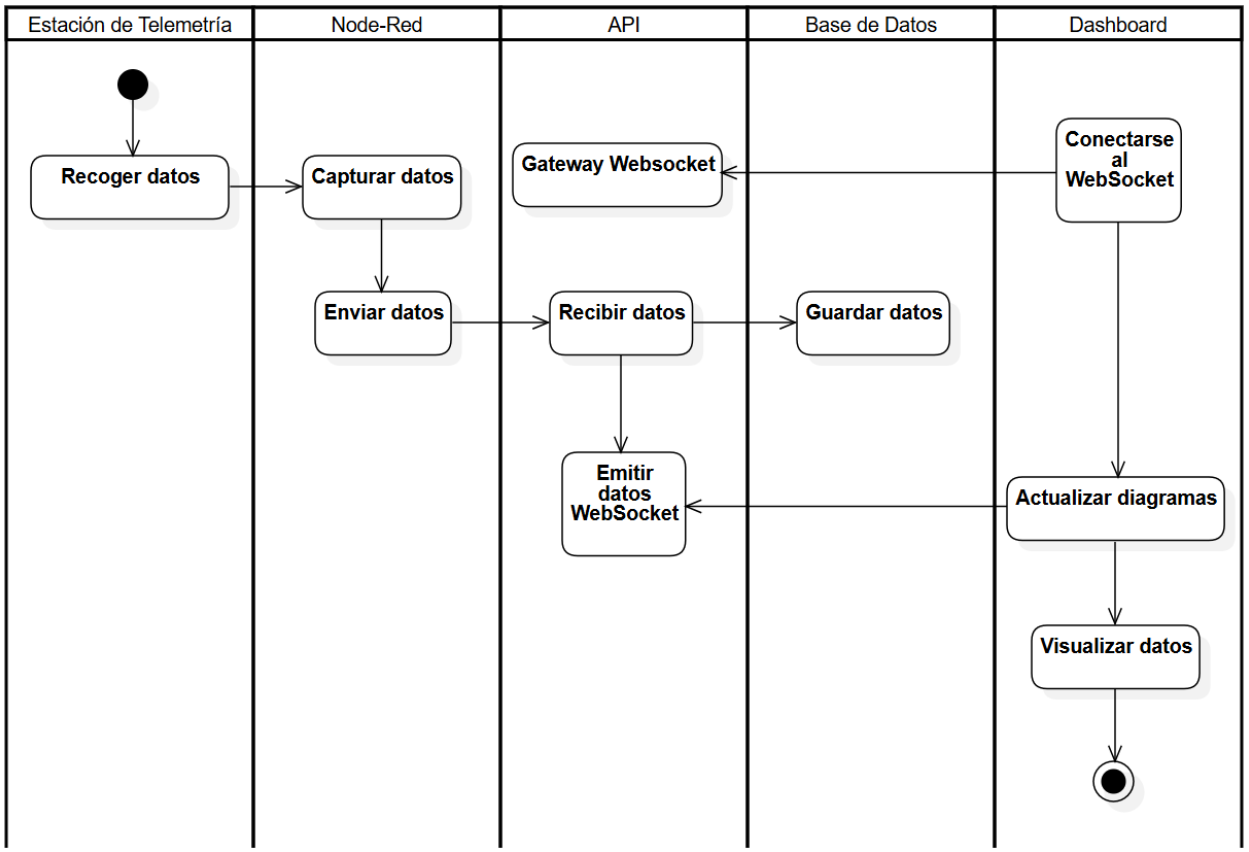
Nota: Elaboración propia

4.1.3 Diagrama de actividades.

El diagrama de actividades muestra el proceso de trabajo de la aplicación paso a paso, desde la recolección de datos en Node-Red hasta la visualización de los mismos en el dashboard de Angular. Este diagrama ayuda a la comprensión de pasos que suceden en cada parte del sistema, detallando cómo se procesan, guardan y envían los datos telemétricos para su representación en tiempo real. Favorece la identificación de las tareas fundamentales y opciones alternativas que se realizan en el sistema.

Figura 5

Diagrama de actividades del sistema Eco-Techo



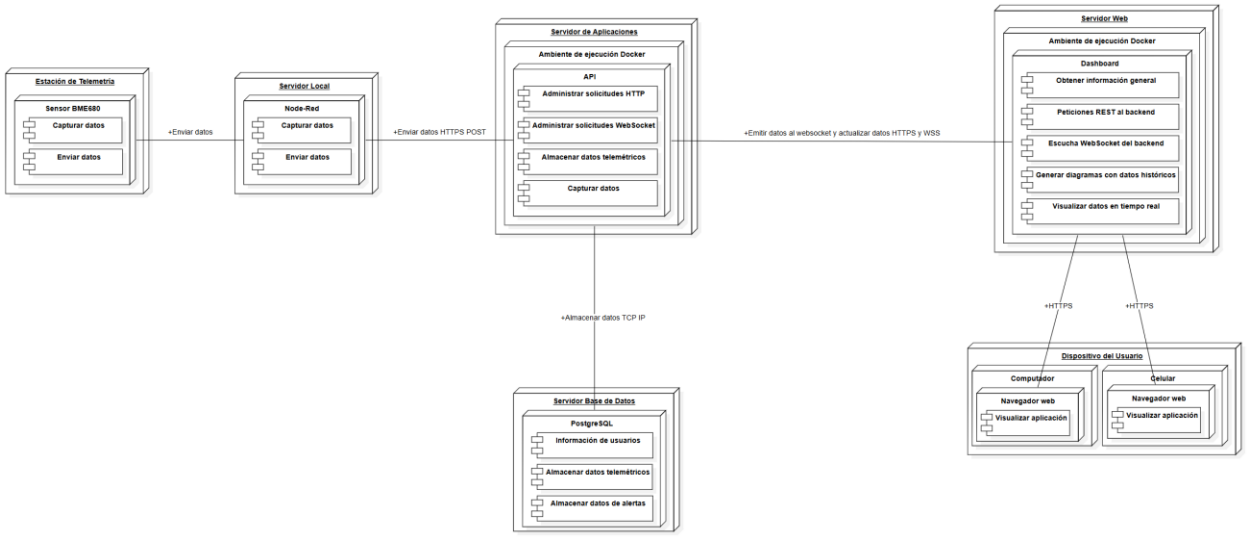
Nota: Elaboración propia

4.1.4 Diagrama de despliegue.

El diagrama de despliegue explica la disposición física de los elementos en el sistema, mostrando en qué servidores o aparatos se lleva a cabo cada sección de la aplicación. En este proyecto, el diagrama de despliegue indica la localización de Angular, NestJS, la base de datos (PostgreSQL) y Node-Red. Este diagrama facilita la comprensión de la conexión de estos elementos en el ambiente de producción, simplificando la organización de la infraestructura y la gestión de recursos para su despliegue.

Figura 6

Diagrama de despliegue del sistema Eco-Techo



Nota: Elaboración propia

4.2 Diseño de la Interfaz

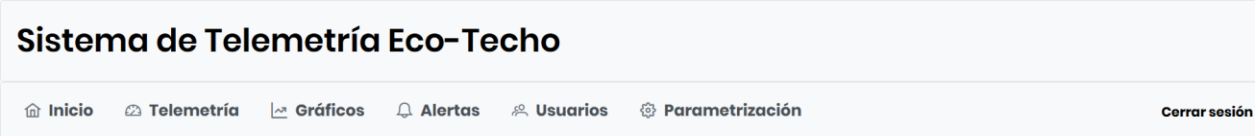
4.2.1 Interfaz de Usuario.

Barra de navegación

Barra de navegación para moverse entre las distintas pantallas del Dashboard.

Figura 7

Barra de navegación del dashboard



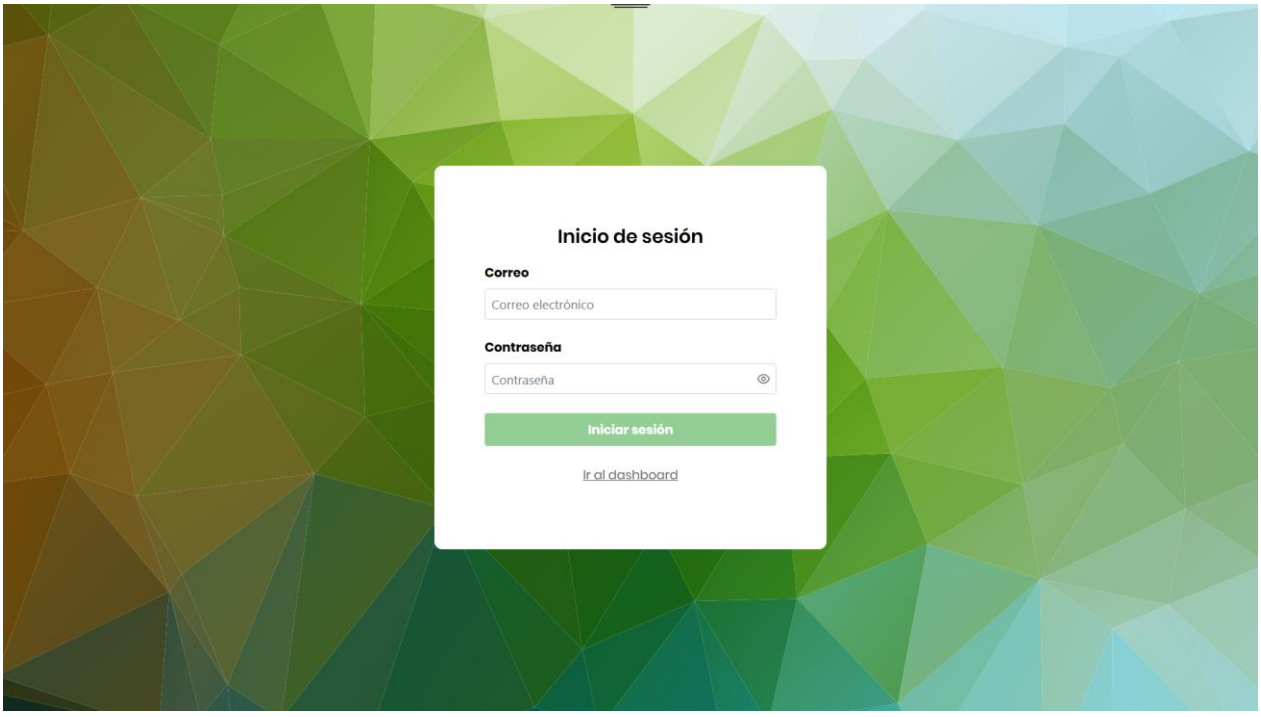
Nota: Elaboración propia

Pantalla de inicio de sesión

Permite el acceso a la autenticación de los usuarios.

Figura 8

Inicio de sesión del dashboard



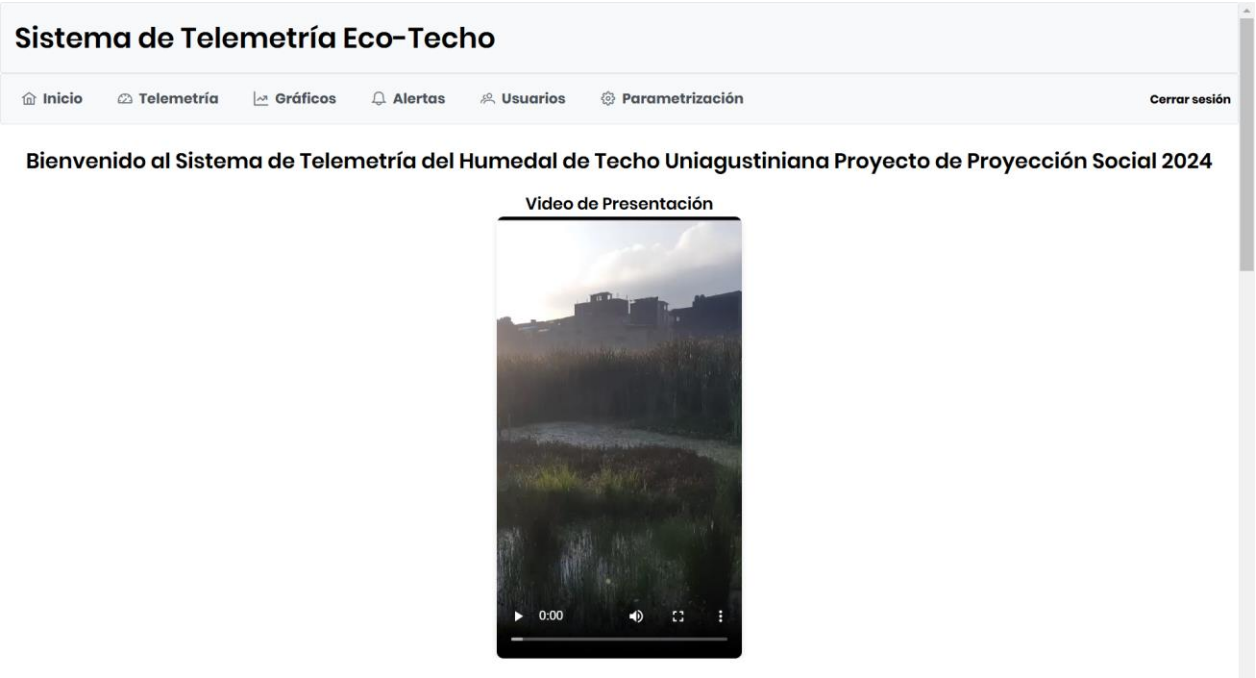
Nota: Elaboración propia

Pantalla de inicio

Pantalla dónde se tiene información general del proyecto como fotos y la descripción.

Figura 9

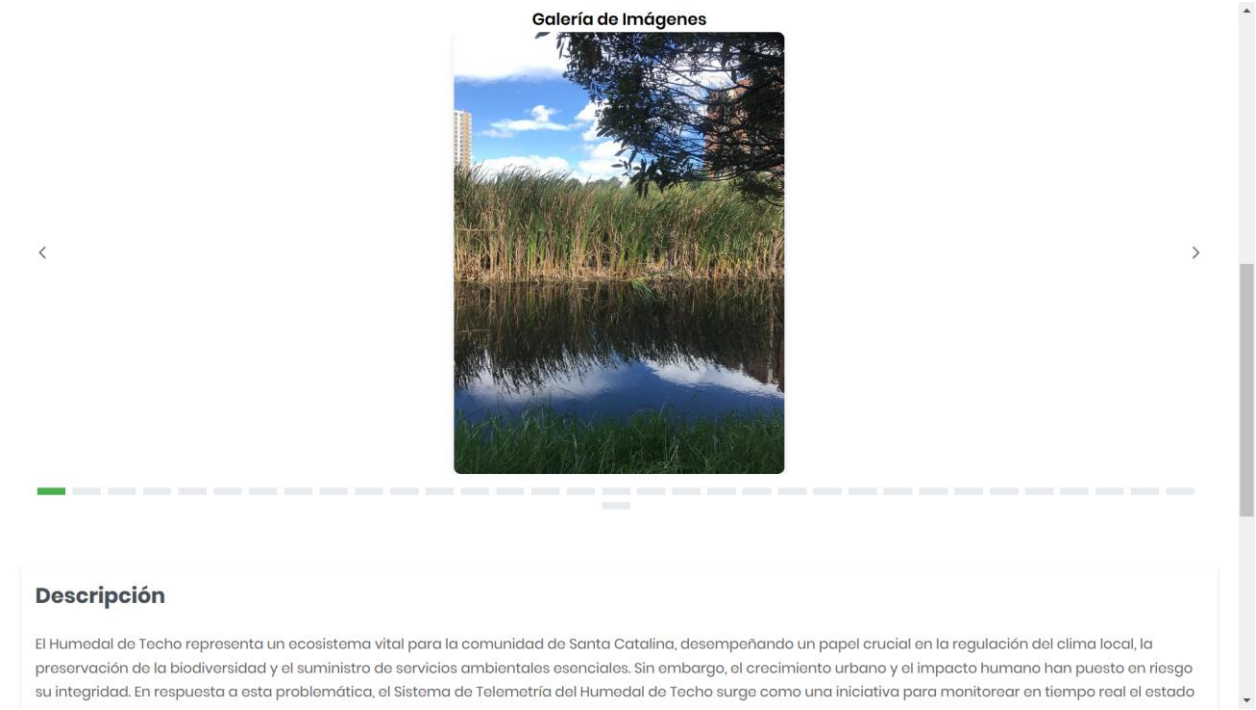
Pantalla de inicio del dashboard



Nota: Elaboración propia

Figura 10

Pantalla de inicio del dashboard



Nota: Elaboración propia

Figura 11

Pantalla de inicio del dashboard

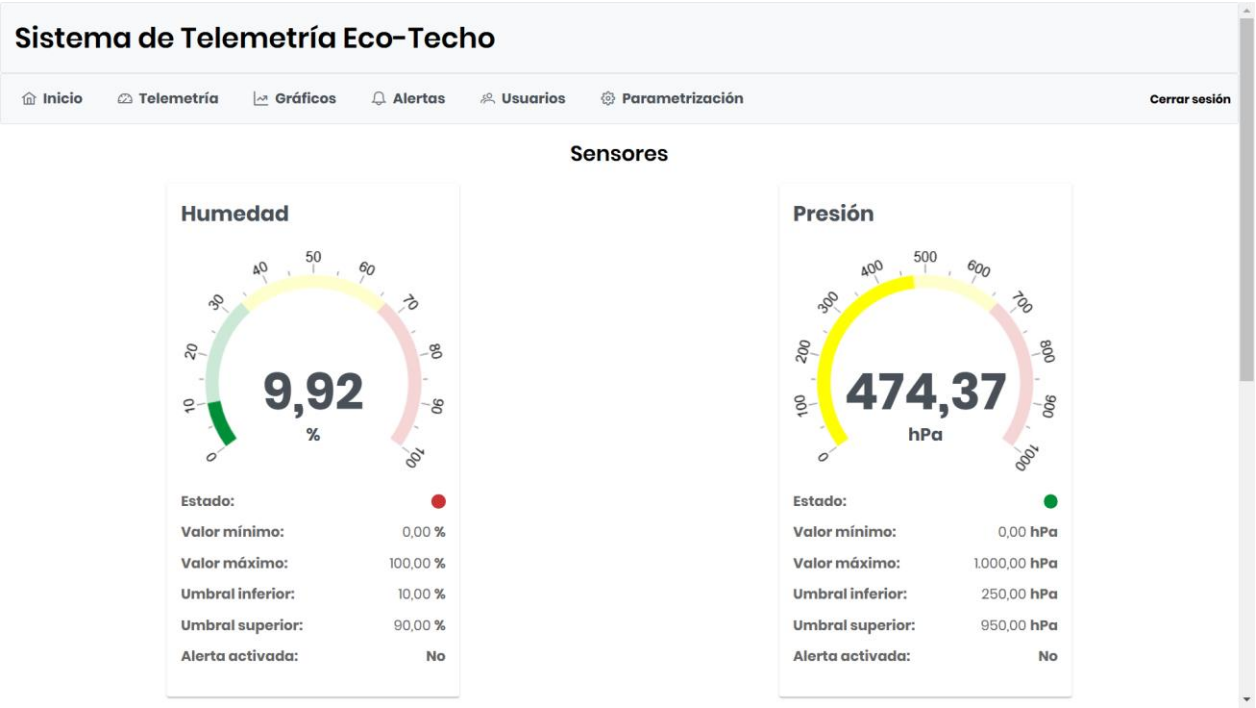
Nota: Elaboración propia

Pantalla de monitoreo en tiempo real

Pantalla destinada a visualizar los datos capturados y emitidos por la estación de telemetría para las 4 variables medidas (temperatura, humedad, presión y resistencia al gas).

Figura 12

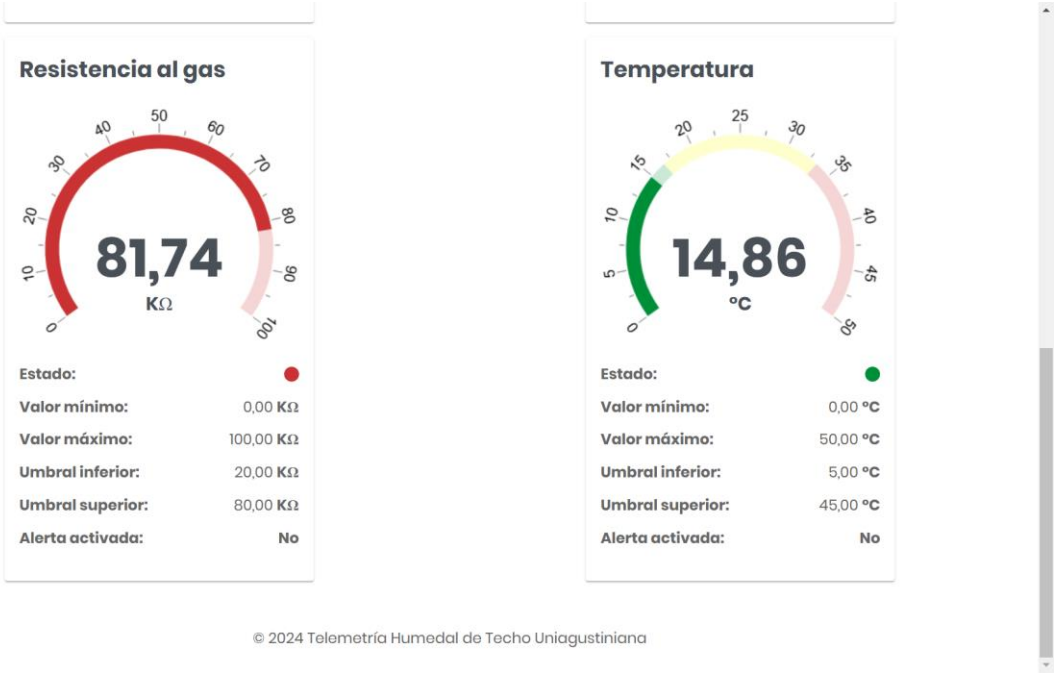
Pantalla de telemetría del dashboard



Nota: Elaboración propia

Figura 13

Pantalla de telemetría del dashboard



Nota: Elaboración propia

Pantalla de consulta de datos históricos

Pantalla en la que se tiene la opción de filtrar los datos históricos que se encuentran en la base de datos y visualizarlos tanto en diagramas de línea y barra.

