

# ATL: CUCEI (Registro en tiempo real del almacenamiento de agua en dispensadores)

Fernando Trujillo Castro, Martha del Carmen Gutiérrez Salmerón

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS

EXACTAS E INGENIERÍAS, (CUCEI, UDG)

Fernando.trujillo4421@alumnos.udg.mx

Delcarmen.gutierrez@academicos.udg.mx

**Abstract**—In today's educational settings, the availability of water dispensers on university campuses is essential for ensuring student well-being and promoting sustainable practices. However, the location and accessibility of these dispensers often lead to uneven usage patterns, with some dispensers being overused while others are underutilized. To address this, we developed a modular system that integrates a campus map, real-time water dispenser data, and predictive analytics to optimize water supply management. The system employs a chatbot for user interaction, weather data integration for usage prediction, and neural networks to forecast future demand based on student surveys. By improving water dispenser accessibility and managing resources effectively, the project aims to enhance campus sustainability.

**Keywords**— Modular Project, Water Dispensers, Campus Map, Neural Networks, Firebase, OpenWeatherMap, Predictive Analytics.

## I. INTRODUCCIÓN

El acceso al agua potable en las universidades es un derecho fundamental para los estudiantes y el personal académico. Sin embargo, la distribución de dispensadores de agua en los campus universitarios suele ser desigual, lo que genera problemas de accesibilidad y sobreuso en algunos puntos específicos. Este proyecto modular busca mejorar la gestión de estos recursos mediante la implementación de tecnologías inteligentes que optimizan la distribución de los dispensadores en base a datos en tiempo real y predicciones sobre el uso futuro.

Este sistema modular incluye un mapa interactivo del campus universitario, un chatbot basado en lenguaje natural, y herramientas de análisis predictivo utilizando redes neuronales mediante el uso de Orange DM. De esta manera, los usuarios pueden localizar rápidamente dispensadores, recibir información actualizada sobre el clima, y contribuir con sus opiniones mediante encuestas realizadas, cuyo análisis permitirá identificar patrones de uso y proponer mejoras en la infraestructura de distribución de agua y el tiempo de restablecimiento.

### A. Planteamiento del problema

En muchas universidades, la ubicación y cantidad de dispensadores de agua no responden adecuadamente a la demanda real de los usuarios. Esto provoca que algunos dispensadores se vean sobresaturados mientras que otros permanecen inactivos, lo que afecta tanto la eficiencia del servicio como la satisfacción de los estudiantes. Además, la falta de información en tiempo real sobre la disponibilidad de agua o la proximidad de los dispensadores puede dificultar la accesibilidad. El problema es cómo utilizar datos y tecnologías inteligentes para mejorar la gestión y accesibilidad de estos puntos de servicio.

### B. Justificación

El proyecto propone una solución integral que no solo ofrece una herramienta para localizar dispensadores, sino por su enfoque en la predicción del uso de los dispensadores de agua mediante el análisis de datos obtenidos a partir de encuestas. Utilizando la herramienta Orange Data Mining, hemos desarrollado un modelo de predicción que permite anticipar el uso de los dispensadores en función de las respuestas de los estudiantes y las condiciones climáticas. Esta información se integra en la aplicación, ofreciendo a los usuarios un sistema visual y práctico para encontrar dispensadores accesibles, mejorando así su experiencia diaria y optimizando el uso de los recursos en el campus.

## II. TRABAJOS RELACIONADOS

En el ámbito de la gestión de recursos universitarios, existen diversas plataformas que ofrecen soluciones parciales, como la localización de puntos de interés a través de Google Maps o el análisis de datos mediante herramientas como Orange Data Mining o python. Sin embargo, estos sistemas suelen ser limitados en cuanto a la integración de predicciones de uso en tiempo real.

Google Maps, por ejemplo, permite a los usuarios localizar zonas de interés para el usuario, pero no ofrece predicciones sobre su uso o disponibilidad. Por otro lado, Orange Data Mining proporciona una potente herramienta para el análisis de encuestas y datos, pero no está diseñado para integrarse directamente en aplicaciones de gestión en tiempo real.

Nuestro proyecto combina estas dos tecnologías, utilizando Orange Data Mining para procesar los datos de las encuestas y predecir el uso futuro de los dispensadores. Estos resultados son luego integrados en un sistema visual dentro de la aplicación, ofreciendo un enfoque innovador para la gestión de recursos en el campus universitario.

## III. DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLO DEL PROYECTO MODULAR

### A. Hipótesis

El uso de tecnologías inteligentes y datos de encuestas puede mejorar significativamente la accesibilidad y distribución de los dispensadores de agua en un campus universitario. La predicción del uso de los dispensadores basada en patrones de comportamiento de los estudiantes y factores climáticos permitirá una mejor gestión de los recursos, optimizando la

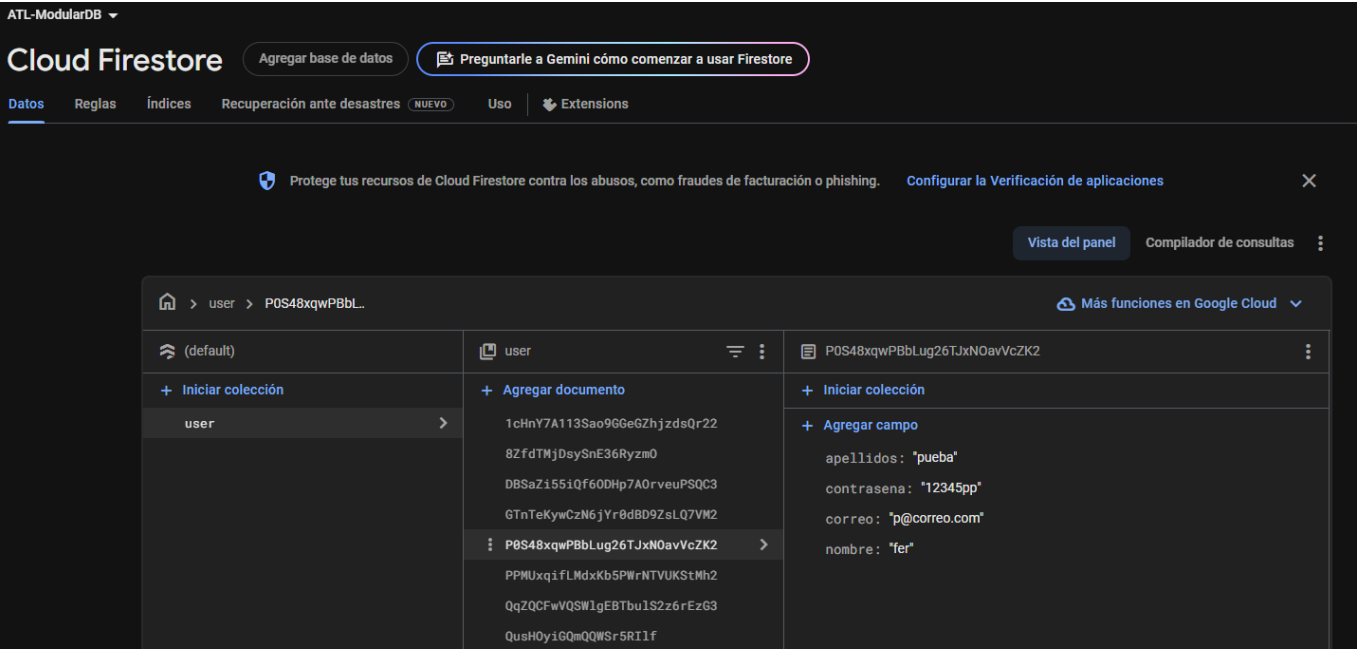


Fig.1. Base de datos nosql de firebase database (cloud firestore)

experiencia de los usuarios y promoviendo una distribución más equitativa del agua disponible para estudiantes.

B. Metodología

Para el desarrollo de este proyecto modular, se aplicó la metodología ágil SCRUM, ya que permite un trabajo iterativo y flexible. El enfoque SCRUM me permitió mantener estructura organizada, priorizar tareas según su importancia, y revisar periódicamente el progreso para corregir errores de forma oportuna. Entre los problemas abordados mediante esta metodología se encuentran la correcta implementación de los módulos, la sincronización con la base de datos en tiempo real además de la no relacional (NoSQL) y la visualización de los dispensadores en el mapa interactivo.

El desarrollo del sistema se realizó en diferentes fases, comenzando con la creación de la estructura principal de la aplicación y un mapa interactivo utilizando la herramienta Mapbox, en el cual se visualizan los dispensadores de agua distribuidos por el campus. Se integró también OpenWeatherMap para obtener datos climáticos que influyen en los patrones de uso de los dispensadores.

La gestión de los datos se realizó a través de Firebase, una base de datos en tiempo real, que permite sincronizar los datos de los dispensadores y las predicciones generadas a partir de encuestas procesadas en Orange Data Mining. Los resultados del análisis predictivo se añaden a la aplicación para su visualización clara, lo que permite a los usuarios identificar los puntos de mayor uso y la disponibilidad de los dispensadores.

C. Frameworks y Herramientas Utilizadas

El proyecto se construyó utilizando Flutter para el desarrollo de la aplicación móvil, debido a su capacidad para generar interfaces gráficas eficientes y su compatibilidad con Firebase y otras APIs que formaran parte importante para el desarrollo de la app. Para la integración del chatbot se utilizó Dialogflow, una plataforma de inteligencia artificial que facilita la interacción de los usuarios con el sistema. El chatbot ofrece a los usuarios información sobre la ubicación de los dispensadores y algunos consejos sobre la ubicación de estos.