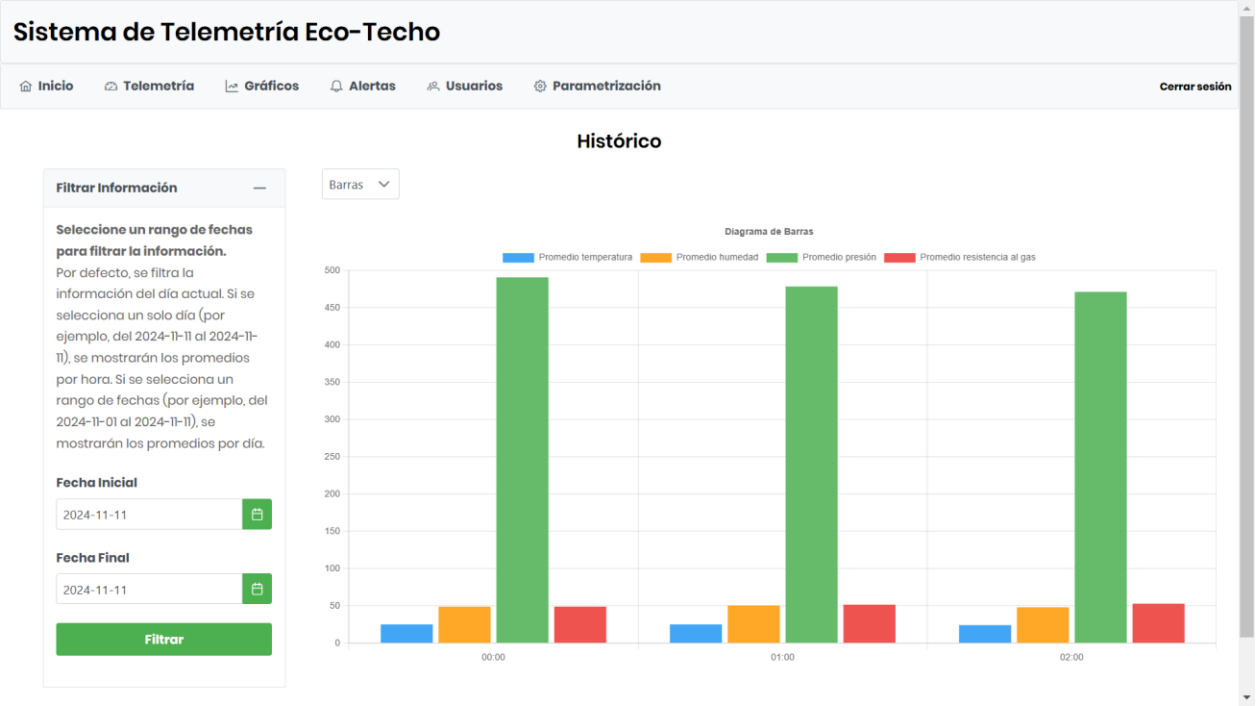
Figura 14

Pantalla de datos históricos del dashboard

Nota: Elaboración propia

Figura 15

Pantalla de datos históricos del dashboard



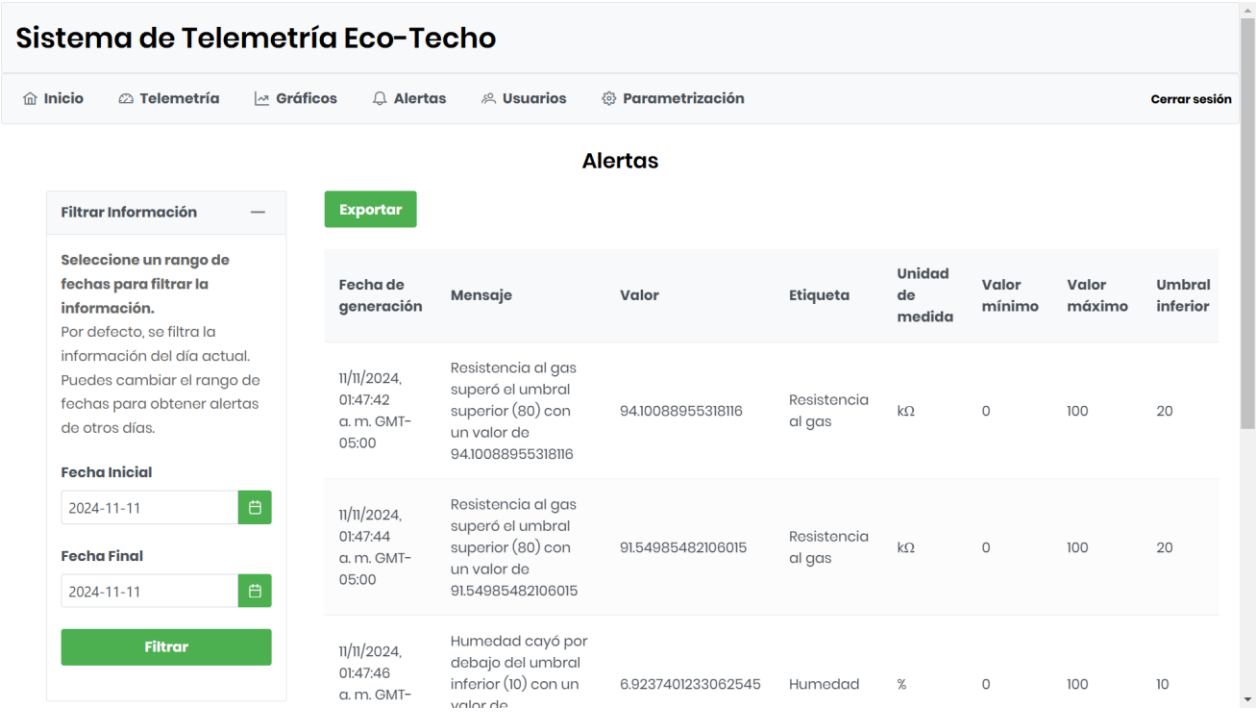
Nota: Elaboración propia

Pantalla de alertas

Pantalla en la que se obtiene información de las alertas que se han generado en un rango de fechas, así como la función de exportar a un archivo Excel para poder analizar esta información.

Figura 16

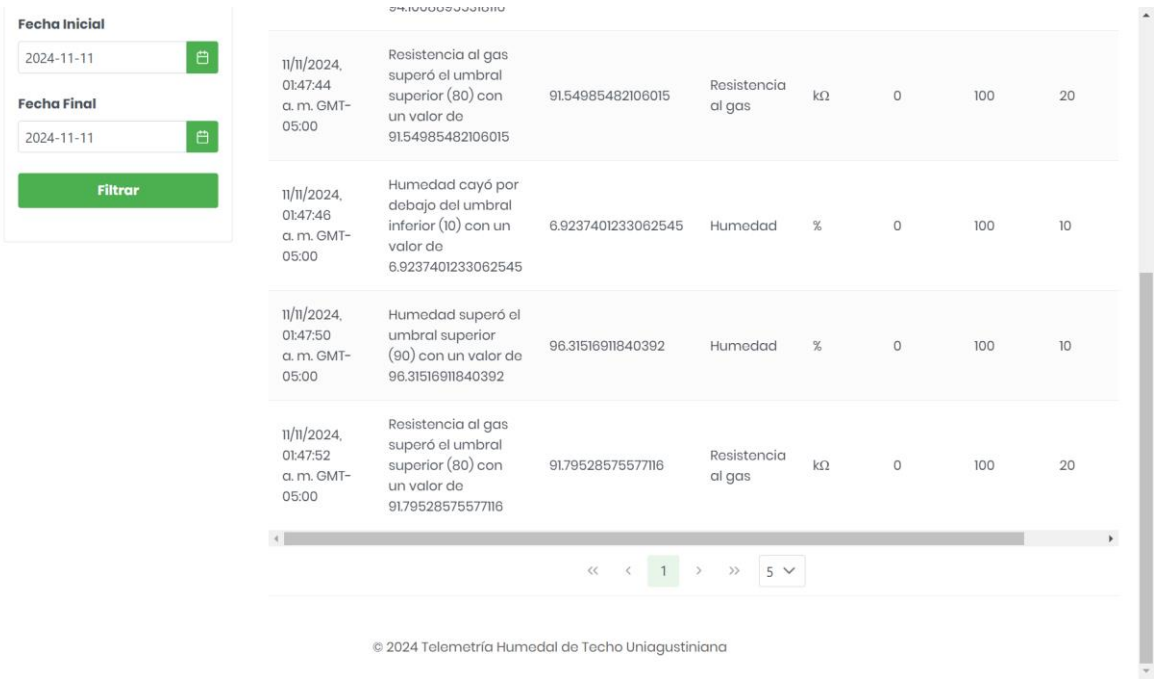
Pantalla de alertas del dashboard



Nota: Elaboración propia

Figura 17

Pantalla de alertas del dashboard



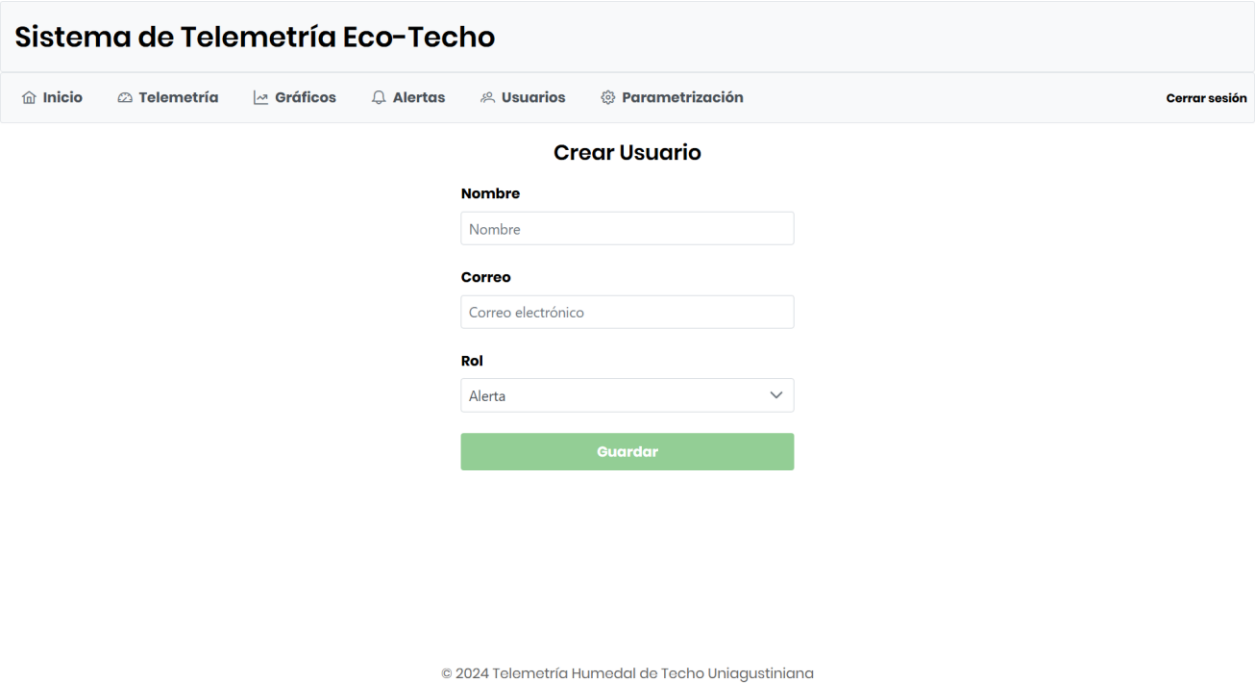
Nota: Elaboración propia

Pantalla de creación de usuarios

Pantalla en la que se pueden registrar nuevos usuarios en la aplicación con uno de los dos roles definidos (Alerta, Administrador).

Figura 18

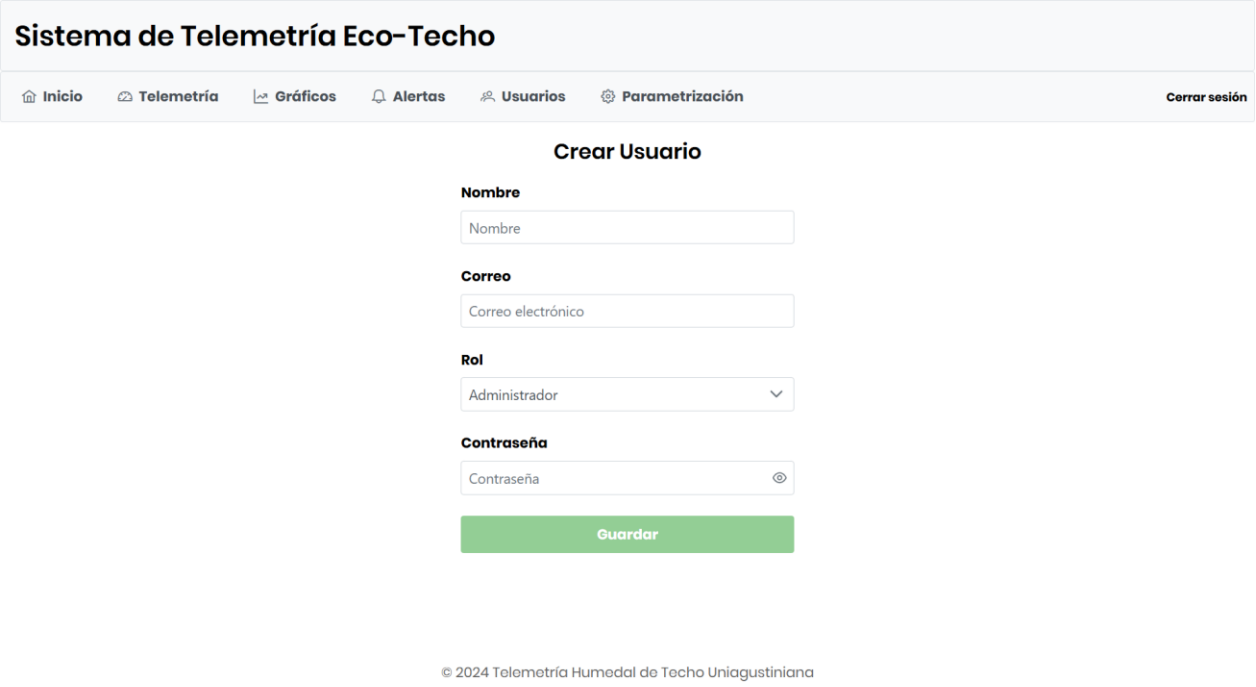
Pantalla de creación de usuarios del dashboard



Nota: Elaboración propia

Figura 19

Pantalla de creación de usuarios del dashboard



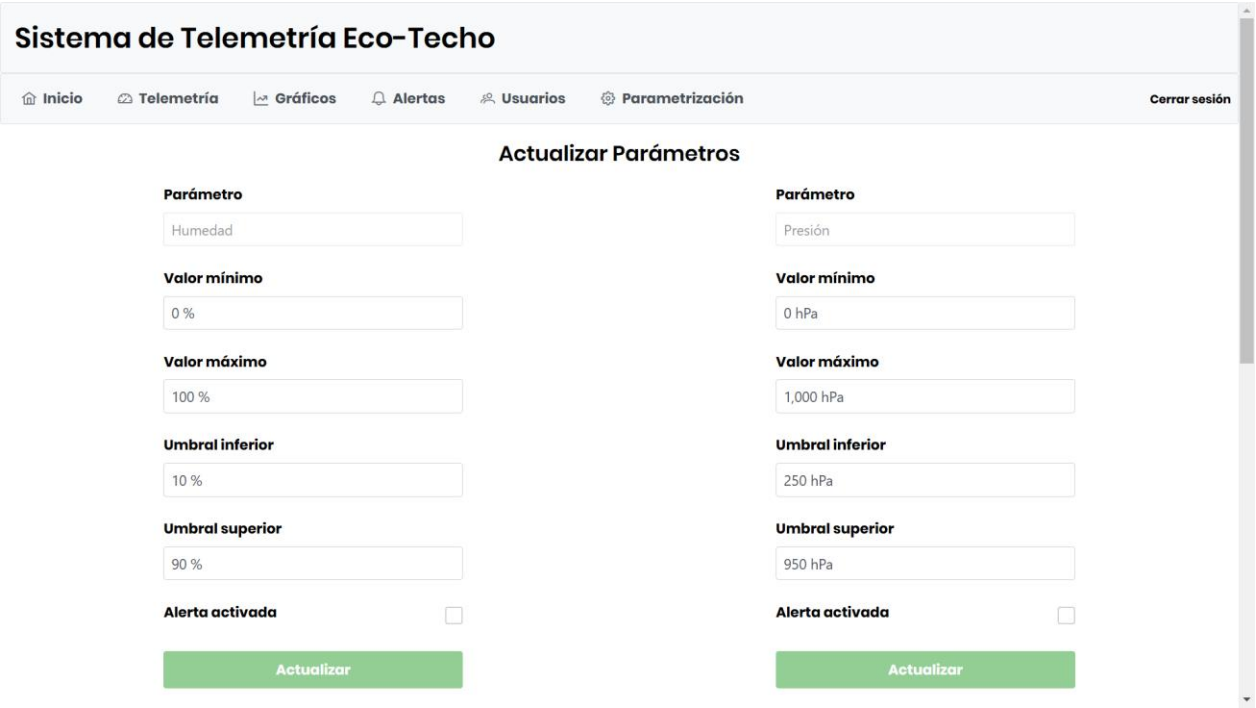
Nota: Elaboración propia

Pantalla de configuración de parámetros

Pantalla para configurar los parámetros relacionados a las variables medidas, como lo son los valores mínimos y máximos permitidos para cada variable y los umbrales inferiores y superiores definidos para enviar alertas.

Figura 20

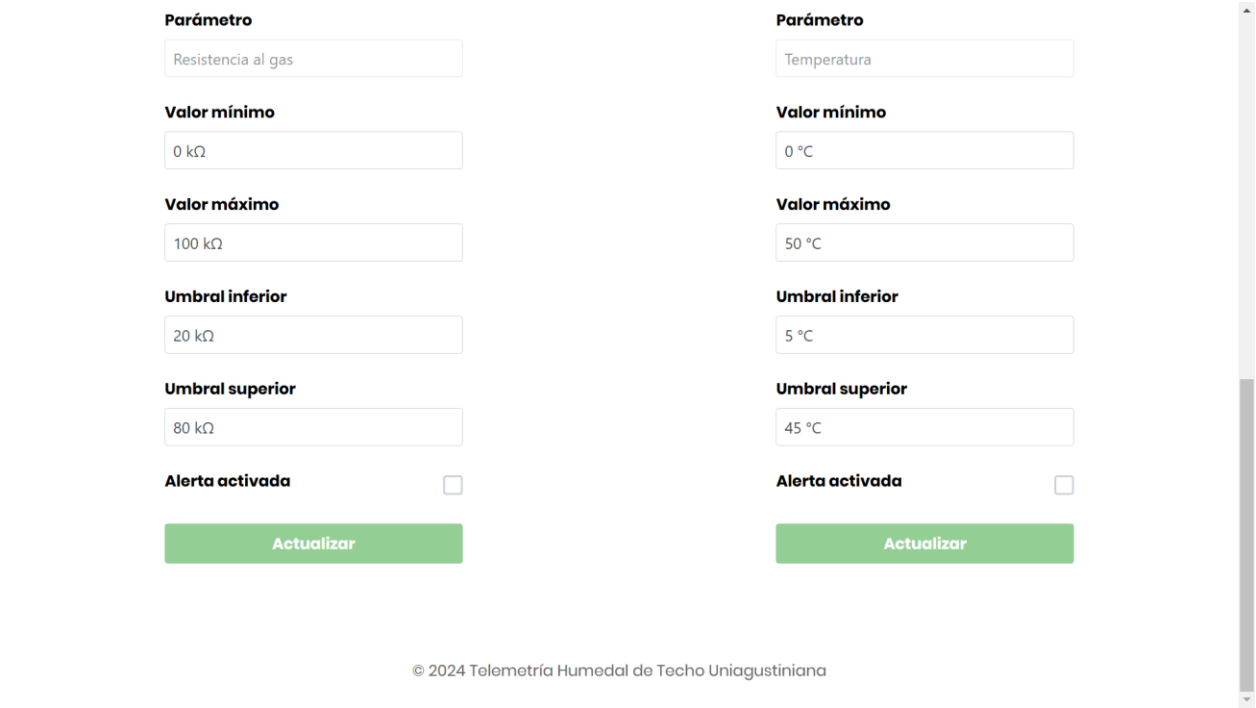
Pantalla de configuración de parámetros del dashboard



Nota: Elaboración propia

Figura 21

Pantalla de configuración de parámetros del dashboard



Nota: Elaboración propia

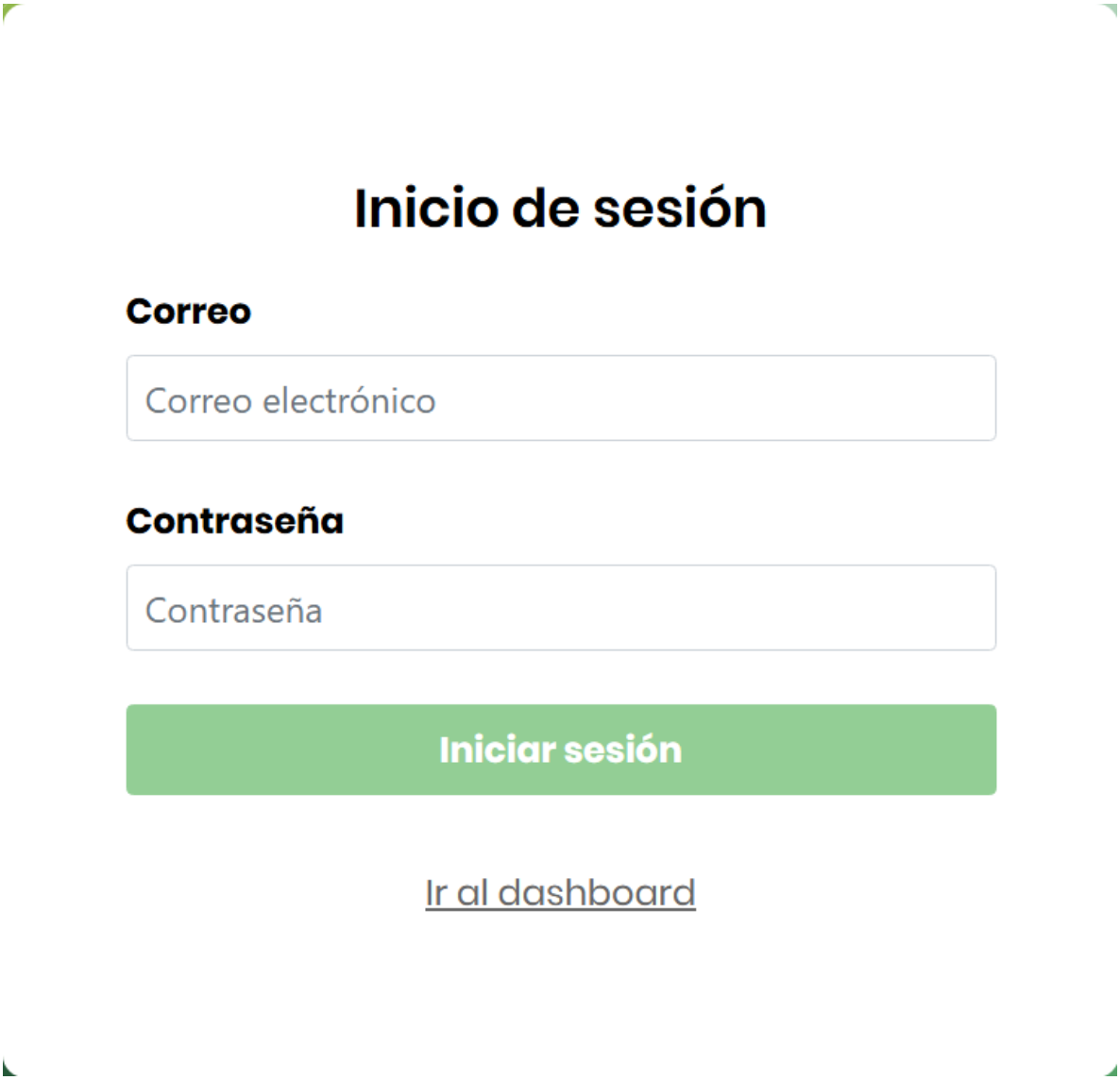
4.2.2 Interfaces de Entrada.

Formulario para el inicio de sesión

Formulario para que los usuarios administradores puedan iniciar sesión y tener acceso a las pantallas de adición de nuevos usuarios y la configuración de los parámetros de telemetría.

Figura 22

Formulario de inicio de sesión del dashboard



Nota: Elaboración propia

Formulario de consulta de datos históricos y alertas

Este formulario está diseñado para que los usuarios seleccionen el rango de fechas y el tipo de datos a visualizar.

Figura 23

Formulario para filtrar por rango de fechas del dashboard

Nota: Elaboración propia

Formulario para creación de usuarios

Formulario para añadir nuevos usuarios en la aplicación con uno de los dos roles definidos, el rol de Alerta será para usuarios a los que sólo les llegarán las alertas a los correos y el rol de Administrador será para crear usuarios que puedan generar nuevos usuarios y modificar los parámetros de telemetría.

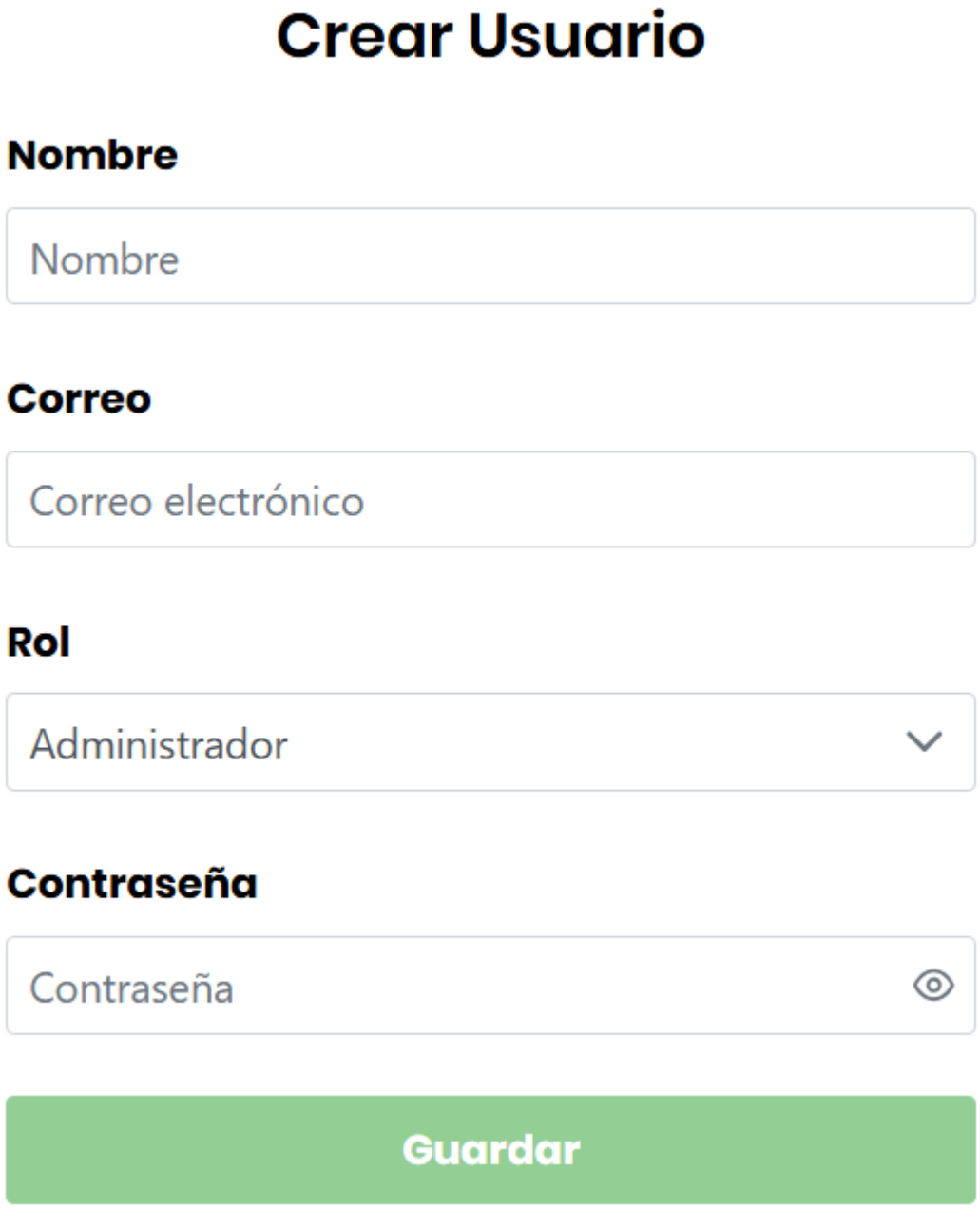
Figura 24

Formulario para creación de usuarios del dashboard

Nota: Elaboración propia

Figura 25

Formulario para creación de usuarios del dashboard



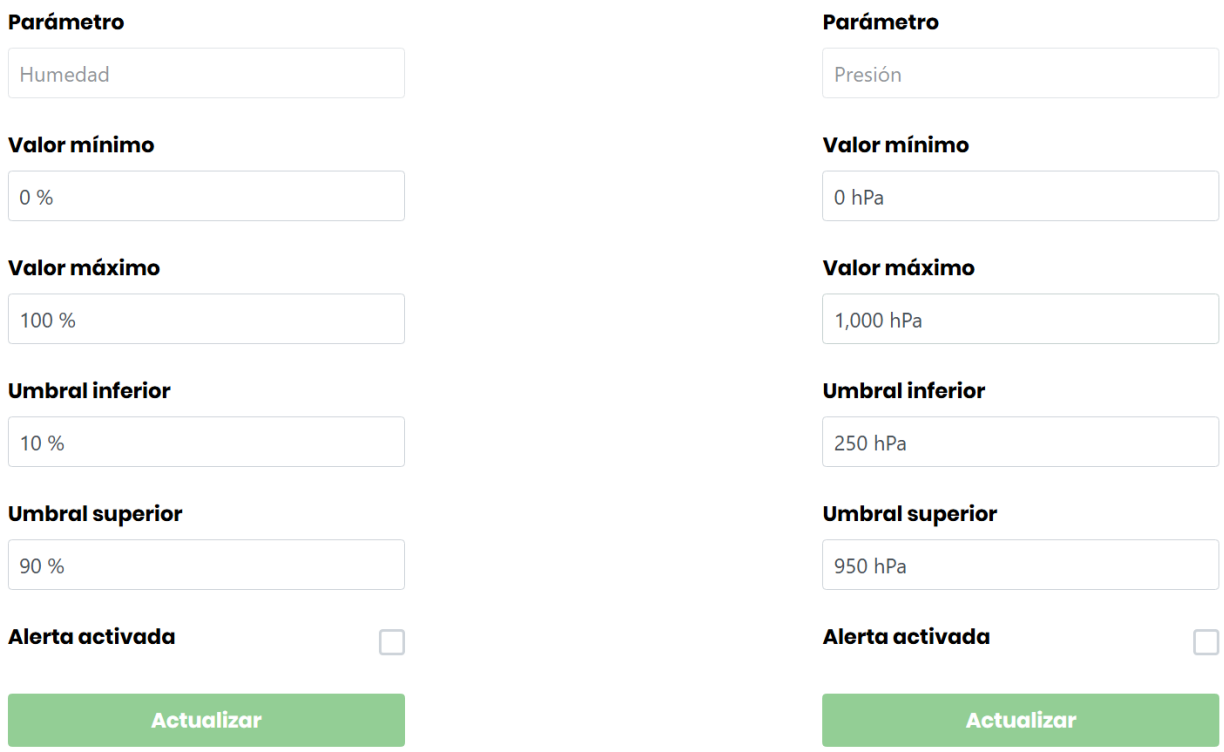
Nota: Elaboración propia

Formularios de configuración de parámetros

Formularios diseñados para actualizar los valores relacionados a los parámetros de telemetría medidos.

Figura 26

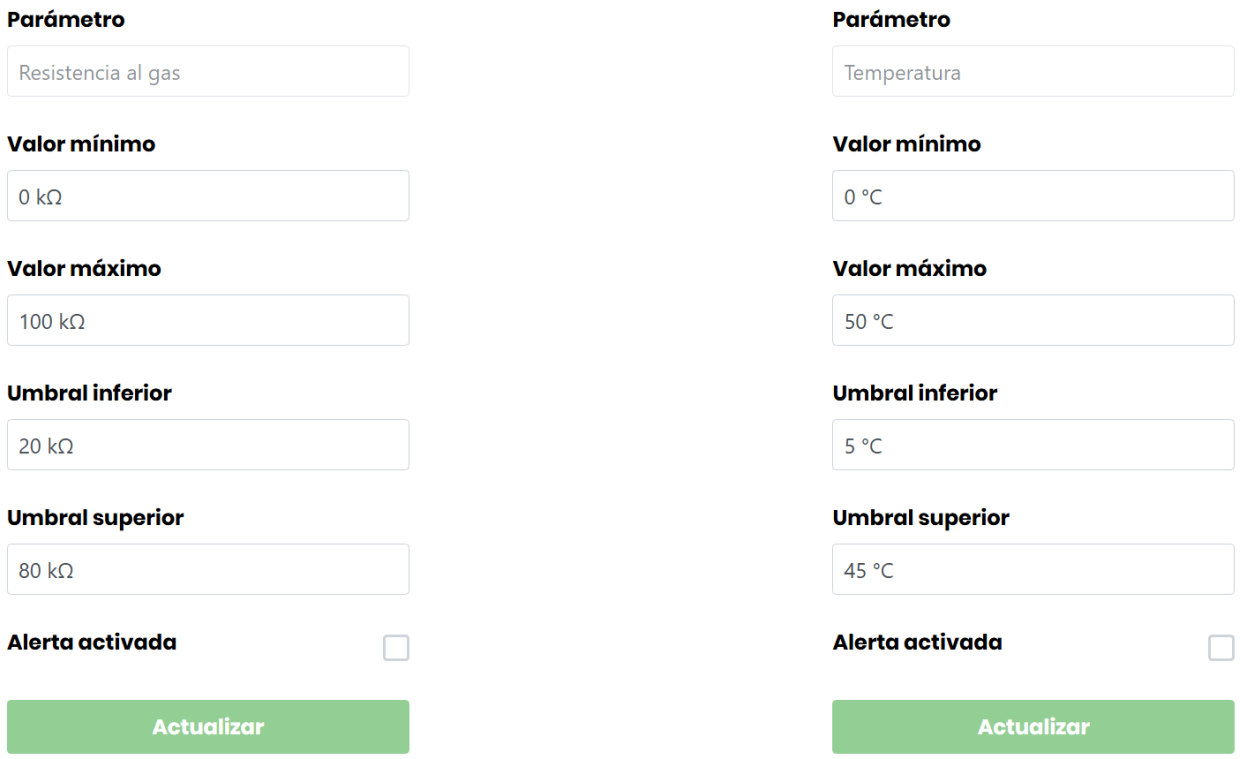
Formularios para modificación de parámetros del dashboard



Nota: Elaboración propia

Figura 27

Formularios para modificación de parámetros del dashboard



Nota: Elaboración propia

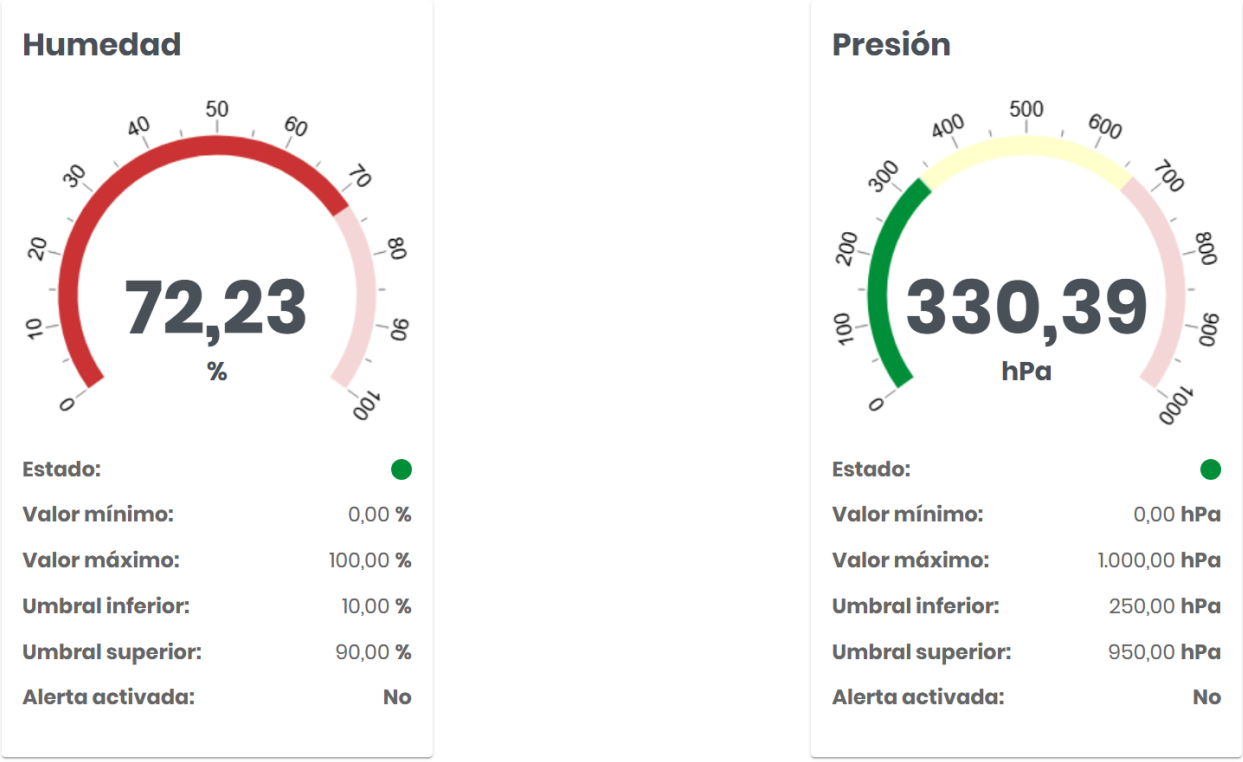
4.2.3 Interfaces de Salida.

Gráficos de gauge en tiempo real

Representan el estado actual de cada variable de telemetría (temperatura, humedad, presión y resistencia al gas) actualizándose en tiempo real.

Figura 28

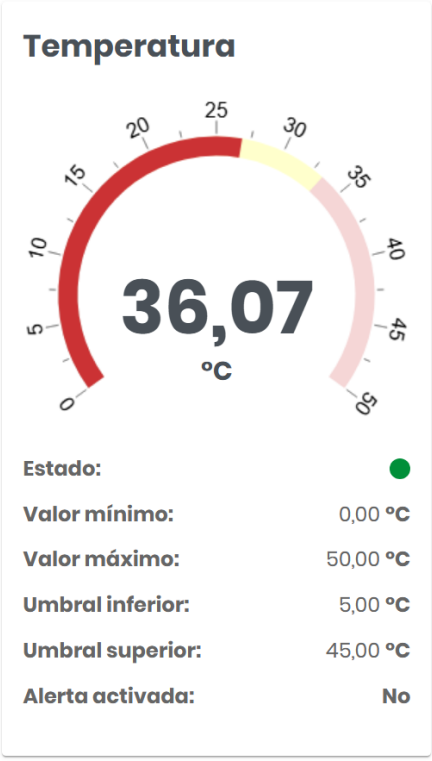
Diagramas de gauge del dashboard



Nota: Elaboración propia

Figura 29

Diagramas de gauge del dashboard



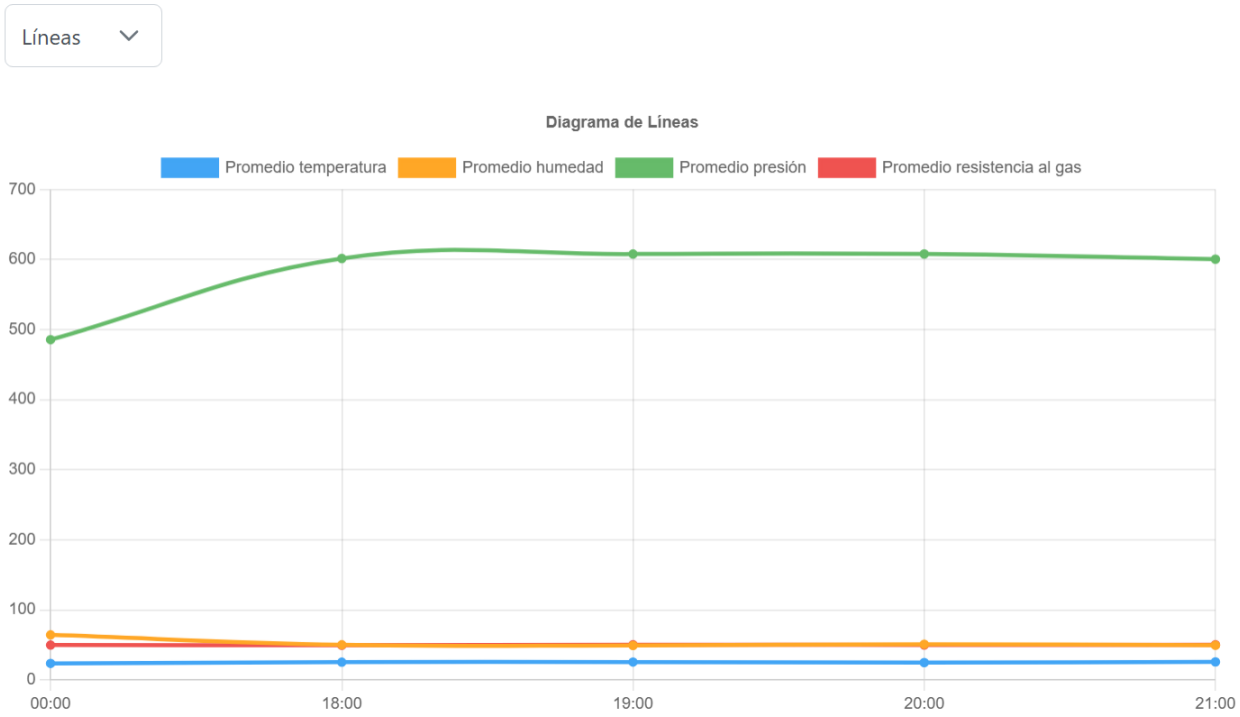
Nota: Elaboración propia

Gráficos de línea y barra para datos históricos

Muestran las variaciones de las variables de telemetría en un rango de fechas, permitiendo visualizar tendencias a lo largo del tiempo.

Figura 30

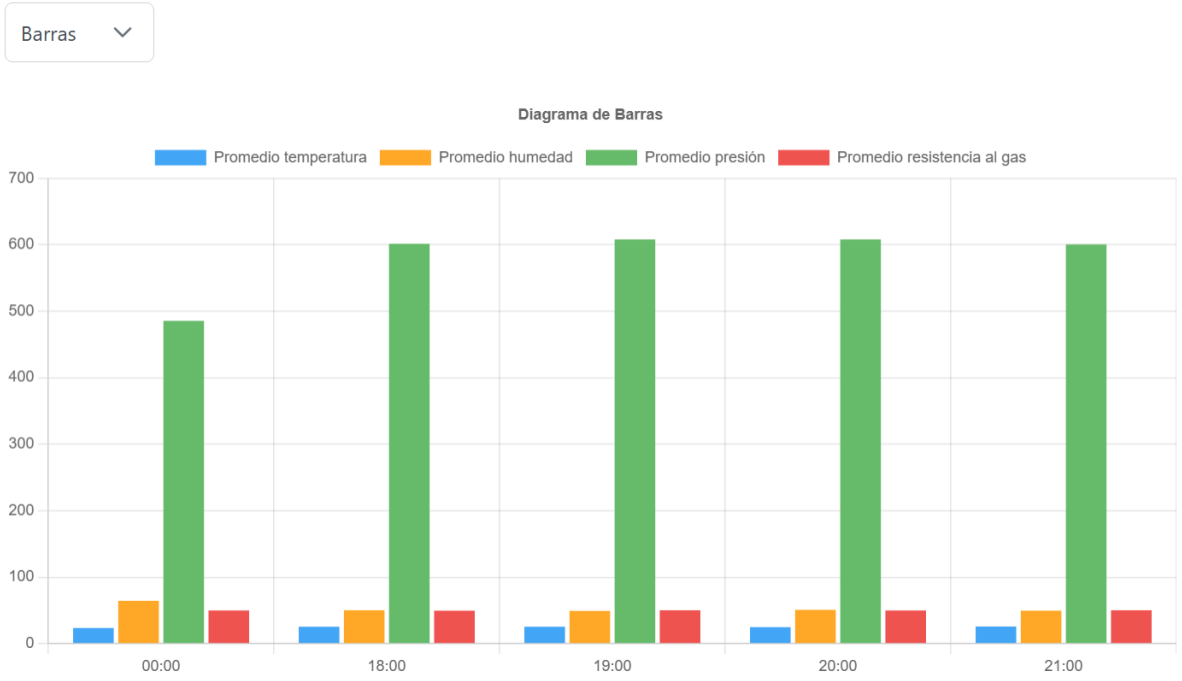
Diagrama de líneas del dashboard



Nota: Elaboración propia

Figura 31

Diagrama de barras del dashboard



Nota: Elaboración propia

Reporte generado con las alertas

Este reporte se puede generar en la pantalla de alertas, contiene la información de las alertas visualizadas en la pantalla en un reporte con formato Excel para su posterior análisis.