En cuanto a los estándares de programación, se siguieron las directrices de:

- Flutter Security Store: Para asegurar datos y manejar la seguridad en aplicaciones móviles.
- Material Design Guidelines: Para cumplir con las normas de diseño UX, garantizando una interfaz amigable y accesible.

- ISO/IEC 25010: Aseguró la calidad del software, evaluando la usabilidad, rendimiento y efectividad de la aplicación.
- ISO/IEC 27001: Se implementó para gestionar la seguridad de la información, asegurando que los datos de los usuarios se mantuvieran seguros en todo momento.
- ISO/IEC 27001 e IEEE 829, que garantizan la seguridad de los datos y la calidad del código. El proyecto también aplicó las mejores prácticas de programación para Dart, el lenguaje principal en el desarrollo de la aplicación.

La combinación de estas herramientas, normas, estándares y frameworks permitió un desarrollo eficiente, con un enfoque modular que facilita la incorporación de futuras actualizaciones o la integración de nuevos módulos.

D. Desarrollo de la Aplicación ATL: CUCEI

Para el desarrollo de la aplicación ATL: CUCEI, se identificó una necesidad fundamental dentro del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías (CUCEI), relacionada con la gestión eficiente de un recurso tan esencial como es el agua. Se observó que, a pesar de su importancia, la administración del agua en el campus no cumplía con los estándares deseables de accesibilidad y calidad, lo que motivó la creación de una herramienta tecnológica capaz de ofrecer una solución concreta. Así surgió la idea de ATL: CUCEI, una aplicación móvil orientada a la localización en tiempo real de los puntos de acceso al agua potable en el campus, con la intención de optimizar su uso y ofrecer a los usuarios una experiencia más segura y accesible.

En la planificación del proyecto, se optó por la metodología ágil SCRUM, debido a su capacidad para gestionar de manera óptima las tareas a lo largo del tiempo, permitiendo una organización iterativa e incremental. La naturaleza colaborativa y flexible de SCRUM encajó perfectamente con los objetivos del proyecto, ya que proporcionó la estructura necesaria para enfrentar cambios y ajustes sobre la marcha, garantizando la mejora continua del producto.

Inicialmente, se consideraron varios frameworks de desarrollo multiplataforma, incluyendo React Native. Sin embargo, después de una evaluación comparativa, se optó por utilizar Flutter (fig.2.) junto con el lenguaje de programación Dart. La decisión se basó en varias ventajas que ofrece Flutter para el desarrollo de aplicaciones móviles:

- Rendimiento superior gracias a su motor gráfico nativo, lo que garantiza una experiencia de usuario fluida.

- Desarrollo rápido debido a la funcionalidad de "Hot Reload" que permite ver cambios en tiempo real.
- Soporte multiplataforma sin sacrificar la calidad visual ni la consistencia del diseño.
- Comunidad activa y la abundancia de plugins, facilitando la integración de funcionalidades adicionales.



Fig.2. Framework flutter/dart

#### a) Primeros Pasos en el Desarrollo

El proceso comenzó con la instalación y configuración del entorno de desarrollo de Flutter y Dart. A partir de aquí, se creó el proyecto inicial, y se procedió a la implementación de las primeras características fundamentales:

1. Pantalla de Login y Registro de Usuarios: Se implementó un sistema de autenticación utilizando Firebase Authentication, seleccionando esta opción por su fiabilidad, seguridad, y facilidad de integración. Se configuró la base de datos no relacional Firebase para almacenar y gestionar la información de los usuarios.
2. Diseño del Icono de la Aplicación: Se desarrolló un icono personalizado que representara claramente la misión de la aplicación, a su vez el nombre ATL significa agua o vida en náhuatl, el diseño a utilizando elementos visuales que evocan accesibilidad al agua y tecnología.

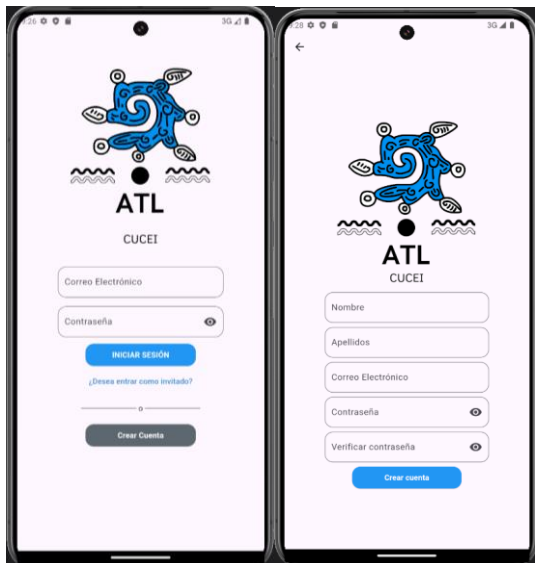


Fig.3. Login/ create account atl: cucei flutter/dart

#### b) Estructura del Home y Funcionalidades Clave

La pantalla principal de la aplicación, denominada Home, se diseñó con cuatro secciones fundamentales que permiten al usuario navegar de manera intuitiva por la aplicación:

- 1) Mapa Interactivo de Instalaciones:

- Desarrollo: El mapa interactivo de la aplicación se desarrolló utilizando la API de Mapbox, una herramienta potente que permite la visualización detallada y precisa de las instalaciones del campus universitario. Este mapa no solo es un recurso visual, sino que se convierte en una herramienta interactiva clave para los estudiantes al ofrecer información en tiempo real sobre los puntos de interés relacionados con el acceso al agua.
- Puntos de Acceso a Agua: En el mapa, se han integrado iconos específicos que permiten identificar diversos puntos donde es posible acceder al agua:
- Dispensadores de agua: Marcados con iconos distintivos, estos puntos muestran la disponibilidad de agua en tiempo real. Al seleccionar un icono de dispensador, se despliega información actualizada sobre su estado mostrando la cantidad en litros, el porcentaje y una imagen alusiva, así como el nombre del módulo en el cual se ubica, gracias a la integración con una segunda base de datos en Firebase en tiempo real que monitorea el nivel de agua y el estado operativo.
- Estantes con garrafones para recargar dispensadores: Además de los dispensadores, se incluyen ubicaciones donde se pueden encontrar garrafones de agua disponibles para uso gratuito.
- Baños disponibles: Se marca la ubicación de los baños dentro del campus, ya que son también puntos de acceso para el agua, ofreciendo el conocimiento al fácil acceso a las ubicaciones de baños disponibles en la universidad.
- Detalles de los Edificios: El mapa también muestra los nombres y ubicaciones de los edificios del campus. Cada edificio tiene un icono específico que facilita su identificación, ayudando a los estudiantes a orientarse mejor y encontrar no solo los puntos de agua, sino también otros servicios relevantes dentro del campus.
- Personalización del Mapa: Para evitar la sobrecarga visual y permitir una experiencia de usuario más clara, la aplicación incluye la opción de activar o desactivar diferentes categorías de iconos. De esta forma, los usuarios pueden elegir visualizar únicamente los elementos que les interesen, mejorando la navegación por el mapa y facilitando la localización de puntos específicos sin saturar la pantalla.

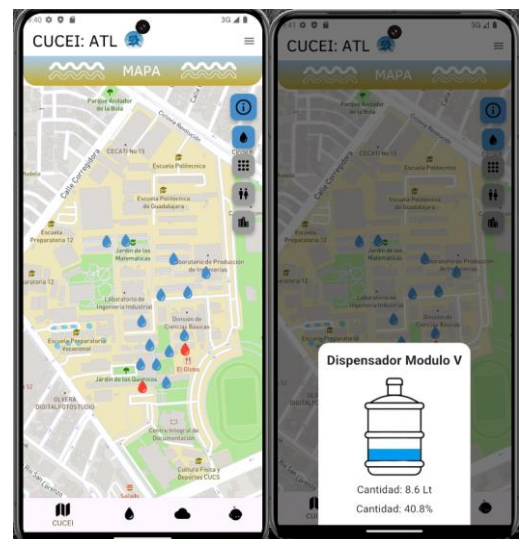


Fig.4. Home/ marcadores de dispensadores/baños/estantes de agua/edificios atl: cucei flutter/dart

#### 2) Sección de Dispensadores:

- Incluye una lista detallada de todos los dispensadores disponibles en el campus, mostrando datos en tiempo real sobre la cantidad de agua disponible en cada uno.

- Esta información se actualiza constantemente utilizando Firebase Realtime Database para garantizar la precisión de los datos presentados.



Fig.5. Lista de dispensadores en la sección de dispensadores atl: cucei flutter/dart

### 3) Sección de Clima:

• Desarrollo: La sección de clima se implementó utilizando la API de OpenWeatherMap, que proporciona datos meteorológicos precisos y actualizados en tiempo real. Esta funcionalidad no solo se limita a mostrar la temperatura actual, sino que también incluye una proyección del clima para los próximos 5 días, lo que permite a los estudiantes planificar mejor sus actividades en el campus.

Esta sección tiene como propósito la prevención de Problemas de Salud: Uno de los objetivos clave de esta sección es ayudar a prevenir problemas de salud relacionados con la deshidratación, especialmente durante las olas de calor. Al proporcionar información sobre las temperaturas previstas, se busca concienciar a los estudiantes sobre la importancia de mantenerse hidratados, permitiéndoles tomar precauciones antes de exponerse a condiciones climáticas adversas.

Correlación con el Consumo de Agua: La sección de clima también tiene un propósito analítico, ya que facilita la correlación entre el consumo de agua en el campus y las variaciones de temperatura a lo largo del día y la semana. Al estudiar los datos climáticos junto con la información sobre el uso de los dispensadores, es posible identificar patrones de consumo que podrían ayudar a mejorar la distribución y mantenimiento de los puntos de agua.

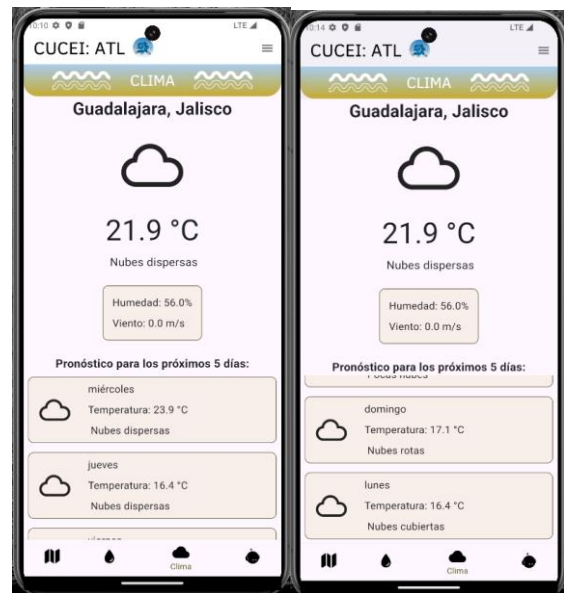


Fig.6. Sección de clima atl: cucei flutter/dart

### 4) Chatbot de Información y Asistencia:

- Se diseñó un chatbot utilizando Dialogflow, integrado con Google Cloud, para ofrecer un sistema de interacción mediante lenguaje natural.
- El bot fue entrenado con respuestas a preguntas frecuentes sobre la ubicación de los dispensadores, información sobre la aplicación, y detalles extraídos de encuestas realizadas a los estudiantes.
- Las encuestas, analizadas mediante Orange Data Mining, permitieron identificar patrones en el uso de los dispensadores, y con estos datos se construyó una red neuronal que predice la afluencia a cada dispensador en función del horario y la ubicación.

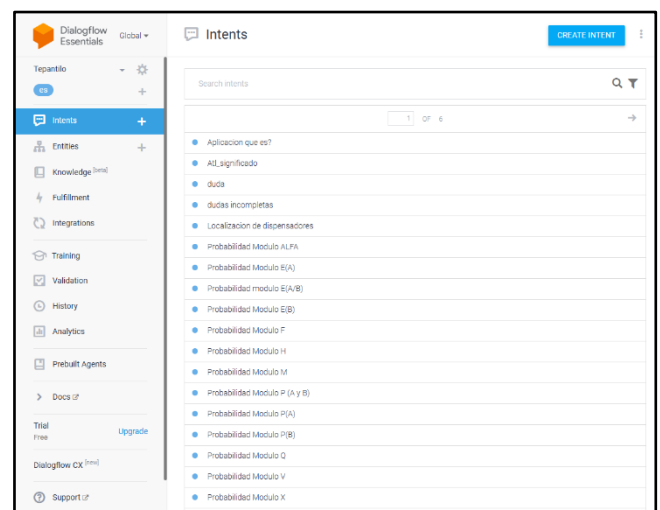


Fig.7. Página de configuración de dialogflow.

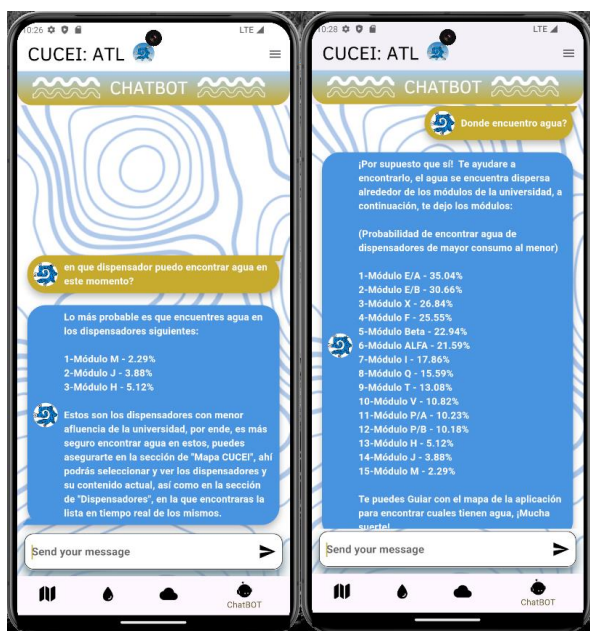


Fig.8. Sección de chatbot dialogflow atl: cucei flutter/dart

### c) Análisis de Datos y Resultados

En el desarrollo del proyecto ATL: CUCEI, se recopiló una gran cantidad de datos para comprender mejor el comportamiento y las necesidades de los usuarios en relación con el consumo de agua en el campus. Gracias a la colaboración activa de más de 3,000 registros obtenidos con la participación de estudiantes y maestros, se logró una base sólida de información que permitió realizar análisis profundos y precisos.