Figura 32

Reporte de alertas del dashboard

Fecha de generación	Mensaje	Valor	Etiqueta	Unidad de medida	Valor mínimo	Valor máximo	Umbral inferior	Umbral superior
11/8/2024, 11:36:35 PM	Humedad superó el umbral superior	90.15399707	Humedad	%	0	100	10	90
11/8/2024, 11:36:35 PM	Presión cayó por debajo del umbral	199.0424081	Presión	hPa	0	1000	250	950
11/8/2024, 11:36:37 PM	Resistencia al gas superó el umbral s	83.32599344	Resistencia al gas	kΩ	0	100	20	80
11/8/2024, 11:36:39 PM	Temperatura superó el umbral supe	45.4491461	Temperatura	°C	0	50	5	45
11/8/2024, 11:36:39 PM	Presión superó el umbral superior (9	952.8400354	Presión	hPa	0	1000	250	950
11/8/2024, 11:36:41 PM	Resistencia al gas superó el umbral s	94.32654555	Resistencia al gas	kΩ	0	100	20	80
11/8/2024, 11:36:43 PM	Temperatura cayó por debajo del ur	1.767373713	Temperatura	°C	0	50	5	45
11/8/2024, 11:36:47 PM	Presión cayó por debajo del umbral	104.9638922	Presión	hPa	0	1000	250	950
11/8/2024, 11:36:51 PM	Humedad cayó por debajo del umbr	1.155064981	Humedad	%	0	100	10	90
11/8/2024, 11:36:51 PM	Resistencia al gas superó el umbral s	83.20404804	Resistencia al gas	kΩ	0	100	20	80
11/8/2024, 11:36:57 PM	Resistencia al gas cayó por debajo d	4.668776379	Resistencia al gas	kΩ	0	100	20	80
11/8/2024, 11:36:59 PM	Resistencia al gas cayó por debajo d	2.101893252	Resistencia al gas	kΩ	0	100	20	80
11/8/2024, 11:37:03 PM	Presión cayó por debajo del umbral	47.55513136	Presión	hPa	0	1000	250	950
11/8/2024, 11:37:05 PM	Resistencia al gas cayó por debajo d	13.92972421	Resistencia al gas	kΩ	0	100	20	80
11/8/2024, 11:37:07 PM	Resistencia al gas cayó por debajo d	4.521326931	Resistencia al gas	kΩ	0	100	20	80
11/8/2024, 11:37:09 PM	Resistencia al gas superó el umbral s	87.39366138	Resistencia al gas	kΩ	0	100	20	80
11/8/2024, 11:37:11 PM	Humedad cayó por debajo del umbr	2.239366519	Humedad	%	0	100	10	90
11/8/2024, 11:37:13 PM	Resistencia al gas cayó por debajo d	4.782106904	Resistencia al gas	kΩ	0	100	20	80
11/8/2024, 11:37:17 PM	Presión superó el umbral superior (9	971.2903437	Presión	hPa	0	1000	250	950
11/8/2024, 11:37:23 PM	Resistencia al gas cayó por debajo d	14.79663741	Resistencia al gas	kΩ	0	100	20	80
11/8/2024, 11:37:25 PM	Presión cayó por debajo del umbral	165.7870803	Presión	hPa	0	1000	250	950
11/8/2024, 11:37:31 PM	Humedad cayó por debajo del umbr	2.313303916	Humedad	%	0	100	10	90
11/8/2024, 11:37:31 PM	Presión cayó por debajo del umbral	69.95841577	Presión	hPa	0	1000	250	950
11/8/2024, 11:37:31 PM	Resistencia al gas cayó por debajo d	0.853289206	Resistencia al gas	kΩ	0	100	20	80
11/8/2024, 11:37:33 PM	Resistencia al gas cayó por debajo d	5.012132902	Resistencia al gas	kΩ	0	100	20	80
11/8/2024, 11:37:35 PM	Resistencia al gas cayó por debajo d	15.88807477	Resistencia al gas	kΩ	0	100	20	80

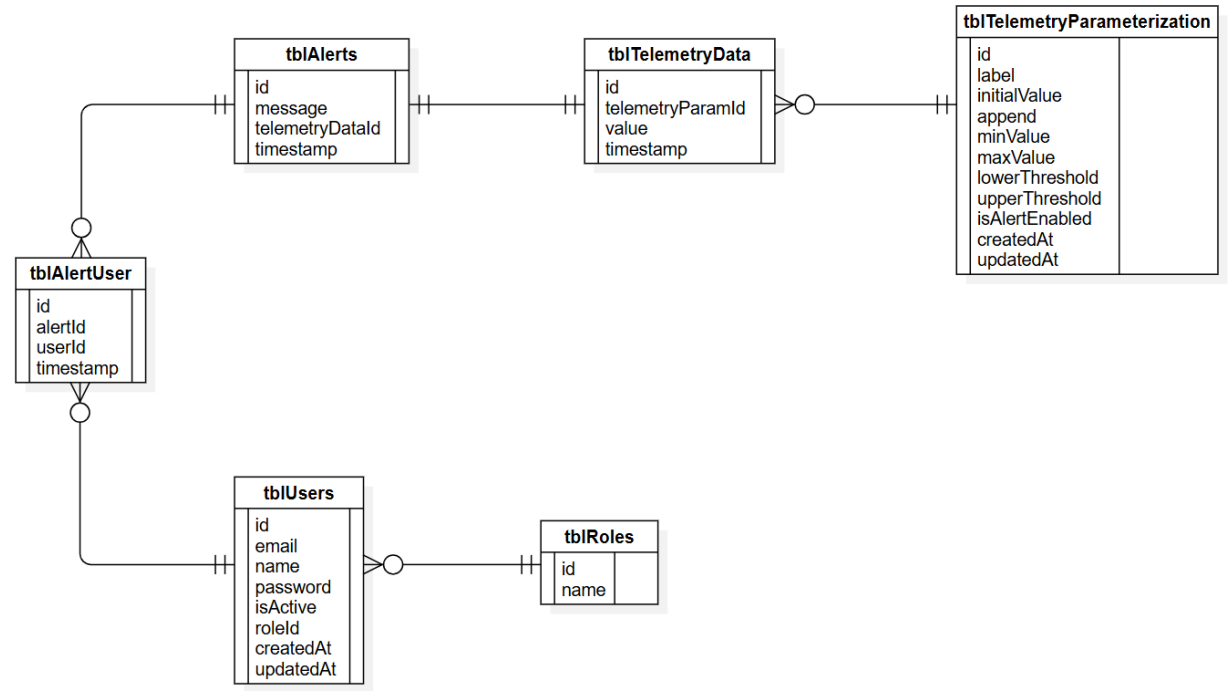
Nota: Elaboración propia

4.3 Diseño del modelo de datos / Persistencia

El diagrama entidad relación presenta la configuración de la base de datos, detallando las entidades fundamentales, sus características y las conexiones entre estas. En este proyecto, el diagrama ER muestra la disposición de los datos telemétricos, los usuarios, los parámetros de telemetría y las alertas en tablas relacionales, facilitando la visualización de la estructura lógica del almacenamiento de datos. Este diagrama es importante para asegurar la fiabilidad de los datos y perfeccionar las consultas en la base de información.

Figura 33

Modelo entidad relación del sistema Eco-Techo



Nota: Elaboración propia

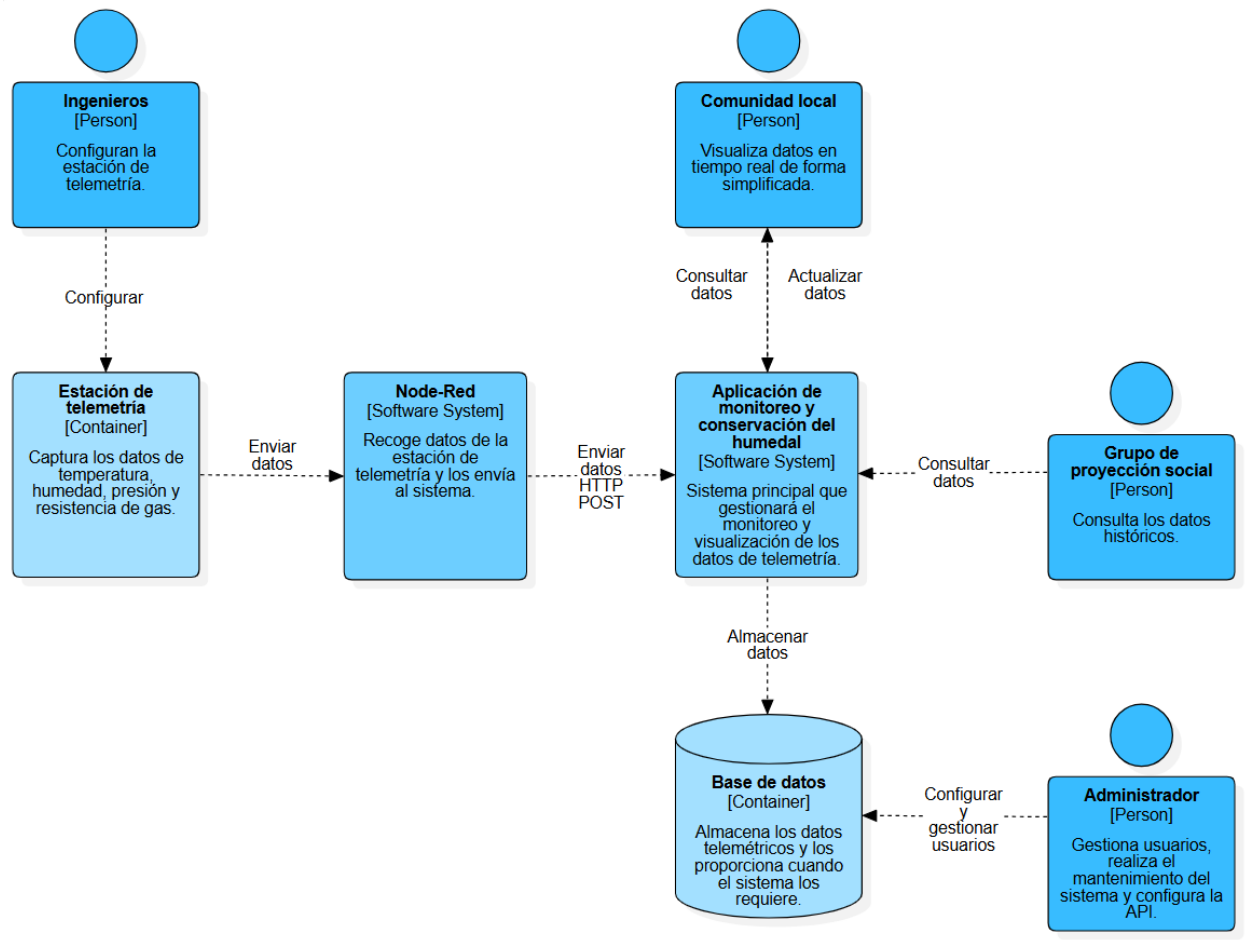
4.4 Diseño de la Arquitectura de software

4.4.1 Diagrama de contexto.

El diagrama de contexto proporciona una mirada global del sistema y sus relaciones con los elementos y sistemas externos. En el proyecto Eco-Techo, el diagrama de contexto aclara la manera en que el sistema central (que cubre el backend en NestJS y el frontend en Angular) se enlaza con los usuarios (tales como ingenieros, comunidad y grupo de proyección social), además de Node-Red y la base de datos PostgreSQL. Este diagrama facilita la comprensión de las principales entradas y salidas del sistema, destacando la conexión del sistema con su ambiente.

Figura 34

Diagrama de contexto del sistema Eco-Techo



Nota: Elaboración propia

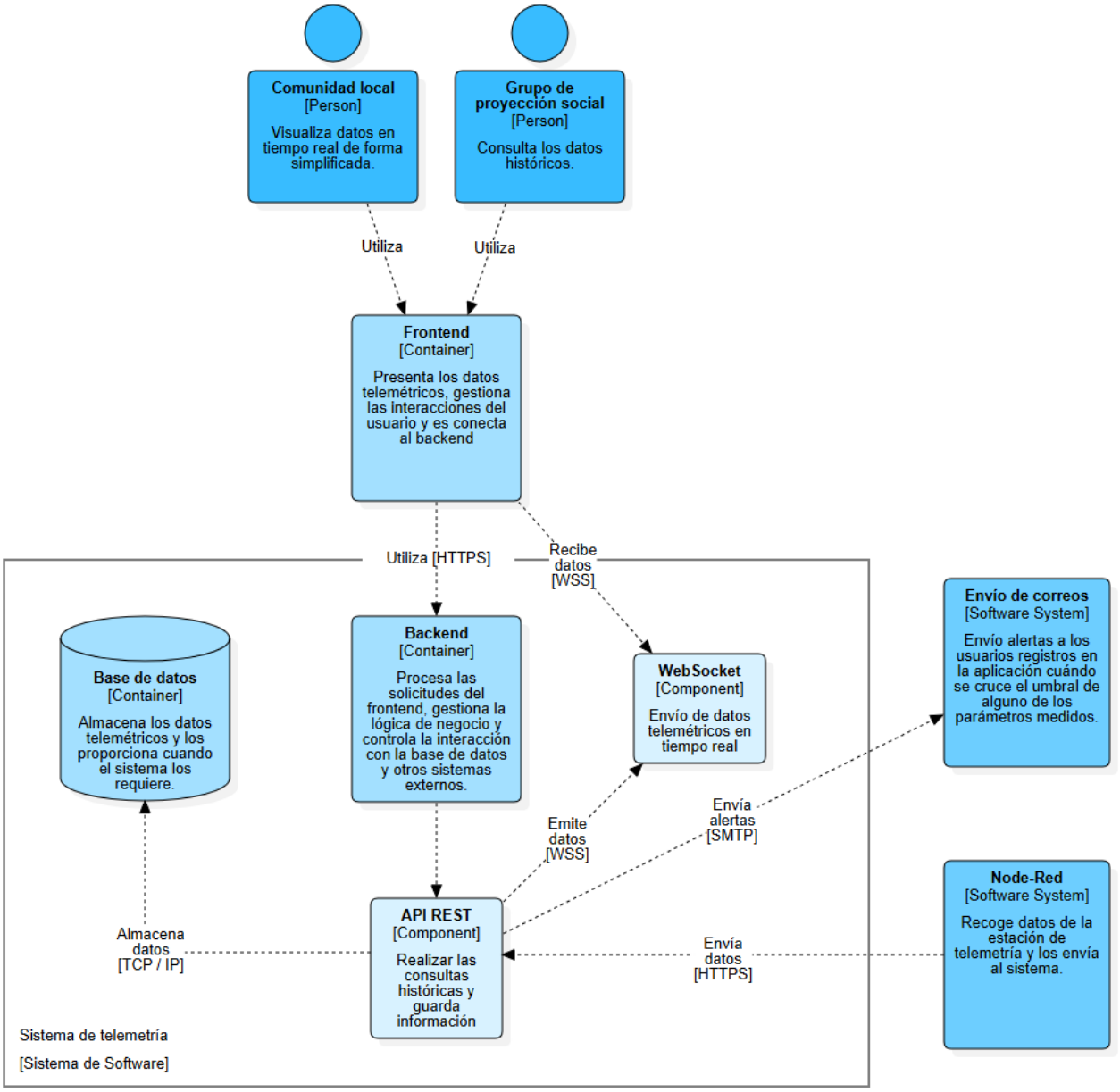
4.4.2 Diagrama de contenedor.

El diagrama de contenedor esclarece los diferentes contenedores de software del sistema, especificando la forma en que se organizan e interactúan entre sí. En el proyecto Eco-Techo, el diagrama de contenedor muestra la relación entre el frontend (Angular), el backend (NestJS), la base de datos (PostgreSQL) y Node-Red, visualizando la manera en que se mueven los datos y las peticiones entre estos módulos. Este diagrama es necesario para entender la estructura de la

aplicación y visualizar las relaciones lógicas entre los elementos, lo que simplifica su implementación.

Figura 35

Diagrama de contenedor del sistema Eco-Techo



Nota: Elaboración propia

5 Implementación

5.1 Herramientas utilizadas en el desarrollo del proyecto

NestJS

Versión: 10.0.0

Descripción: "Nest.js es uno de los frameworks de Node.js de más rápido crecimiento para construir aplicaciones backend eficientes, escalables y de nivel empresarial utilizando Node.js. Es conocido por producir aplicaciones altamente comprobables, mantenibles y escalables utilizando el moderno JavaScript y TypeScript." (Kinsta, 2022)

Utilidad: Se utilizó para desarrollar la API del sistema, gestionar las solicitudes HTTP, procesar los datos telemétricos enviados desde Node-Red y emitir datos en tiempo real mediante WebSocket.

Angular

Versión: 18

Descripción: "Angular es un Framework de JavaScript de código abierto escrito en TypeScript. Su objetivo principal es desarrollar aplicaciones de una sola página. Google se encarga del mantenimiento y constantes actualizaciones de mejoras para este framework." (Gonçalves, 2021)

Utilidad: Se utilizó para desarrollar el dashboard del sistema, donde los usuarios pueden visualizar los datos telemétricos en tiempo real y consultar los datos históricos.

Sequelize

Versión: 6.37.3

Descripción: “Sequelize es un ORM que permite a los usuarios llamar a funciones javascript para interactuar con SQL DB sin escribir consultas reales. Es bastante útil para acelerar el tiempo de desarrollo.” (Moreno, 2018)

Utilidad: Se utilizó para interactuar con la base de datos PostgreSQL, permitiendo la creación, consulta, actualización y eliminación de los datos telemétricos y de usuarios en el sistema.

PostgreSQL

Versión: 13

Descripción: Como lo dice el blog Kinsta: “PostgreSQL es un sistema de bases de datos de código abierto, altamente estable, que proporciona soporte a diferentes funciones de SQL, como claves foráneas, subconsultas, disparadores y diferentes tipos y funciones definidas por el usuario.” (Kinsta, 2022)

Utilidad: Se utilizó para almacenar los datos de la telemetría, las configuraciones de los parámetros y la información de los usuarios y alertas.

Node-Red

Descripción: “Node-RED es una herramienta de programación visual que se implementa en dispositivos controladores de hardware. Trabaja mostrando de manera visual las relaciones y funciones de manera que se pueda programar sin escribir.” (Sinelec, 2021)

Utilidad: Se utilizó para recoger los datos de la estación de telemetría y enviarlos al backend mediante solicitudes HTTP POST.

HTML5

Versión: 5

Descripción: “El Lenguaje de Marcado de Hipertexto (HTML) es el código que se utiliza para estructurar y desplegar una página web y sus contenidos. Por ejemplo, sus contenidos podrían ser párrafos, una lista con viñetas, o imágenes y tablas de datos.” (MDN Web Docs, 2024)

Utilidad: Se utilizó en el desarrollo del frontend para estructurar el contenido de las vistas del dashboard.

CSS3

Versión: 3

Descripción: “CSS son las siglas en inglés para «hojas de estilo en cascada» (Cascading Style Sheets). Básicamente, es un lenguaje que maneja el diseño y presentación de las páginas web, es decir, cómo lucen cuando un usuario las visita.” (Santos, 2023)

Utilidad: Se empleó para mejorar la presentación de los gráficos y el layout del dashboard.

TypeScript

Versión: 5.4.5

Descripción: “TypeScript es un superconjunto de JavaScript que añade tipado estático opcional y funciones avanzadas a JavaScript. Ha sido desarrollado por Microsoft y se publicó por primera vez en octubre de 2012.” (Kinsta, 2023)

Utilidad: Se utilizó en el desarrollo de la lógica del frontend (Angular) y el backend (NestJS), permitiendo un código más robusto y fácil de mantener.

Ngx-gauge

Versión: 10.0.0

Descripción: "Un componente Gauge altamente personalizable para aplicaciones Angular y cuadros de mando. Proporciona muchas opciones configurables para personalizar de acuerdo a sus necesidades." (Github, 2024)

Utilidad: Se utilizó en el dashboard para visualizar los datos telemétricos en tiempo real mediante gráficos que representan la variación de las variables monitoreadas.

WebSocket (Protocolo)

Descripción: El protocolo WebSocket se define de la siguiente manera:

> WebSocket es un protocolo de red basado en TCP que establece cómo deben intercambiarse datos entre redes [...] El protocolo TCP establece conexiones entre dos puntos finales de comunicación, llamados sockets. De esta manera, el intercambio de datos puede producirse en las dos direcciones. (IONOS, 2020)

Utilidad: Se utilizó para emitir los datos telemétricos en tiempo real desde el backend hacia el frontend, manteniendo una conexión continua.

Visual Studio Code

Versión: 1.94.2

Descripción: Es un editor de código que se define de la siguiente manera:

Visual Studio Code (VS Code) es un editor de código fuente desarrollado por Microsoft, diseñado para ser ligero, rápido y altamente personalizable. A diferencia de otros editores de código, como los IDE completos (Entornos de Desarrollo Integrados), VS Code se enfoca en ofrecer una experiencia ágil para la escritura y edición de código, sin sacrificar características avanzadas. (Cuadrado, 2022)

Utilidad: Se utilizó como la principal herramienta de desarrollo para escribir y depurar el código tanto del frontend como del backend.

Git

Versión: 2.37.3.windows.1

Descripción: Git es una herramienta para administrar repositorios de código, definida por Microsoft de la siguiente manera:

Git es un sistema de control de versiones distribuido, lo que significa que un clon local del proyecto es un repositorio de control de versiones completo. Estos repositorios locales plenamente funcionales permiten trabajar sin conexión o de forma remota con facilidad. (Microsoft, 2023)

Utilidad: Se utilizó para gestionar el código del proyecto, permitiendo el seguimiento de los cambios y la colaboración entre los desarrolladores.

Docker

Versión: 27.2.0

Descripción: “Docker es una plataforma de código abierto que permite a los desarrolladores crear, implementar, ejecutar, actualizar y gestionar aplicaciones en contenedores.” (Susnjara & Smalley, 2024)

Utilidad: Se utilizó para contenerizar el backend y la base de datos PostgreSQL, facilitando el despliegue del sistema en diferentes entornos.

StarUML

Versión: 6.2.2

Descripción: Se define de la siguiente manera:

StarUML es una herramienta para el modelamiento de software basado en los estándares UML (Unified Modeling Language) y MDA (Model Driven Arquitecture), que en un principio era un producto comercial y que hace cerca de un año paso de ser un proyecto comercial (anteriormente llamado plastic) a uno de licencia abierta GNU/GPL. (BrainLabs, 2011)

Utilidad: Se utilizó para diseñar los diagramas de clases, componentes y actividades del sistema, facilitando la planificación y documentación de la arquitectura del proyecto.

Nodemailer

Versión: 6.9.15

Descripción: “Nodemailer es una librería de Node.js que le permite a los desarrolladores enviar correos electrónicos desde sus aplicaciones web de manera sencilla y eficiente.” (Casero, 2024)

Utilidad: Se utilizó para enviar correos cuándo alguna de las variables monitorizadas cruce el umbral mínimo o máximo definido.

PrimeNG

Versión: 15.0.1

Descripción: Se define de la siguiente manera:

PrimeNG es una biblioteca de componentes de interfaz de usuario de código abierto para Angular. Ofrece una amplia variedad de componentes como tablas, menús, botones, calendarios, entre otros, que ayudan a los desarrolladores a crear aplicaciones web atractivas y fáciles de usar. (Guerra, 2023)

Utilidad: Se utilizó para implementar componentes visuales avanzados como gráficos, tablas y formularios en el dashboard.

PrimeFlex

Versión: 3.3.0

Descripción: "PrimeFlex es una biblioteca de utilidades CSS ligera y con capacidad de respuesta para acompañar a las bibliotecas de interfaz de usuario Prime y también a las páginas web estáticas." (PrimeFlex, 2023)

Utilidad: Se utilizó para diseñar la estructura de los componentes en el frontend.

Jest

Versión: 29.5.0

Descripción: "Jest es un framework flexible y sencillo de utilizar. Además de sus funciones básicas de comprobación de JavaScript, ofrece configuraciones y complementos para admitir la comprobación de aplicaciones basadas en Babel, webpack, Vite, Parcel o TypeScript." (Ramos, 2023)

Utilidad: Se utilizó en el backend para realizar pruebas unitarias y de integración en el código de la API desarrollada con NestJS, asegurando la funcionalidad correcta de los módulos y servicios.

Karma

Versión: 6.4.0

Descripción: Se define de la siguiente manera:

Conceptos como TDD o BDD se están haciendo hueco dentro de las metodologías de desarrollo [...] Una de estos tipos de soluciones es Karma.js. Karma se encarga de ejecutar los test de Javascript según se vayan construyendo, de tal forma que ante cualquier fallo el desarrollador se dará cuenta de inmediato. (Álvarez, 2015)

Utilidad: Se utilizó para realizar pruebas unitarias del frontend desarrollado en Angular.

5.2 Requisitos del hardware

5.2.1 Requisitos del usuario final para visualizar la aplicación.

Los usuarios que quieran visualizar la aplicación de monitoreo a través del Dashboard deben contar con los siguientes requisitos mínimos:

Navegador web moderno: La aplicación es compatible con los navegadores más recientes, que soporten las tecnologías modernas de JavaScript, HTML5 y CSS3. Se recomienda:

- Google Chrome

- Mozilla Firefox
- Microsoft Edge
- Safari

Dispositivos compatibles:

- **Computador de escritorio o portátil:** Con un procesador de al menos 1 GHz, 4 GB de RAM, y una conexión a internet estable.
- **Dispositivo móvil:** La aplicación es responsiva y puede ser visualizada en smartphones y tablets.

Conexión a internet: Se recomienda una conexión de banda ancha para visualizar los datos en tiempo real, ya que la aplicación utiliza WebSocket para actualizaciones instantáneas.