#### 1) Recopilación y Análisis de Datos:

Los datos recolectados incluyeron información sobre el uso de los dispensadores de agua en distintos módulos del accesibilidad y satisfacción general con los puntos de abastecimiento. Estos datos fueron cruciales para identificar patrones de consumo.

Para analizar estos datos, se utilizaron técnicas avanzadas de minería de datos, específicamente mediante el uso de una red neuronal. Una red neuronal es un modelo de aprendizaje automático inspirado en la estructura del cerebro humano, capaz de identificar patrones y relaciones complejas en grandes volúmenes de datos. En este caso, la red neuronal se configuró para predecir el uso futuro de los dispensadores.

#### 2) Resultados de la Red Neuronal

Los resultados obtenidos a partir del análisis con la red neuronal proporcionaron una clasificación clara del uso de los dispensadores en cada módulo. A continuación, se presenta una lista con los resultados destacados, ordenados de mayor a menor uso:

- Módulo E/A: 35.04% de uso
- Módulo E/B: 30.66% de uso
- Módulo X: 26.84% de uso
- Módulo F: 25.55% de uso
- Módulo BETA: 22.94% de uso
- Módulo ALFA: 21.59% de uso
- Módulo I: 17.86% de uso
- Módulo Q: 15.59% de uso
- Módulo T: 13.08% de uso
- Módulo V: 10.82% de uso
- Módulo P/A: 10.23% de uso
- Módulo P/B: 10.18% de uso
- Módulo H: 5.12% de uso
- Módulo J: 3.88% de uso

- Módulo M: 2.29% de uso

### 3) Interpretación de los Resultados

El análisis revela información crucial sobre los patrones de consumo de agua en el campus:

**Módulos más utilizados:** Los módulos E/A, E/B y X se destacan claramente por ser los más frecuentados, representando los mayores porcentajes de consumo. Esto indica que estos puntos suelen ser los de mayor demanda, por lo que es importante asegurar que los dispensadores en estos módulos estén bien abastecidos y en funcionamiento constante.

**Módulos con uso moderado:** Los módulos BETA, ALFA, I, y Q presentan un uso intermedio, lo que sugiere una demanda sostenida, pero no tan intensa como en los módulos principales. Estos dispensadores deben recibir atención regular, pero su reabastecimiento podría ser menos frecuente que el de los módulos más utilizados.

**Módulos con menor uso:** Los módulos H, J y M son los que presentan menor consumo de agua. Estos puntos, al tener menor demanda, tienen mayores probabilidades de contar con agua disponible en cualquier momento, lo que puede resultar útil para estudiantes que busquen opciones menos congestionadas para llenar sus botellas.

### 4) Conclusiones del Análisis

El análisis de los datos ha permitido optimizar la distribución de dispensadores en el campus, asegurando que aquellos en los módulos más utilizados reciban mayor atención en términos de mantenimiento y recarga de agua. Asimismo, los módulos de menor uso pueden considerarse como alternativas estratégicas para periodos de alta demanda en otros puntos del campus, maximizando la eficiencia en la gestión del recurso.

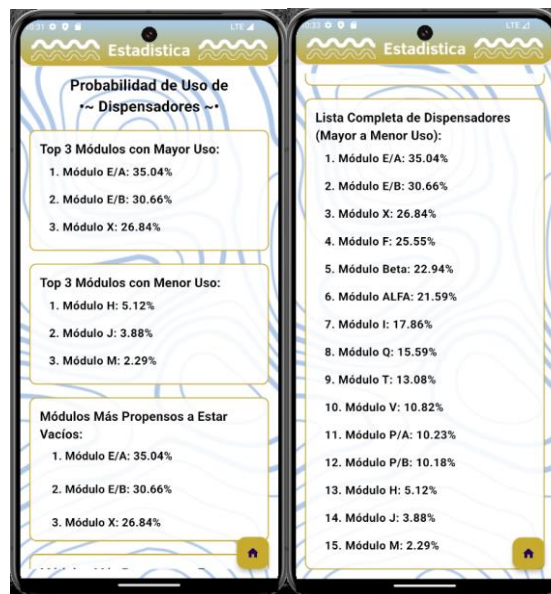


Fig.9. Sección de estadística, realizada mediante el análisis de datos y red neuronal de orange datamining atl: cucei flutter/dart.