5.2.2 Requisitos para el servidor del backend (NestJS).

El backend desarrollado con NestJS necesita capacidad para manejar las peticiones HTTP, WebSocket y de la base de datos. Se recomienda un servidor con las siguientes características mínimas:

- **CPU:** 2 vCPUs
- **Memoria RAM:** 2 GB de RAM
- **Almacenamiento:** 50 GB de almacenamiento disponible
- **Conectividad:** Conexión a internet estable y rápida para manejar las solicitudes por el protocolo HTTP y WebSocket
- **Sistema operativo:** Linux (Ubuntu 20.04 o similar)
- **Node.js:** Versión 20.x o superior
- **Docker (opcional):** Si se desea contenerizar la aplicación se debe instalar Docker

5.2.3 Requisitos para el servidor de la base de datos (PostgreSQL).

La base de datos PostgreSQL necesita capacidad para almacenar los datos telemétricos en tiempo real y permitir consultas rápidas de datos históricos.

- **CPU:** 2 vCPUs
- **Memoria RAM:** 2 GB de RAM
- **Almacenamiento:** 50 GB de almacenamiento disponible
- **Conectividad:** Conexión a internet estable y rápida
- **Sistema operativo:** Linux (Ubuntu 20.04 o similar)
- **PostgreSQL:** Versión 13 o superior

5.2.4 Requisitos para el servidor del frontend (Angular).

El dashboard en Angular se puede desplegar en un servidor web o servicio de hosting estático. Las recomendaciones mínimas son las siguientes:

- **CPU:** 1 vCPUs
- **Memoria RAM:** 2 GB de RAM
- **Almacenamiento:** 10 GB de almacenamiento disponible
- **Conectividad:** Ancho de banda suficiente para manejar las solicitudes de los usuarios

5.2.5 Requisitos para desarrollo local.

Para el entorno de desarrollo local, se recomienda utilizar una máquina con las siguientes características mínimas:

- **CPU:** 4 núcleos físicos
- **Memoria RAM:** 8 GB de RAM
- **Almacenamiento:** 250 GB de almacenamiento disponible
- **Sistema operativo:** Windows 10 o superior

- **Software requerido:**
    - Node.js (versión 20.x o superior)
    - PostgreSQL (versión 13 o superior)
    - Docker (27.x o superior)
    - Visual Studio Code (1.94.x o superior)

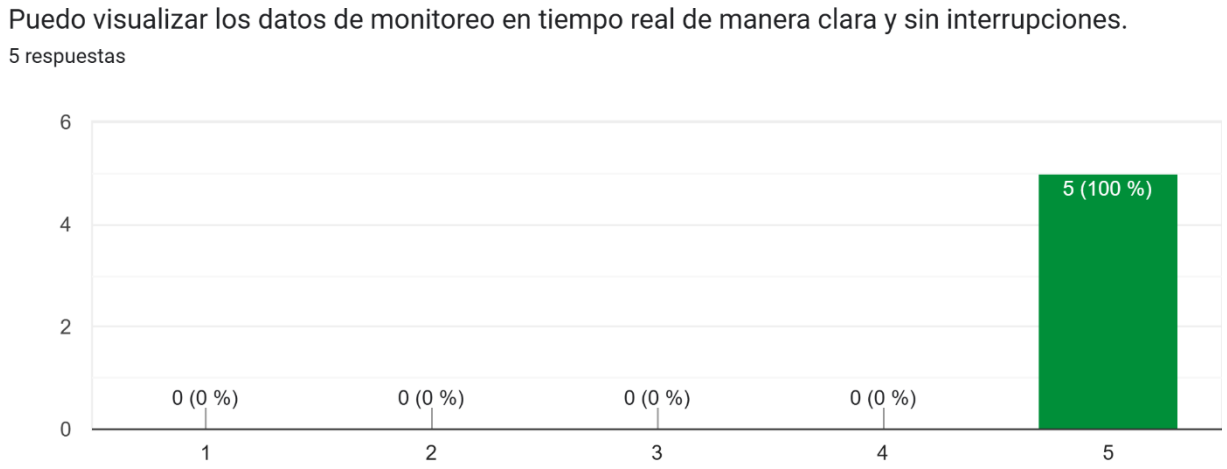
6 Pruebas del software

6.1 Inspección de software

6.1.1 Validación de requisitos funcionales.

Figura 36

Resultados formulario validación de requisitos funcionales

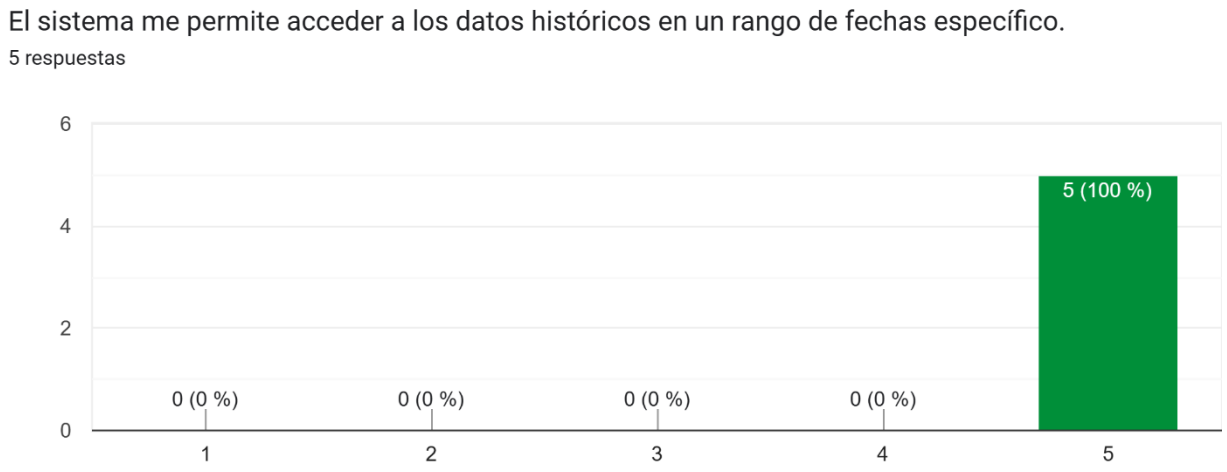


Nota: Elaboración propia

Cada uno de los usuarios opina que la visualización de los datos se realiza de manera clara y no presenta interrupciones.

Figura 37

Resultados formulario validación de requisitos funcionales

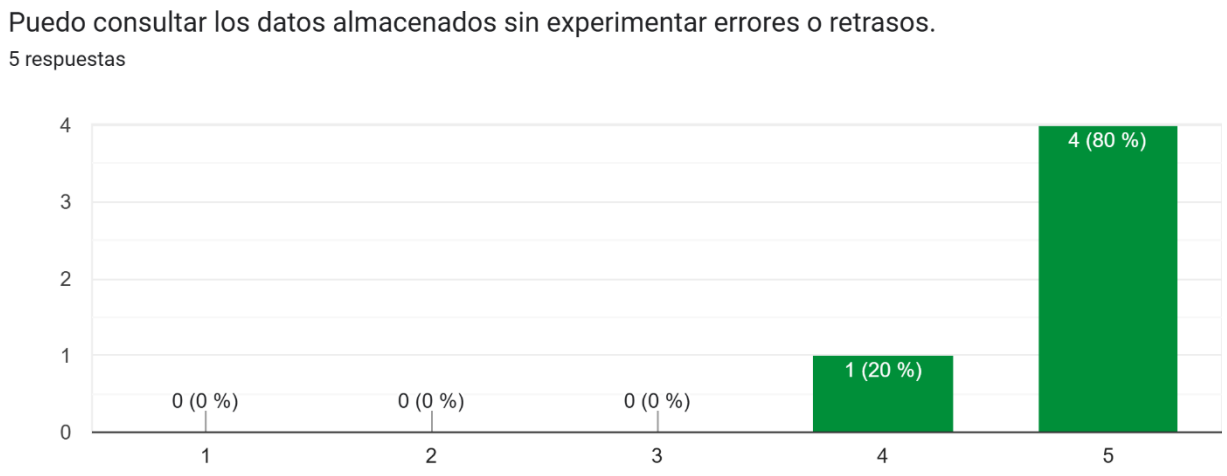


Nota: Elaboración propia

Cada uno de los usuarios opina que en el sistema Eco-Techo, es posible visualizar el histórico de los datos utilizando los filtros adicionados.

Figura 38

Resultados formulario validación de requisitos funcionales

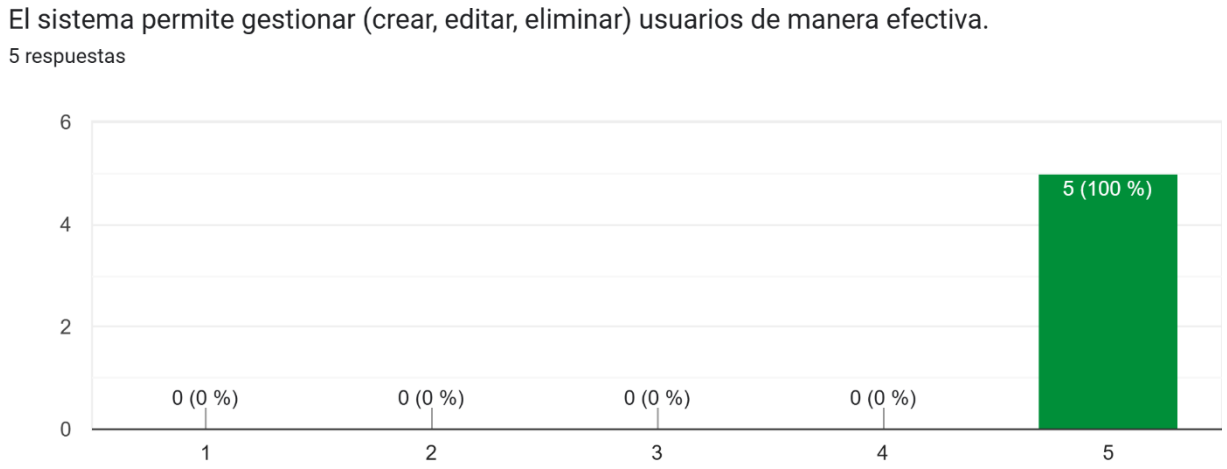


Nota: Elaboración propia

El 80% de los usuarios considera que las consultas que se realizan de los datos en el sistema no presentan errores o retrasos grandes en las respuestas del servidor.

Figura 39

Resultados formulario validación de requisitos funcionales

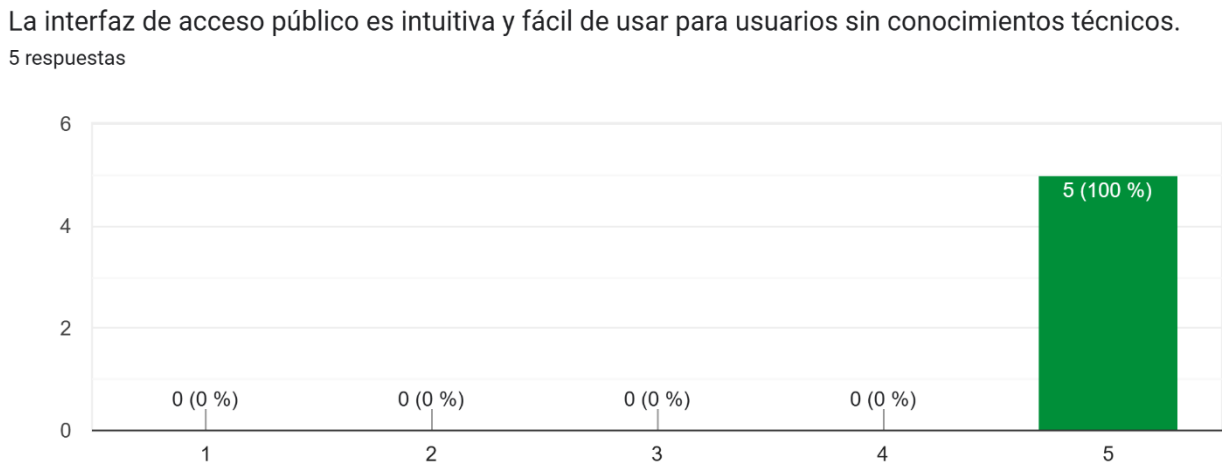


Nota: Elaboración propia

Los usuarios que utilizaron la aplicación consideran que el sistema está preparado para gestionar usuarios de manera efectiva.

Figura 40

Resultados formulario validación de requisitos funcionales

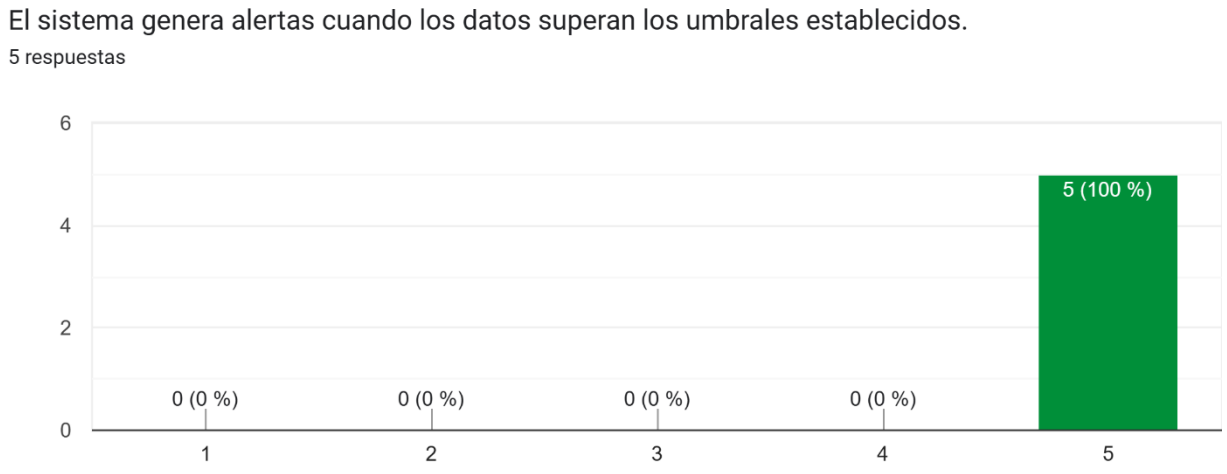


Nota: Elaboración propia

La interfaz de usuario a la que los sin conocimiento técnico accederán es intuitiva y fácil de manejar.

Figura 41

Resultados formulario validación de requisitos funcionales



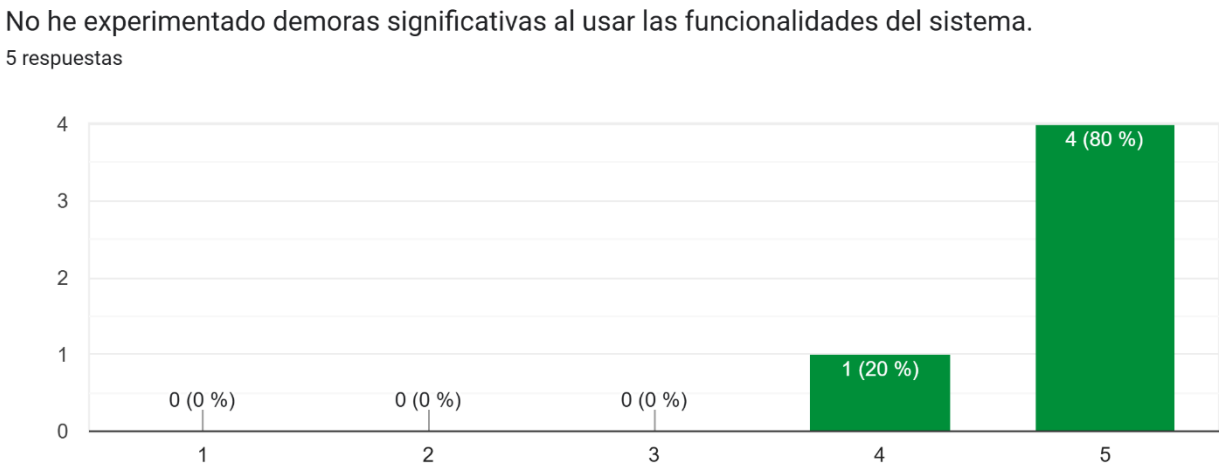
Nota: Elaboración propia

Los usuarios han confirmado que la generación de alertas se da de manera correcta, evidenciando que en los correos ingresados llegan alertas cuándo los datos emitidos por la estación de telemetría se salen de los umbrales definidos.

6.1.2 Validación de requisitos no funcionales.

Figura 42

Resultados formulario validación de requisitos no funcionales

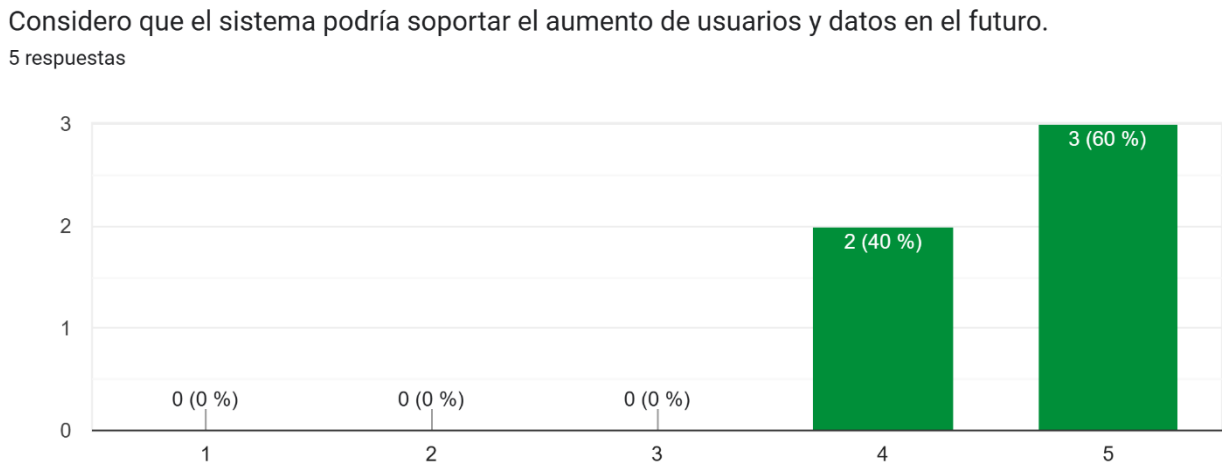


Nota: Elaboración propia

El 80% de usuarios que utilizaron Eco-Techo no experimentaron demoras que perjudicaran su experiencia de usuario en el sistema.

Figura 43

Resultados formulario validación de requisitos no funcionales

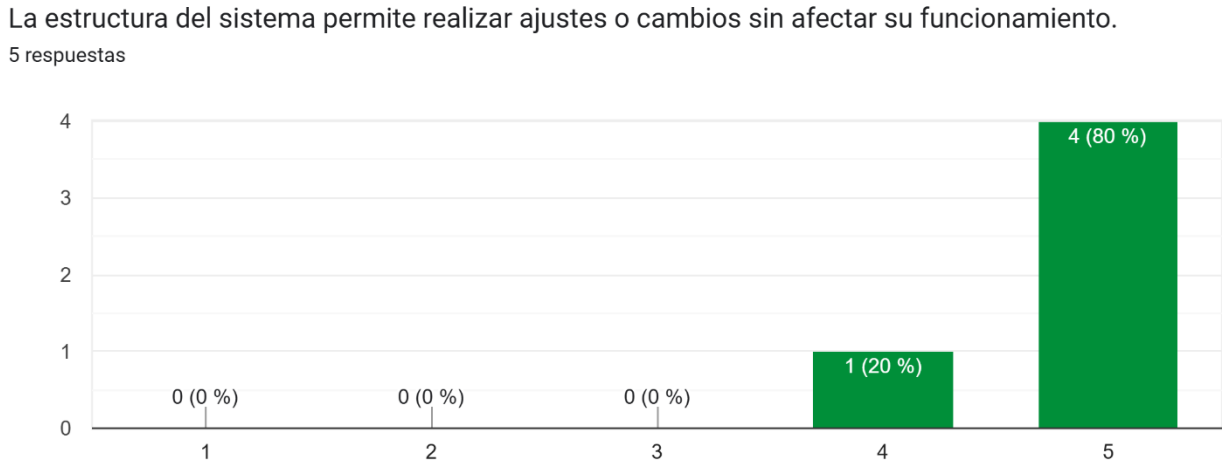


Nota: Elaboración propia

El 60% de los usuarios opinan que Eco-Techo podría estar en la capacidad para soportar el aumento de usuarios a futuro, sin que presenten errores de latencia en el uso. El 40% restante considera que es posible que se tengan que realizar adecuaciones para que el sistema sea más escalable.

Figura 44

Resultados formulario validación de requisitos no funcionales

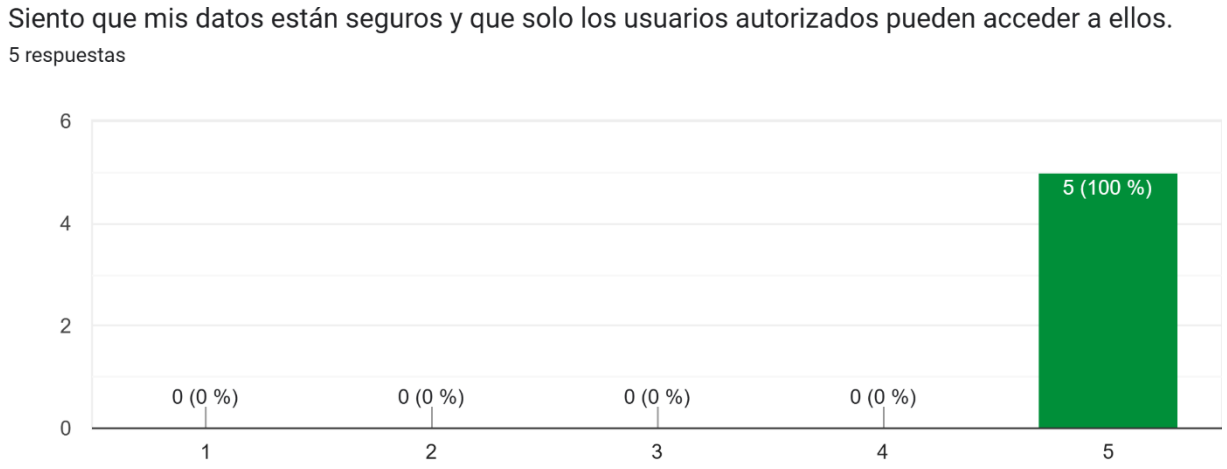


Nota: Elaboración propia

El 80% de los usuarios nota que la forma en la que está estructurado Eco-Techo permitirá realizar ajustes sin tener que afectar el funcionamiento del sistema.

Figura 45

Resultados formulario validación de requisitos no funcionales

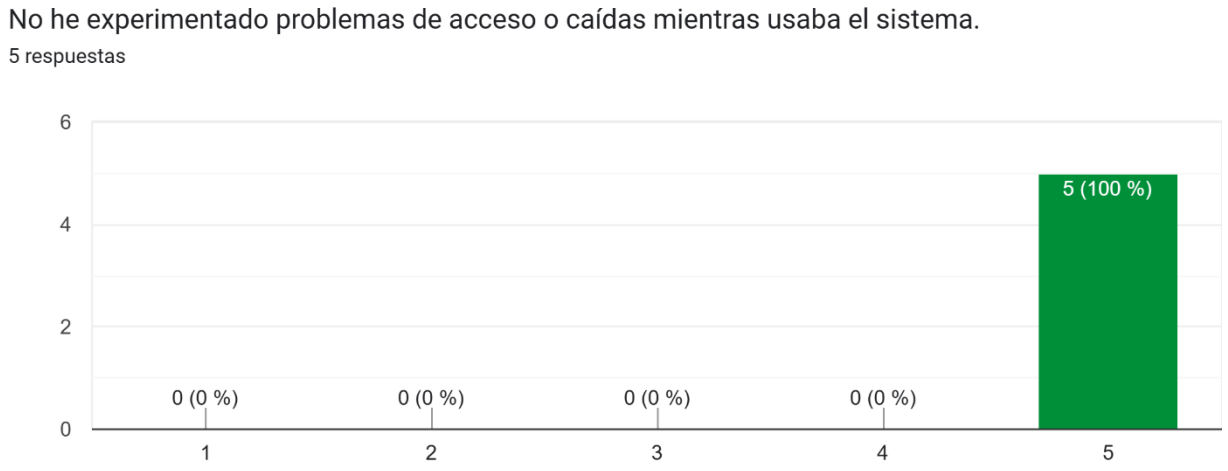


Nota: Elaboración propia

Los usuarios han evidenciado que los datos sensibles que se almacenan en Eco-Techo, se guardan de una manera segura, utilizando funciones de hash en las contraseñas para encriptar las mismas.

Figura 46

Resultados formulario validación de requisitos no funcionales

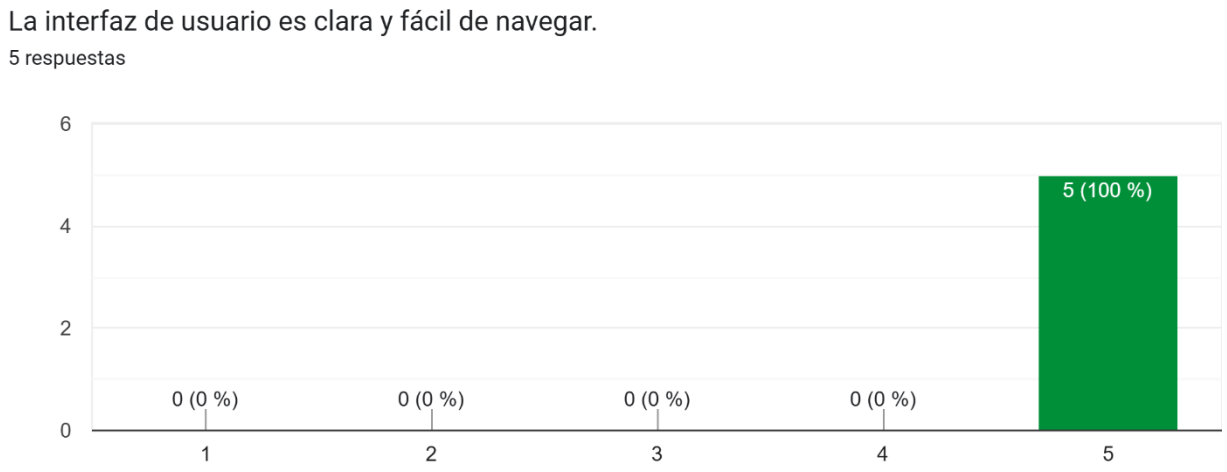


Nota: Elaboración propia

Ningún usuario ha experimentado problemas de acceso al sistema cuándo se encontraba probándolo.

Figura 47

Resultados formulario validación de requisitos no funcionales

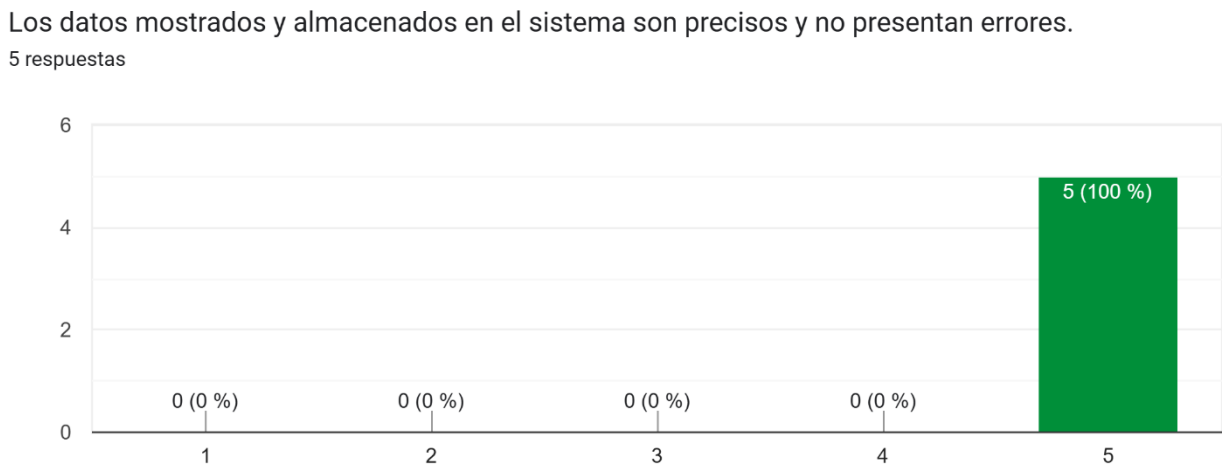


Nota: Elaboración propia

Los usuarios consideran que la interfaz de usuario es entendible, intuitiva y fácil de navegar, a su vez, la aplicación es responsiva para poder visualizarla tanto en dispositivos móviles como en computadoras.

Figura 48

Resultados formulario validación de requisitos no funcionales



Nota: Elaboración propia

El 100% de los usuarios ha manifestado que los datos mostrados mediante los gráficos de Eco-Techo son precisos y se pueden visualizar correctamente en tiempo real.

6.2 Pruebas de Usabilidad – Resultados

Figura 49

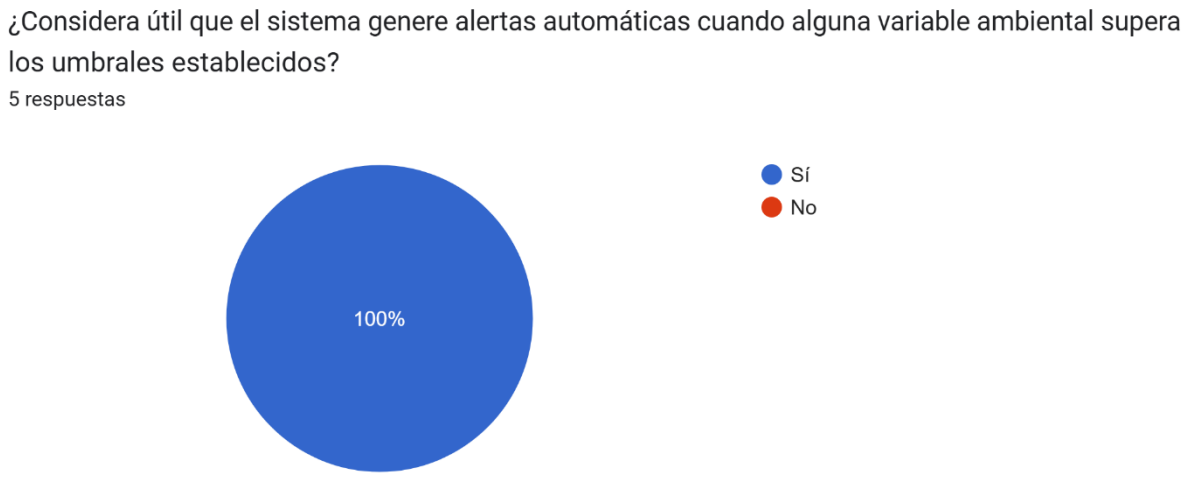
Resultados formulario pruebas de usabilidad

Nota: Elaboración propia

Los usuarios que han utilizado Eco-Techo han dicho que el sistema tiene una interfaz amigable para facilitar la monitorización del Humedal de Techo y, de esta manera, contribuir a la conservación ambiental del mismo.

Figura 50

Resultados formulario pruebas de usabilidad



Nota: Elaboración propia

Los usuarios consideran práctica la función que tiene implementada el sistema Eco-Techo para generar alertas cuándo alguna de las variables supera los umbrales establecidos.

Figura 51

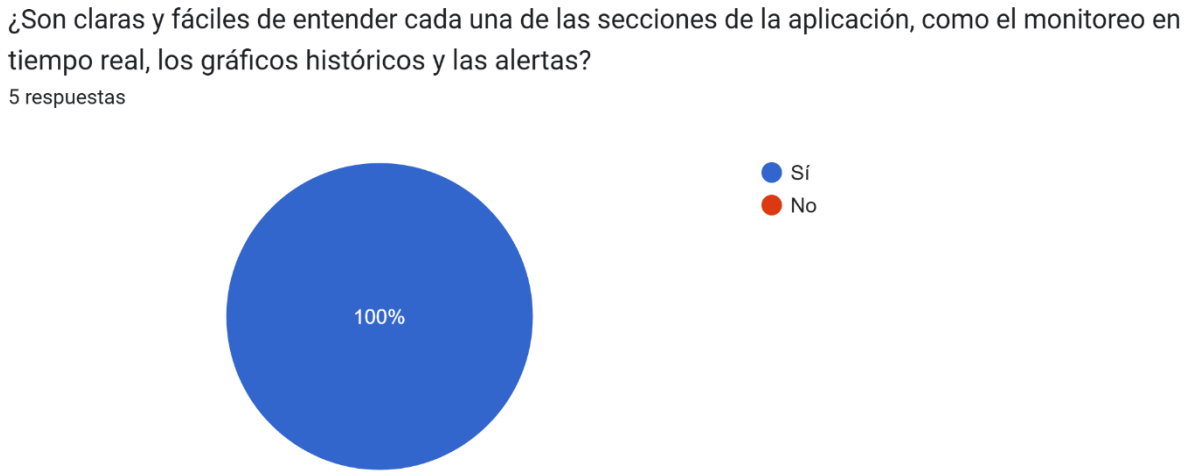
Resultados formulario pruebas de usabilidad

Nota: Elaboración propia

El sistema Eco-Techo tiene la función de guardar los datos que genera la estación de telemetría a lo largo del tiempo, los usuarios han confirmado que esta función es de utilidad para analizar los cambios presentados a lo largo del tiempo.

Figura 52

Resultados formulario pruebas de usabilidad

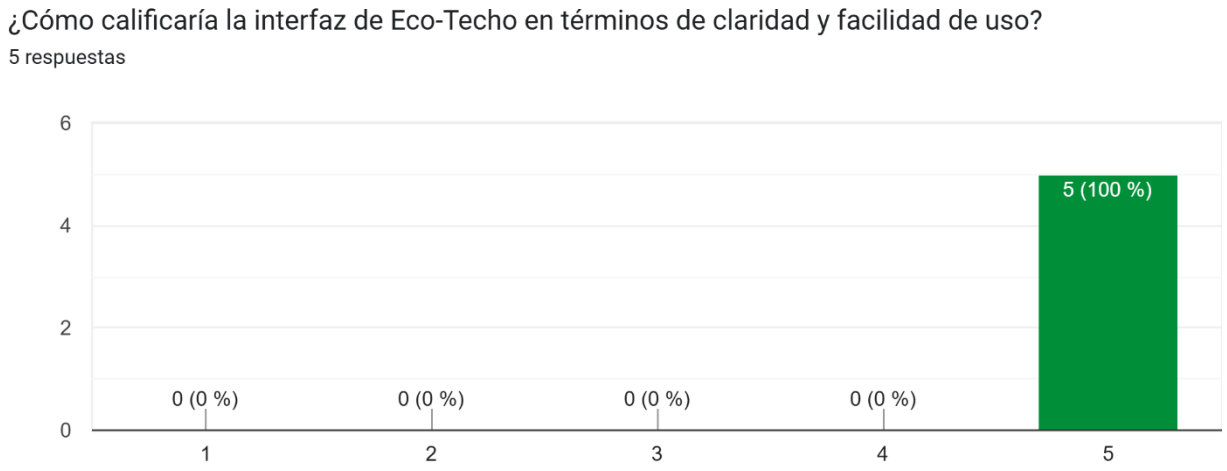


Nota: Elaboración propia

El 100% de los usuarios asegura que Eco-Techo es un sistema fácil de entender y de utilizar.

Figura 53

Resultados formulario pruebas de usabilidad

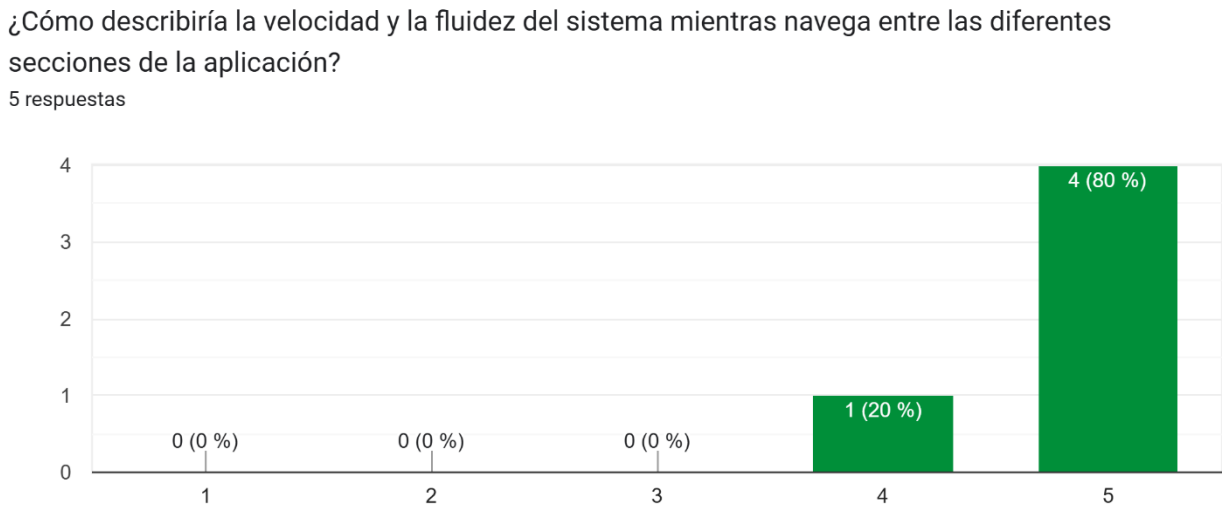


Nota: Elaboración propia

Cada usuario ha votado de manera positiva la interfaz de Eco-Techo, comentando que es un sistema óptimo para la conservación del humedal y cumple con los objetivos propuestos.

Figura 54

Resultados formulario pruebas de usabilidad

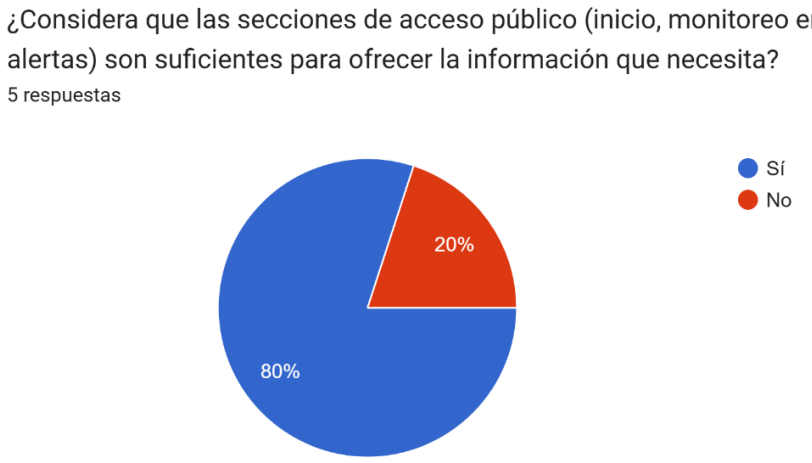


Nota: Elaboración propia

El 80% de los usuarios ha calificado el sistema Eco-Techo como un sistema ágil y fluido al desplazarse por cada sección. El 20% de los usuarios ha experimentado algunos retrasos al moverse por algunas secciones de la aplicación.

Figura 55

Resultados formulario pruebas de usabilidad

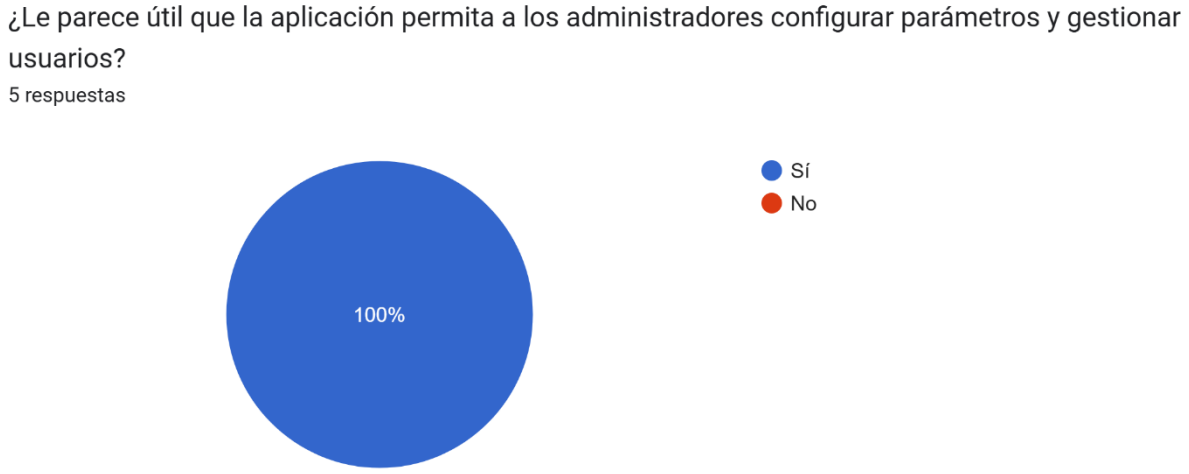


Nota: Elaboración propia

La mayoría de usuarios considera que las funciones implementadas para el público en general son suficientes para ofrecer el detalle sobre cómo se encuentra el humedal.

Figura 56

Resultados formulario pruebas de usabilidad

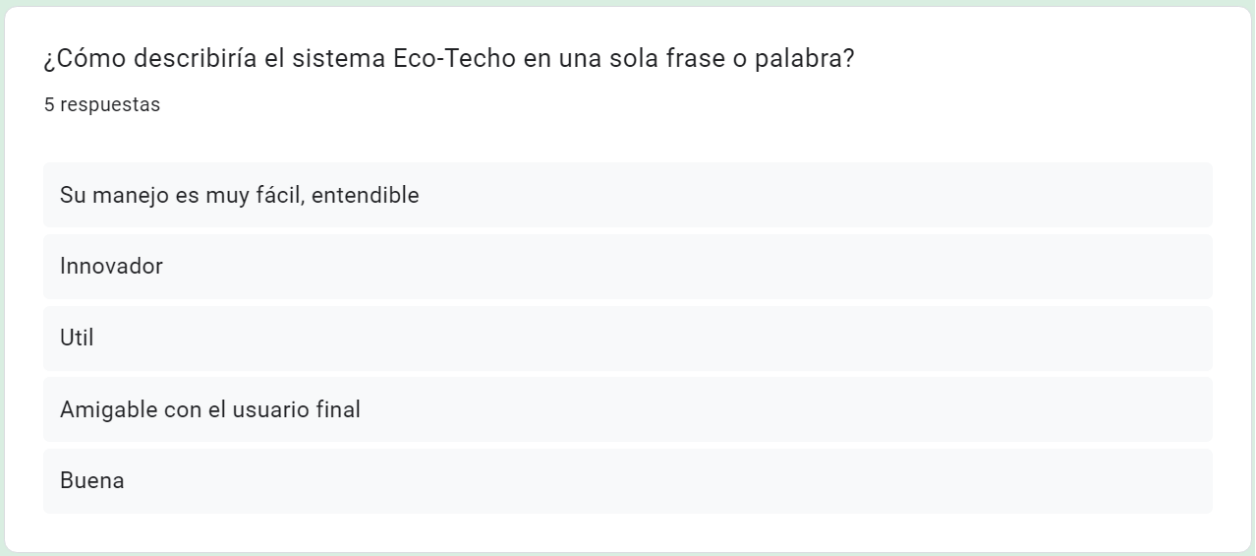


Nota: Elaboración propia

Todos los usuarios han votado positivamente por las funcionalidades adicionales que ofrece Eco-Techo a los administradores, como poder crear nuevos usuarios o configurar los valores asociados a las variables medidas en el sistema Eco-Techo.

Figura 57

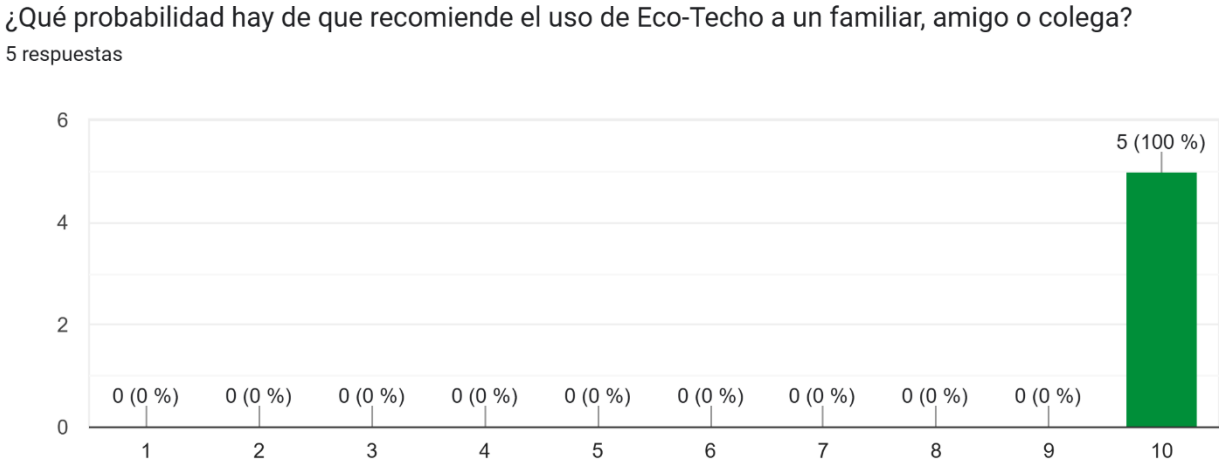
Resultados formulario pruebas de usabilidad



Nota: Elaboración propia

Figura 58

Resultados formulario pruebas de usabilidad

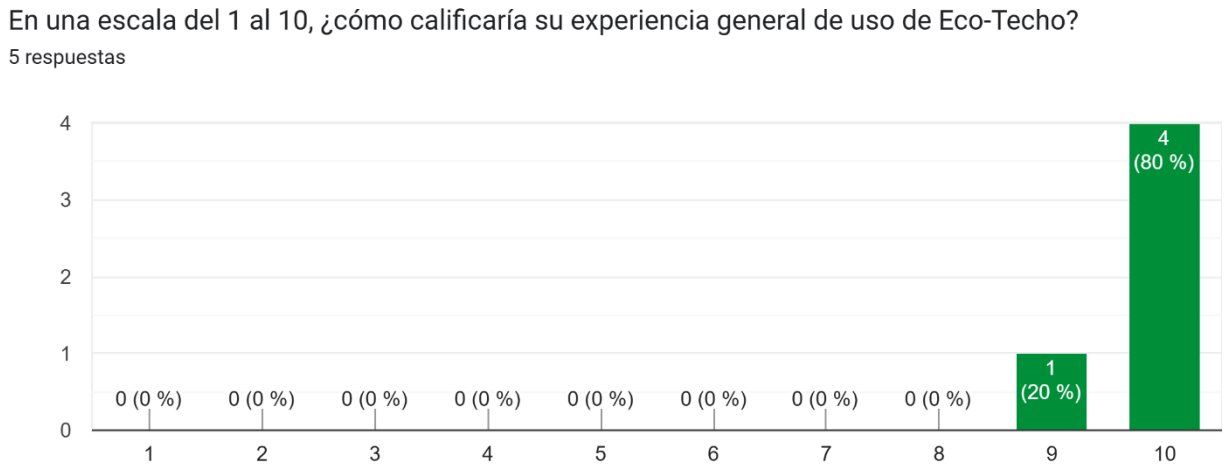


Nota: Elaboración propia

Todos los usuarios han votado asertivamente con respecto a que otras personas podrían utilizar el sistema Eco-Techo y de esta manera obtener retroalimentación sobre cómo se encuentra el humedal.