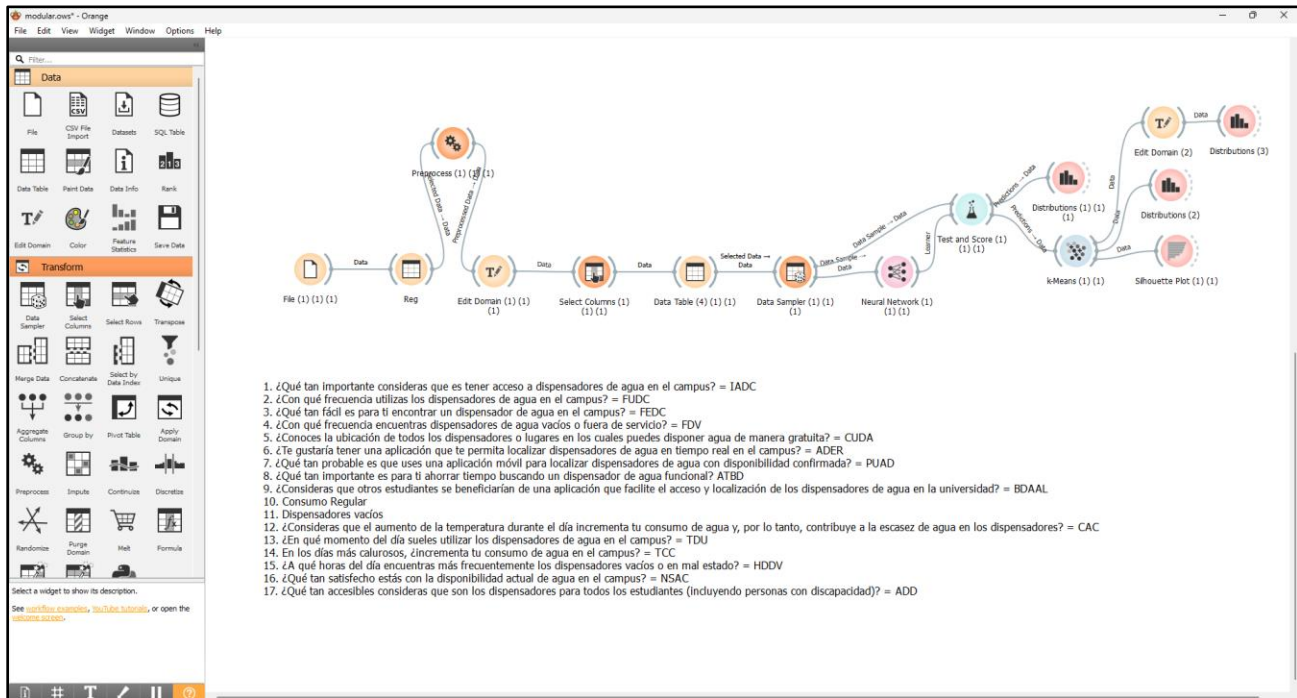


Fig.10. limpieza y procesamiento de datos realizado con los datos recabados mediante encuesta realizada a compañeros miembros de la universidad: neuronal network orange datamining.

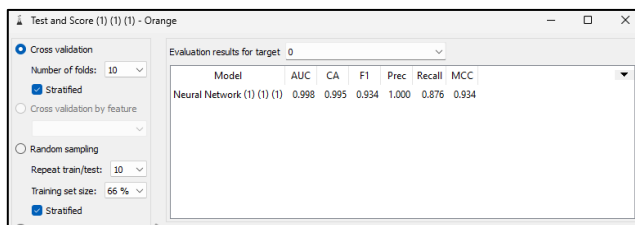


Fig.11. Precisión de la red neuronal.

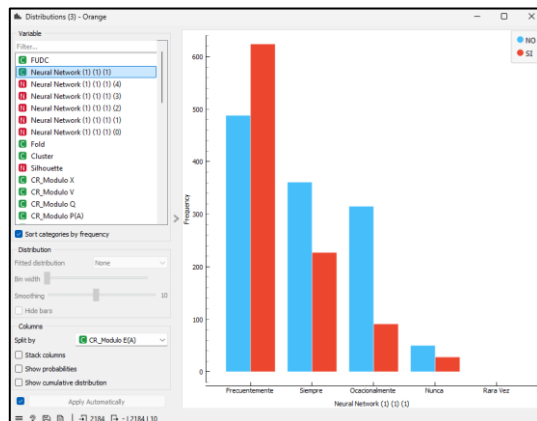


Fig.12. Grafica del dispensador con mayor consumo.