Figura 59

Resultados formulario pruebas de usabilidad

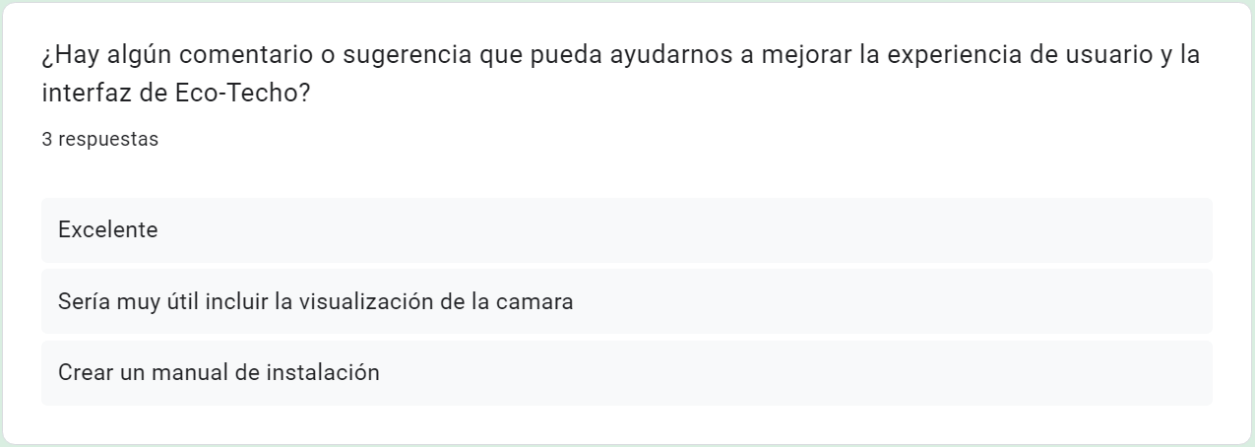


Nota: Elaboración propia

El 80% de los usuarios ha tenido una experiencia muy satisfactoria al utilizar el sistema Eco-Techo.

Figura 60

Resultados formulario pruebas de usabilidad



Nota: Elaboración propia

6.3 Modificaciones realizadas

1. Adición de pantalla para crear usuarios

Por solicitud de los usuarios, se ha añadido una pantalla para poder realizar la creación de nuevos usuarios definiéndoles uno de los dos roles disponibles en el sistema. Los usuarios con el rol de Alerta solo recibirán alertas al correo electrónico cuando los datos de telemetría superen los umbrales. Los usuarios con el rol de Administrador podrán realizar funciones adicionales de configuración sobre el sistema.

2. Mejorar contenido audiovisual del menú de Inicio

Se ha añadido un video de presentación en el menú de "Inicio" para dar un contexto sobre el proyecto a los usuarios que ingresen a la aplicación Eco-Techo. Además, se ha mejorado la galería de fotos para incluir fotos reales del proyecto.

3. Adición de pantalla para visualizar las alertas generadas en el sistema

Se ha añadido una nueva pantalla en la aplicación para visualizar las alertas generadas en un rango de tiempo seleccionado mediante filtros de fechas.

4. Generación de reporte que contenga las alertas

En conjunto con la pantalla añadida para la visualización de reportes, se ha añadido un botón para exportar la información a un reporte de tipo Excel, permitiendo así realizar los análisis pertinentes sobre las alertas seleccionadas.

5. Campo en los diagramas de gauge para ver el estado de las variables medidas

Se ha añadido en los diagramas de gauge un campo para ver el estado de los datos que van llegando de la estación de telemetría. Este campo cambia de color dependiendo de si los datos que llegan de la estación están o no dentro de los umbrales definidos. Si los datos se

encuentran dentro de los umbrales, el campo aparecerá en verde; de otro modo, el campo aparecerá en color rojo.

6. Añadir objetivos en el menú de Inicio

Se han añadido en el menú de “Inicio” el objetivo general y los objetivos específicos del sistema Eco-Techo para dar mayor contexto a la comunidad sobre la importancia de este sistema.

7. Configurar el envío de alertas a cada una de las variables medidas

En la pantalla de parametrización, se ha añadido un nuevo campo para definir si cada una de las variables medidas (temperatura, humedad, presión y resistencia al gas) podrá o no enviar alertas cuando los valores que lleguen de la estación de telemetría se encuentren fuera de los umbrales definidos.

8. Fecha de actualización de los parámetros

En la base de datos, se ha añadido un campo para llevar el registro de la última vez que se realizó una actualización sobre los parámetros.

Conclusiones y recomendaciones

La implementación del sistema Eco-Techo ha permitido crear una herramienta capaz de ofrecer el monitoreo y ayudar en la conservación del Humedal de Techo. Con cada una de las funcionales implementadas, los usuarios podrán observar los datos en tiempo real, acceder al histórico de los datos de las variables monitoreadas y recibir alertas automáticamente cuando se detecten condiciones críticas en el humedal. Cada una de estas características no solo facilitan la supervisión del humedal, también fomentan la participación de la comunidad y el interés de la misma para la preservación ambiental.

Conclusiones:

- **Cumplimiento de los requisitos funcionales:** En el sistema se han logrado implementar todas las funcionalidades dadas en los requisitos, como lo son el monitoreo en tiempo real, visualización de los datos históricos, generación de alertas, gestión de usuarios y la configuración de cada una de las variables. Cada una de las anteriores funcionalidades ha sido validada con pruebas de usuario.
- **Verificación de los requisitos no funcionales:** Las pruebas de rendimiento, seguridad y usabilidad han mostrado que Eco-Techo si cumple con los requisitos no funcionales necesarios para su correcto funcionamiento. La aplicación responde de manera rápida a las solicitudes de los usuarios y presenta una interfaz intuitiva, optimizada para el acceso desde diferentes dispositivos.
- **Impacto en la conservación ambiental:** Al agrupar y visualizar los datos del humedal, Eco-Techo facilita la toma de decisiones y da una respuesta rápida ante condiciones ambientales críticas. Esta aplicación es una herramienta importante para

ingenieros, el grupo de proyección social y la comunidad, aportando al esfuerzo de conservación del humedal.

Recomendaciones

A continuación, se agregan algunas recomendaciones que pueden mejorar el funcionamiento y el impacto de Eco-Techo a futuro:

- **Mejorar la escalabilidad del sistema:** Como el volumen de datos de monitoreo podría aumentar con el tiempo, es recomendable mejorar la arquitectura del sistema para permitir una mayor escalabilidad. Esto puede darse agregado la integración de servicios en la nube como AWS o GCP para almacenar y procesar grandes cantidades de datos.
- **Añadir nuevas variables de monitoreo:** A medida que las necesidades de monitoreo del humedal aumenten, será útil añadir nuevos parámetros de medición a la estación de telemetría. Esto crecerá la cobertura de la aplicación y aumentará su valor para el análisis ambiental.
- **Optimizar la experiencia de usuario basándose en la retroalimentación:** A partir de la retroalimentación de los usuarios, se sugiere realizar ajustes en la interfaz para hacerla aún más intuitiva. Podrían incluirse tutoriales iniciales para usuarios nuevos y mejoras en la navegación entre las diferentes secciones.
- **Ampliar el acceso al público y la divulgación:** Se recomienda desarrollar estrategias de divulgación para que más miembros de la comunidad conozcan y utilicen Eco-Techo, esto podría incluir actividades educativas sobre el uso de la aplicación y la importancia del humedal, con el fin de motivar la participación comunitaria.

En conclusión, Eco-Techo es una herramienta innovadora que utiliza tecnología reciente para la monitorización ambiental y el cuidado del Humedal de Techo. Las sugerencias añadidas, permitirán continuar con la mejora de su funcionalidad y ampliar su alcance, garantizando un efecto a largo plazo en la preservación de este ecosistema.

Bibliografía

Álvarez, C. (2015, Julio 21). *Genbeta*. Retrieved from Genbeta: https://www.genbeta.com/desarrollo/karma-js-el-concepto-de-test-runner

BrainLabs. (2011, Julio 1). *BrainLabs*. Retrieved from BrainLabs: https://www.brainlabs.com/novedad/staruml-una-herramienta-para-modelado/

Casero, A. (2024, Septiembre 30). *KeepCoding*. Retrieved from KeepCoding: https://keepcoding.io/blog/como-funciona-el-nodemailer-de-node-js/

Cuadrado, G. (2022, Julio 22). *OpenWebinars*. Retrieved from OpenWebinars: https://openwebinars.net/blog/que-es-visual-studio-code-y-que-ventajas-ofrece/

Don, W. (2013, Octubre 8). *Extreme Programming: A gentle introduction.* Retrieved from Extreme Programming: A gentle introduction.: http://www.extremeprogramming.org/

Fundación Humedales Bogotá. (s. f.). *Fundación Humedales Bogotá*. Retrieved from Fundación Humedales Bogotá: https://humedalesbogota.com/humedal-de-techo/

Github. (2024, Septiembre). *Repositorio Github*. Retrieved from Repositorio Github: https://github.com/ashish-chopra/ngx-gauge

GO, GUIA DEL OCIO. (2015, Septiembre). *GO GUÍA DEL OCIO / TU GUÍA EN BOGOTÁ*. Retrieved from GO GUÍA DEL OCIO / TU GUÍA EN BOGOTÁ: https://goguiadelocio.com.co/goguia/impresas2015/116_septiembre/files/basic-html/page56.html

Gonçalves, M. (2021, Octubre 13). *Hiberus Blog*. Retrieved from Hiberus Blog: https://www.hiberus.com/crecemos-contigo/que-es-angular-y-para-que-sirve/

Guerra, M. (2023, Enero 17). *10X*. Retrieved from 10X: https://www.10x.gt/blog/desarrollo-de-interfaces-de-usuario-146/primeng-la-opcion-para-principiantes-en-angular-7/

IONOS. (2020, Agosto 7). *Equipo editorial de IONOS*. Retrieved from Equipo editorial de IONOS: https://www.ionos.es/digitalguide/paginas-web/desarrollo-web/que-es-websocket/

Jardín Botánico. (2022, Febrero 8). *PEDH Techo - Jardín Botánico de Bogotá*. Retrieved from PEDH Techo - Jardín Botánico de Bogotá: https://jbb.gov.co/generacion-de-conocimiento/pedh-techo/

Kinsta. (2022, Abril 19). *Base de conocimiento, Kinsta*. Retrieved from Base de conocimiento, Kinsta: https://kinsta.com/es/base-de-conocimiento/que-es-postgresql/

Kinsta. (2022, Julio 25). *Base de conocimiento. Kinsta*. Retrieved from Base de conocimiento. Kinsta: https://kinsta.com/es/base-de-conocimiento/nestjs/

Kinsta. (2023, Junio 12). *Base de conocimiento Kinsta*. Retrieved from Base de conocimiento Kinsta: https://kinsta.com/es/base-de-conocimiento/que-es-typescript/

MDN Web Docs. (2024, Julio 28). *MDN Web Docs*. Retrieved from MDN Web Docs: https://developer.mozilla.org/es/docs/Learn/Getting_started_with_the_web/HTML_basics

Microsoft. (2023, Octubre 4). *DevOps Microsoft*. Retrieved from DevOps Microsoft: https://learn.microsoft.com/es-es/devops/develop/git/what-is-git

Moreno, C. (2018, Junio 1). *Medium*. Retrieved from Medium: https://medium.com/@khriztianmoreno/sequelize-101-5810bfa1332f

PrimeFlex. (2023). *Inicio PrimeFlex*. Retrieved from Inicio PrimeFlex: https://primeflex.org/

Raeburn, A. (2024, Febrero 13). *Asana*. Retrieved from Asana: https://asana.com/es/resources/extreme-programming-xp

Ramos, M. (2023, Septiembre 19). *Frameworks JavaScript: Kinsta*. Retrieved from Frameworks JavaScript: Kinsta: https://kinsta.com/es/blog/jest/

Santos, D. (2023, Julio 28). *HubSpot*. Retrieved from HubSpot: https://blog.hubspot.es/website/que-es-css#que-es

Secretaría Distrital de Ambiente. (2019). *Secretaría Distrital de Ambiente*. Retrieved from Secretaría Distrital de Ambiente: https://www.ambientebogota.gov.co/humedal-techo

Sinelec. (2021, Febrero 4). *Blog sinelec*. Retrieved from Blog sinelec: https://blog.gruposinelec.com/actualidad/que-es-node-red-y-para-que-sirve/

Sinnaps. (2020, Mayo 27). *Sinnaps*. Retrieved from Sinnaps: https://www.sinnaps.com/blog-gestion-proyectos/metodologia-xp

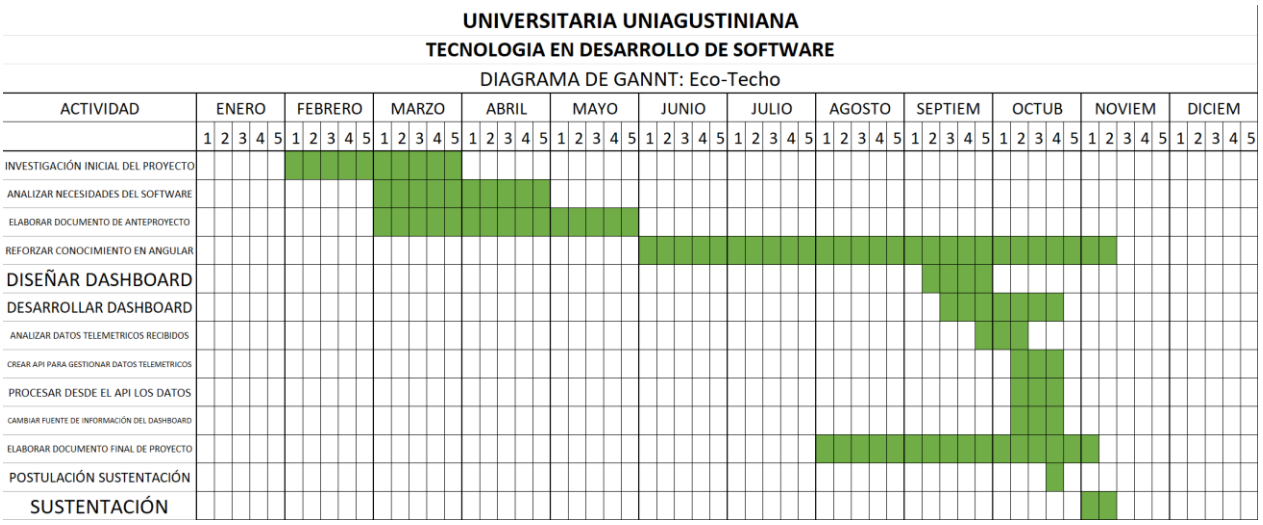
Susnjara, S., & Smalley, I. (2024, Junio 6). *IBM*. Retrieved from IBM: https://www.ibm.com/es-es/topics/docker

Anexos

Diagrama de Gantt

Figura 61

Diagrama de Gantt



Nota: Elaboración propia

Manual de usuario

1. Introducción

- Descripción: Eco-Techo es un sistema creado para supervisar y analizar el estado ambiental del Humedal de Techo. El sistema recolecta datos actualizados acerca de elementos ambientales como la temperatura, la humedad, la presión y la resistencia al gas mediante una estación de telemetría ubicada en el humedal. Esta información se transmite al backend de la aplicación, donde se almacena, estructura y se envía al frontend para ser visualizada en un dashboard.

- Propósito: El propósito de este manual es dar una guía completa sobre el uso de la aplicación Eco-Techo, brindando a los usuarios las instrucciones necesarias para aprovechar sus funcionalidades de monitoreo y análisis de datos ambientales.

2. Requisitos del sistema

- Requisitos del navegador: Se requiere un navegador web moderno, a continuación, se presentan las recomendaciones:

- Google Chrome
- Mozilla Firefox
- Microsoft Edge
- Safari

- Requisitos de dispositivo: La aplicación es responsiva, lo que quiere decir que puede ser accedida mediante dispositivos móviles o computadoras.

- **Conexión a internet:** Se necesita tener una conexión a internet estable para poder visualizar de manera oportuna los datos en tiempo real.

3. Acceso al sistema

- URL de acceso: https://effervescent-alpaca-2f3a91.netlify.app

4. Funcionalidades

El sistema Eco-Techo está diseñado para brindar funciones tanto para el público general como para los administradores. Las secciones de acceso público incluyen una pantalla de inicio con información introductoria sobre el Humedal de Techo, diagramas de gauge que muestran en tiempo real el estado de variables ambientales, gráficos históricos que permiten consultar los cambios de estas variables en un rango de fechas específico, y una sección de alertas para visualizar las alertas generadas en un rango de fechas específico.

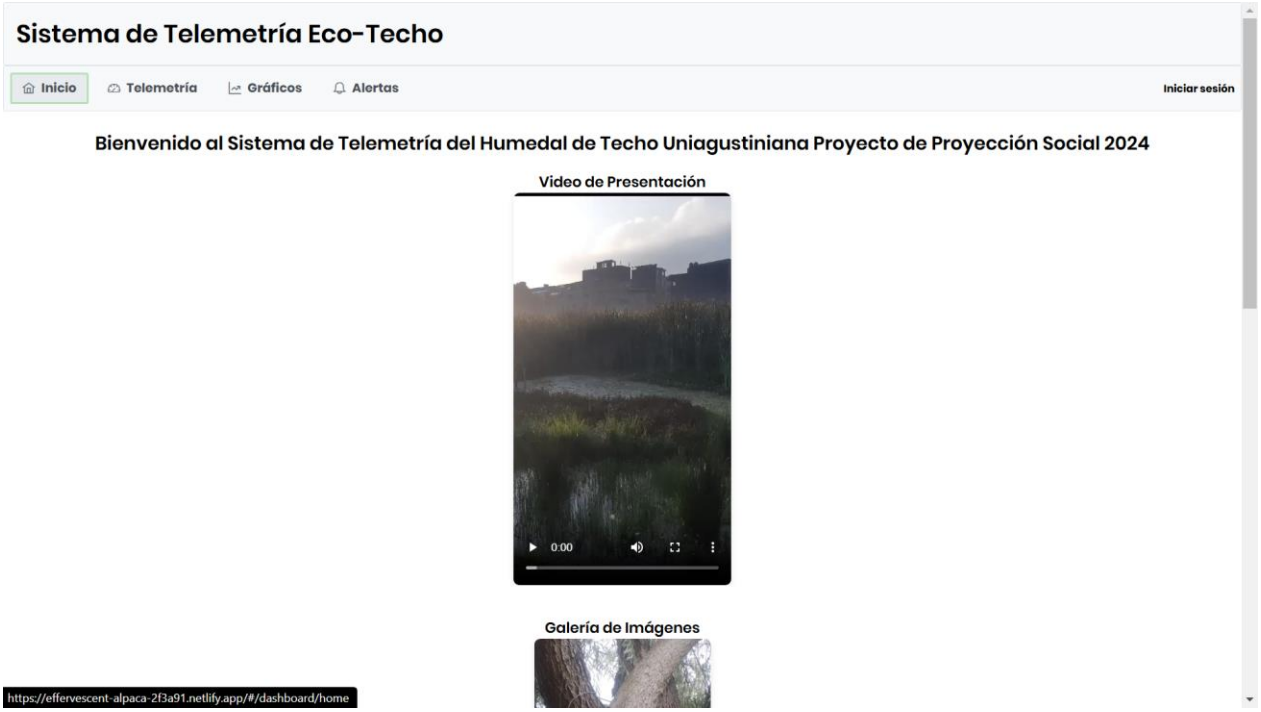
Por otro lado, el sistema cuenta con funcionalidades exclusivas para administradores. Estas incluyen la creación de usuarios, y la configuración de parametrización, donde se pueden definir y ajustar los umbrales y valores asociados a las variables monitoreadas.

Funciones habilitadas para el público general

4.1. Inicio

Figura 62

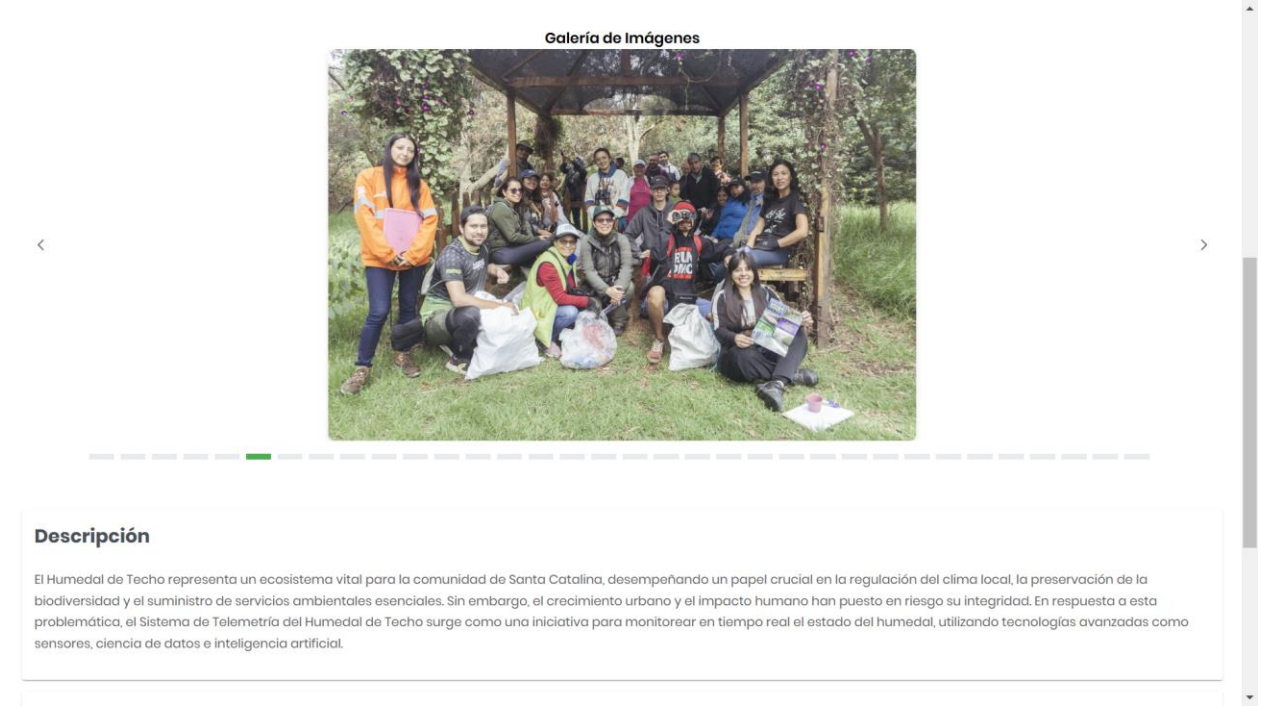
Pantalla de inicio del dashboard



Nota: Elaboración propia

Figura 63

Pantalla de inicio del dashboard



Nota: Elaboración propia

Descripción: En la pantalla de inicio, encontrará un video de presentación sobre el Humedal de Techo, una galería de imágenes, junto con la descripción y los objetivos del proyecto.

Instrucciones:

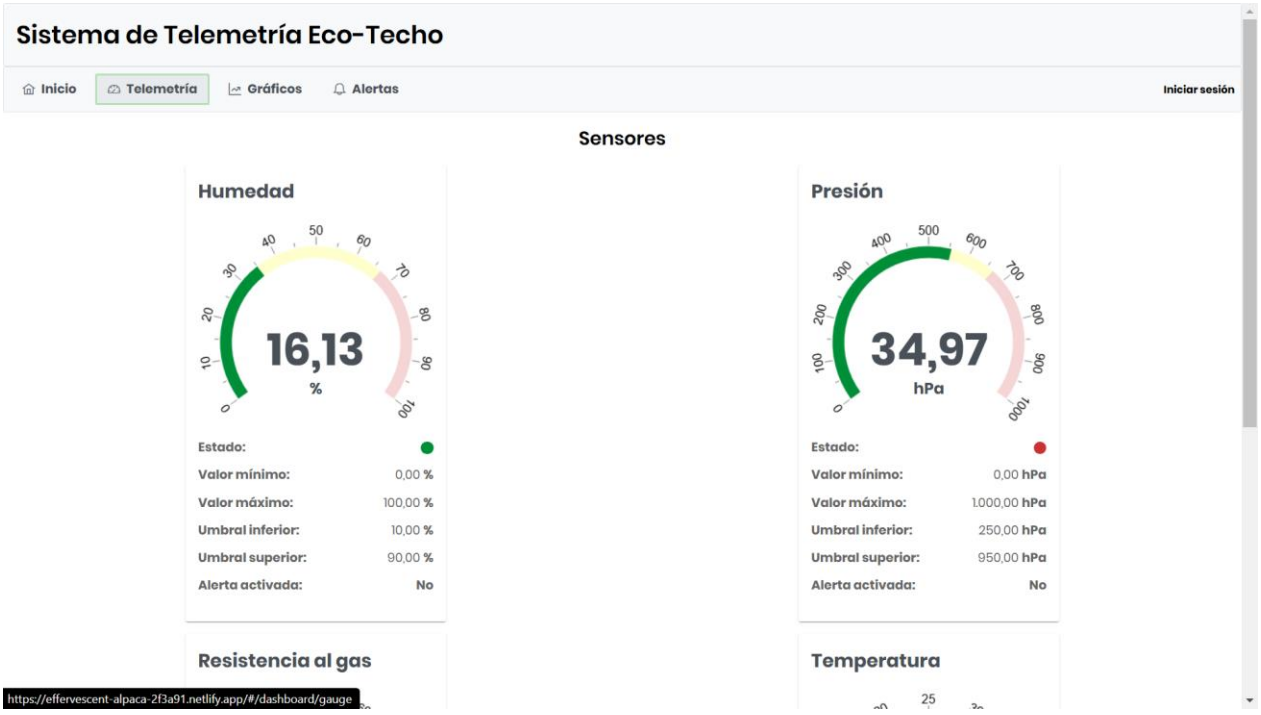
1. En el menú, acceda a la sección “Inicio”.

2. Desplácese por la pantalla para poder visualizar el video de presentación, la galería con cada una de las fotos y poder informarse sobre el proyecto y los objetivos planteados.

4.2. Telemetría

Figura 64

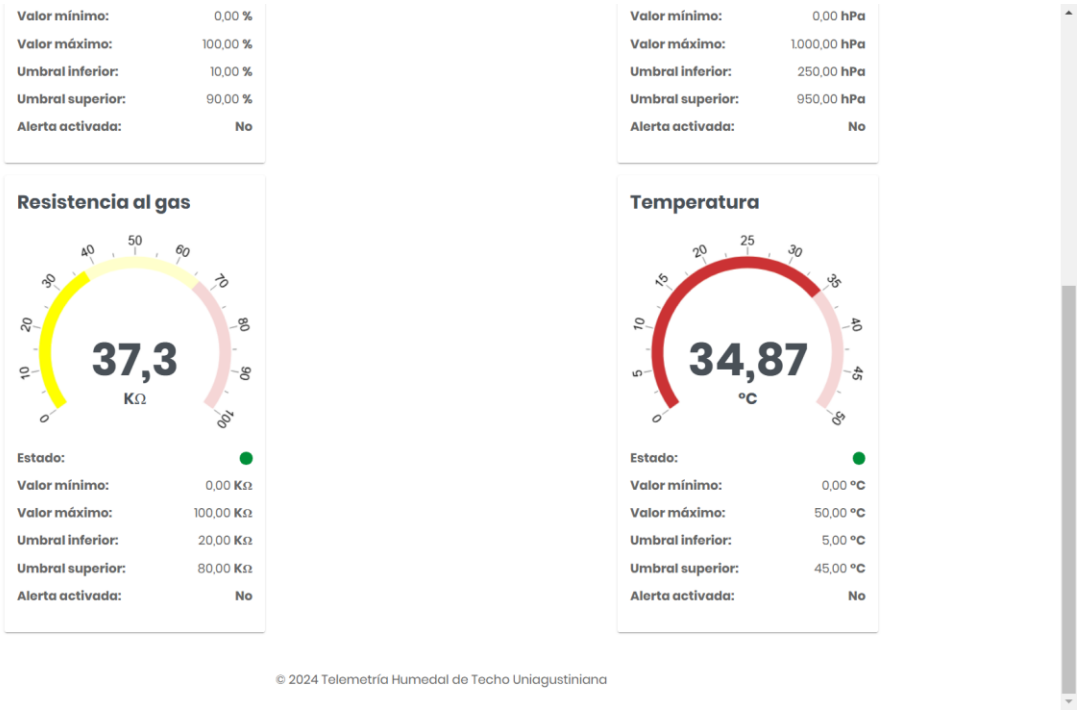
Pantalla de telemetría del dashboard



Nota: Elaboración propia

Figura 65

Pantalla de telemetría del dashboard



Nota: Elaboración propia

Descripción: En esta pantalla, podrá visualizar los cambios que se presentan en tiempo real sobre las variables medidas (humedad, presión, resistencia al gas y temperatura). En cada uno de los diagramas, encontrará la información de cada variable. A continuación, se detalla el significado de cada dato:

- **Estado:** Indicador que cambia de color dependiendo de si el valor de la variable medida se encuentra o no dentro de los umbrales definidos. Se pondrá en verde cuando esté dentro de los umbrales; en caso contrario, se pondrá en color rojo.
- **Valor mínimo:** Representa el valor mínimo asignado a cada variable.
- **Valor máximo:** Representa el valor máximo asignado a cada variable.
- **Umbral inferior:** Representa el límite inferior antes de generar una alerta.
- **Umbral superior:** Representa el límite superior antes de generar una alerta.

- **Alerta activada:** Indica si se enviarán alertas cuando el valor proveniente de la estación de telemetría esté por debajo del umbral inferior o por encima del umbral superior.

Instrucciones:

1. En el menú, acceda a la sección “Telemetría”.

2. Espere unos segundos mientras se cargan los datos.

3. Observe los gráficos de tipo gauge que representan las variaciones en cada una de las variables medidas.

Nota: Los datos se actualizan de manera automática para reflejar las últimas mediciones de la estación de telemetría.

4.3. Gráficos

Figura 66

Pantalla de datos históricos del dashboard

Nota: Elaboración propia

Descripción: En esta pantalla, podrá consultar los datos de telemetría que han sido almacenados a lo largo del tiempo en el sistema, filtrando mediante un rango de fechas y visualizando la información en diagramas de líneas o barras.

Instrucciones:

1. En el menú, acceda a la sección “Gráficos”.

2. Seleccione el rango de fechas de inicio a fin usando el calendario.

3. Haga clic en “Filtrar”

4. Seleccione el tipo de diagrama en el que desea ver la información, puede ser un diagrama de líneas o de barras.

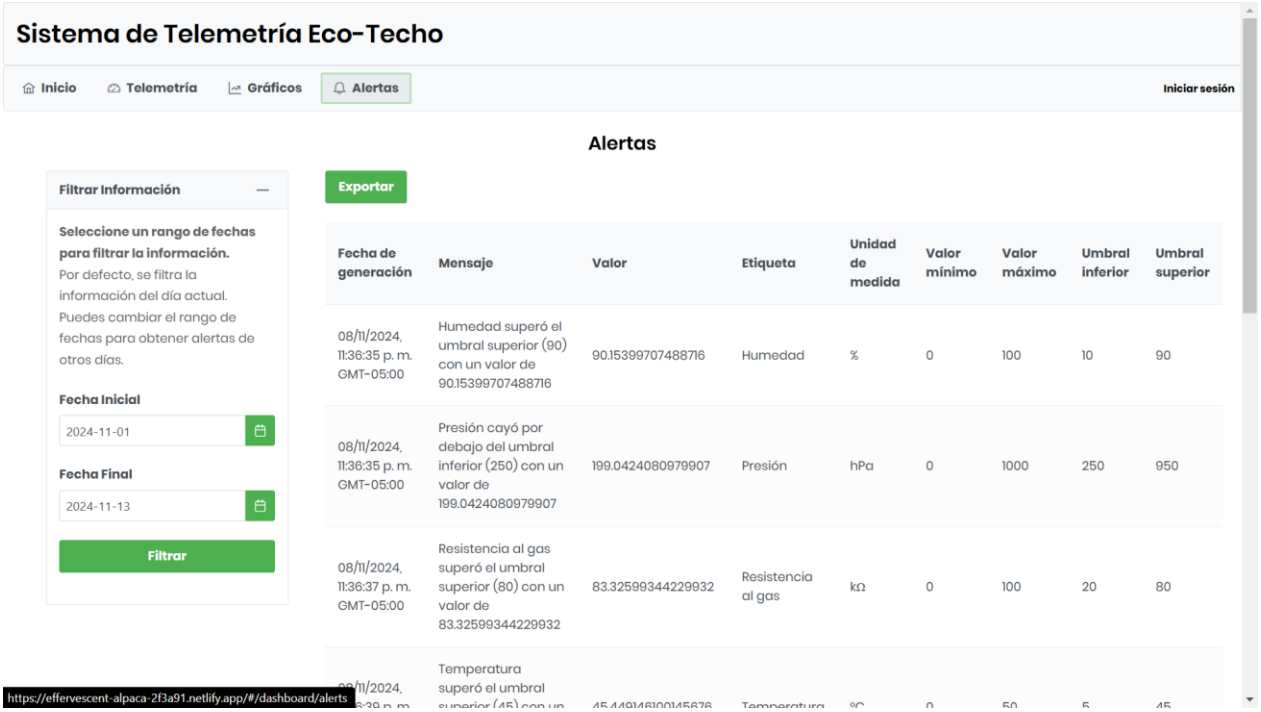
5. Si lo desea, en la parte superior del diagrama, puede marcar o desmarcar para seleccionar cuáles variables quiere visualizar haciendo clic en los rectángulos de colores.

Nota: Dependiendo del rango de fechas seleccionado, los diagramas pueden mostrar los promedios por día o por hora.

4.4. Alertas

Figura 67

Pantalla de alertas del dashboard



Nota: Elaboración propia

Descripción: En esta pantalla, podrá consultar las alertas que se han generado cuándo los valores de las variables estuvieron por fuera de los umbrales definidos, filtrando mediante un rango de fechas y visualizando la información en una tabla, esta información se puede exportar a un archivo de Excel.

Instrucciones:

1. En el menú, acceda a la sección “Alertas”.

2. Seleccione el rango de fechas de inicio a fin usando el calendario.

3. Haga clic en “Filtrar”

4. Desplácese hacia abajo para visualizar cada una de las alertas.

5. Si lo desea, puede dar clic en el botón “Exportar” para generar un reporte en formato Excel para tener allí las alertas filtradas.

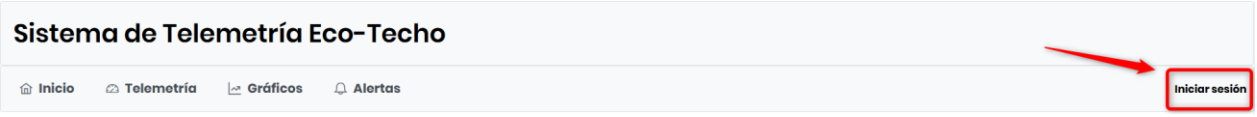
Nota: Las alertas se generan automáticamente cuándo los datos generados por la estación de telemetría están por fuera de los umbrales configurados.

Funciones habilitadas para administradores

Para acceder a las siguientes pantallas, tendrá que iniciar sesión, a la derecha del menú, debe oprimir el botón “Iniciar sesión”.

Figura 68

Botón para iniciar sesión del dashboard

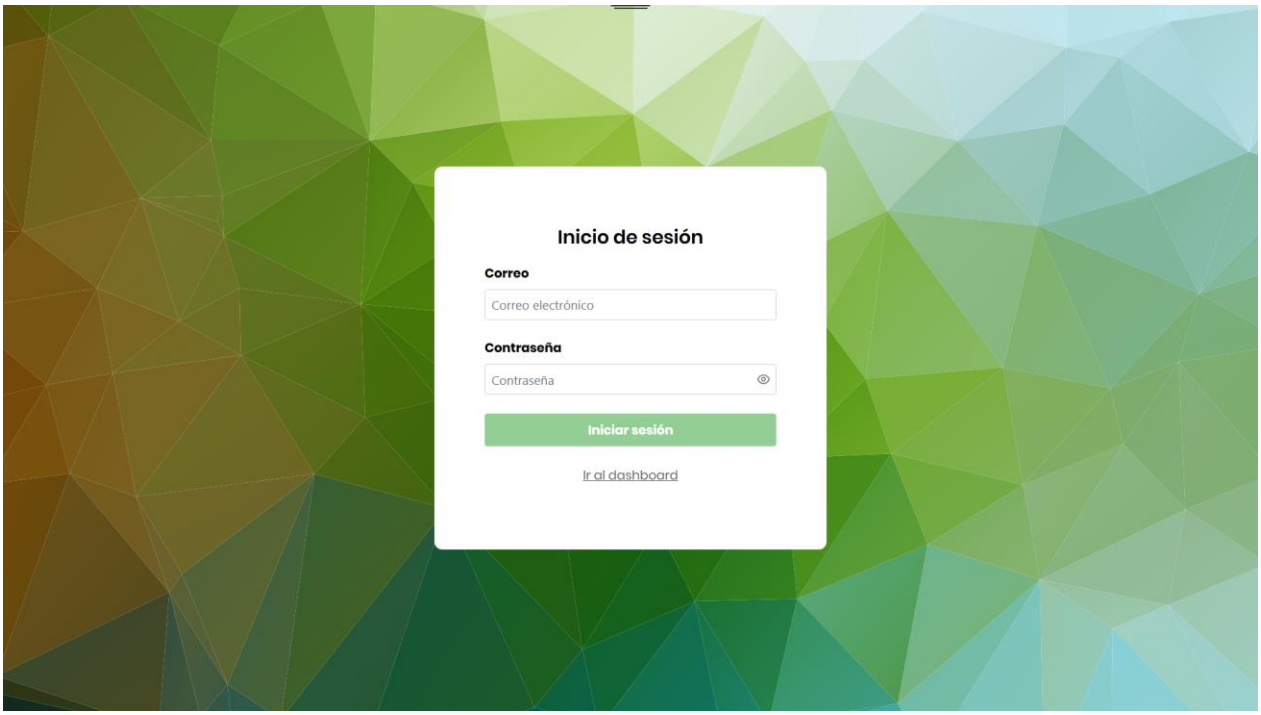


Nota: Elaboración propia

Posteriormente, será dirigido a la pantalla de “Inicio de sesión”, aquí tendrá que ingresar las credenciales proporcionadas por el administrador.

Figura 69

Formulario para iniciar sesión del dashboard



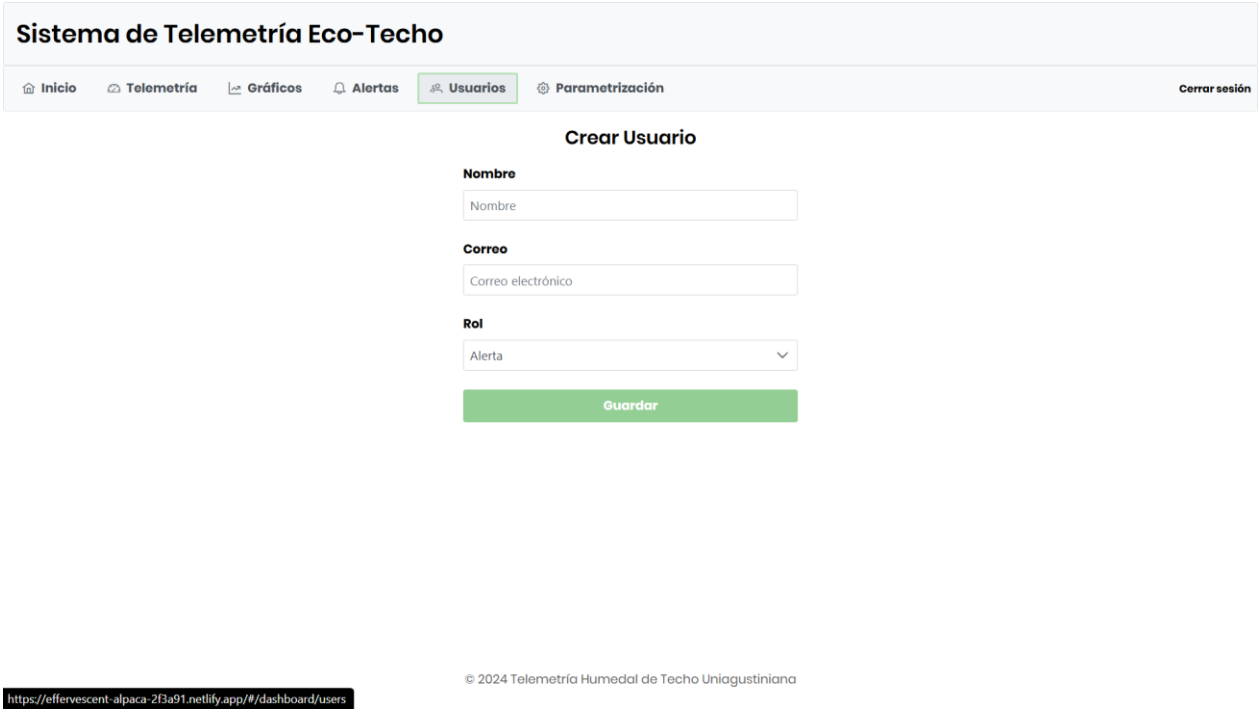
Nota: Elaboración propia

Una vez ingresadas las credenciales, debe dar clic en el botón “Iniciar sesión”. En caso de no contar con las credenciales, puede volver al menú anterior con el botón “Ir al dashboard” que se encuentra debajo del botón de inicio de sesión.

4.5. Usuarios

Figura 70

Pantalla para crear usuario del dashboard



Nota: Elaboración propia

Descripción: En esta pantalla, los administradores podrán crear nuevos usuarios asignándoles uno de los dos roles disponibles (Alerta y Administrador).

Los usuarios creados con rol de Alerta, recibirán alertas a los correos asignados cuándo los datos de las variables de telemetría estén por fuera de los umbrales definidos.

Instrucciones:

1. En el menú, acceda a la sección “Usuarios”.

2. Agregue el nombre del nuevo usuario.

3. Agregue el correo electrónico del nuevo usuario.

4. Seleccione el rol del nuevo usuario. Si el rol es **Alerta**, puede guardar inmediatamente. Si el rol es **Administrador**, tendrá que asignar una contraseña de mínimo 6 caracteres, máximo 20 caracteres.

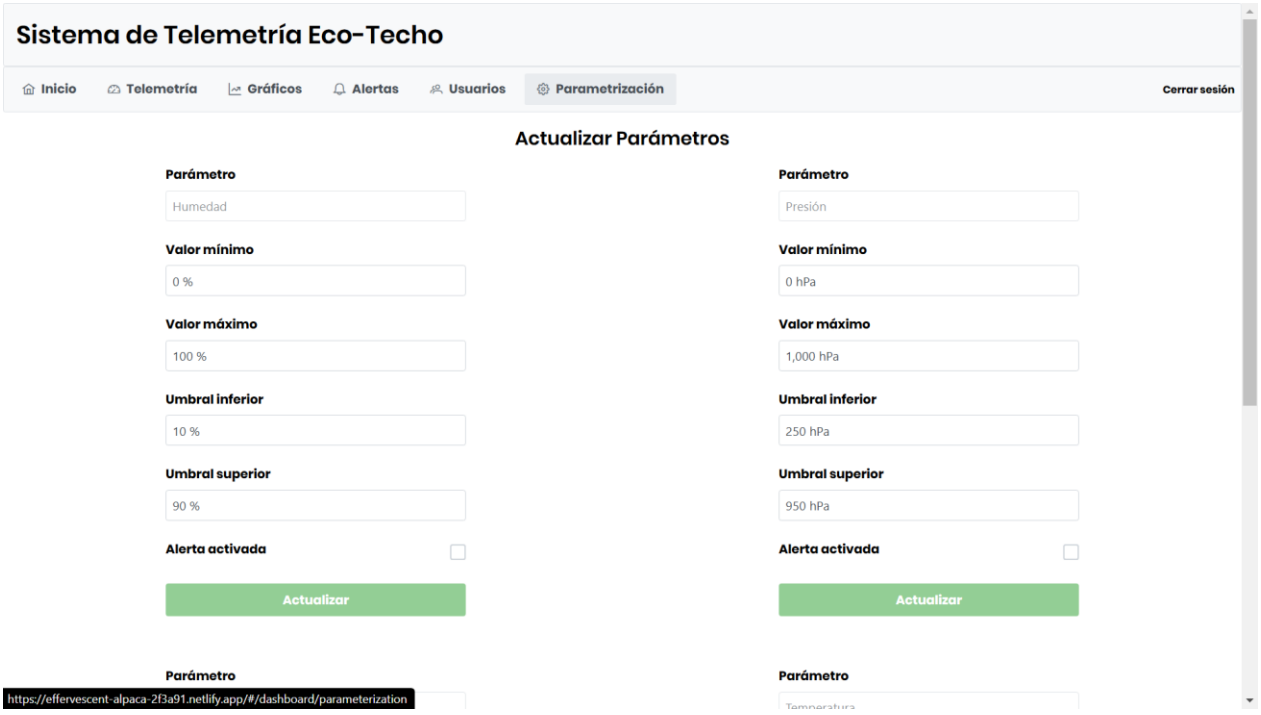
5. De clic en guardar, recibirá una confirmación si el usuario ha sido creado correctamente.

Nota: Sólo los administradores tienen acceso a esta funcionalidad.

4.6. Parametrización

Figura 71

Pantalla para editar los valores de los parámetros del dashboard



Nota: Elaboración propia

Descripción: En esta pantalla, los administradores podrán modificar los valores de cada una de las variables medidas, como el valor mínimo, el máximo, los umbrales inferiores y superiores, y marcar si cada variable estará habilitada o no para generar alertas.

Instrucciones:

1. En el menú, acceda a la sección “Parametrización”.

2. Modifique los valores de las variables que desee actualizar.

3. De clic en actualizar, recibirá una confirmación al finalizar la actualización.

Nota: Sólo los administradores tienen acceso a esta funcionalidad.