#### d) Sistema de Detección de Peso en los Dispensadores

Uno de los componentes críticos en la aplicación ATL: CUCEI fue el desarrollo del sistema de detección de peso en los dispensadores de agua. Este sistema permite monitorear en tiempo real la cantidad de agua disponible en cada dispensador, proporcionando datos precisos y actualizados a los usuarios a través de la aplicación. La implementación de este sistema se realizó utilizando una combinación de hardware y software especialmente diseñado para asegurar la fiabilidad y precisión de los datos.

#### Componentes y Hardware Utilizado

##### 1) Sensores de Carga (Load Cells):

- Se utilizaron cuatro sensores de carga distribuidos equitativamente en la base de cada dispensador. La elección de cuatro sensores, en lugar de tres, se debió a la necesidad de maximizar la estabilidad y asegurar una lectura precisa del peso, considerando la superficie irregular en la que pueden estar situados los dispensadores.
- Estos sensores se conectaron utilizando un Puente de Wheatstone, un circuito especializado que amplifica las pequeñas variaciones en la resistencia causadas por el peso del agua, lo que permite convertirlas en señales medibles.
- La colocación simétrica de los sensores garantiza una lectura estable, incluso si el garrafón de agua no está perfectamente centrado.

##### 2) Amplificador HX711:

- Para convertir las señales analógicas de los sensores de carga en datos digitales precisos, se empleó un amplificador HX711, un módulo especializado en la medición de cargas. Este componente es esencial para aumentar la precisión y fiabilidad de las lecturas de peso.

##### 3) ESP32:

- El microcontrolador ESP32 fue seleccionado por sus capacidades de conexión Wi-Fi integradas, permitiendo enviar datos a la base de datos en la nube de forma eficiente y a bajo costo.
- Este dispositivo fue programado para transmitir actualizaciones de peso cada 30 segundos a la base de datos en tiempo real de Firebase. Además, registró el consumo diario del agua para su análisis posterior, lo que facilita la realización de estudios detallados sobre el uso del recurso.

##### 4) Soportes en 3D:

- Se diseñaron y fabricaron soportes personalizados mediante impresión 3D para asegurar la correcta fijación

de los sensores de carga en la base de cada dispensador. Estos soportes proporcionan una estructura firme y resistente, permitiendo que los sensores mantengan una alineación precisa con el suelo y soporten la presión ejercida por el peso del garrafón de agua.

#### Integración del Sistema con Firebase

El sistema de detección de peso fue completamente integrado con la base de datos en tiempo real de Firebase, lo que permite mantener una sincronización constante entre los datos capturados por los sensores y la aplicación móvil. El flujo de datos se gestiona de la siguiente manera:

- 1) Captura de Datos:
  - El microcontrolador ESP32 recibe las lecturas del peso total desde los sensores de carga a través del amplificador HX711. Estos datos son procesados localmente y transformados en un formato legible antes de ser enviados a Firebase.
- 2) Envío a Firebase:
  - A través de la conexión Wi-Fi, el ESP32 utiliza la biblioteca `Firebase_ESP_Client` para comunicarse con la base de datos de Firebase. Los datos de peso son enviados cada 30 segundos para asegurar que los usuarios tengan acceso a información en tiempo real sobre la cantidad de agua disponible en cada dispensador.
  - Además, los registros diarios del consumo se almacenan para realizar análisis históricos y predecir patrones de uso, lo que permite optimizar la reposición del agua en cada dispensador.
- 3) Extracción de Datos a la Aplicación:
  - La aplicación móvil se conecta a la base de datos en tiempo real para obtener los datos de cada dispensador. Esto permite al usuario visualizar, en la interfaz de la aplicación, el estado actual de cada dispensador y recibir los cambios cuando el nivel de agua es bajo o hay alguna irregularidad en el sistema.

#### Software Utilizado

El sistema de detección de peso fue programado utilizando la plataforma Arduino. Las siguientes bibliotecas fueron esenciales para la programación y comunicación del ESP32:

- `<WiFi.h>`: Para establecer la conexión Wi-Fi del ESP32, permitiendo la comunicación en red.
- `<Firebase_ESP_Client.h>`: Biblioteca específica para interactuar con Firebase, que facilitó el envío de datos en tiempo real.
- `HX711.h`: Para la gestión del módulo amplificador HX711, permitiendo la lectura precisa de los datos de peso.
- `<time.h>`: Para la gestión del tiempo, permitiendo registrar el consumo diario y programar las actualizaciones cada 30 segundos.

#### Resultados y Beneficios del Sistema

La implementación de este sistema no solo permitirá la monitorización precisa y en tiempo real de la cantidad de agua disponible en cada dispensador, sino que también abrirá la posibilidad de la realización de análisis detallados sobre el uso del agua en distintas épocas del año y bajo diferentes condiciones climáticas. Esto permitirá anticipar la demanda y ajustar la frecuencia de recarga en función de patrones históricos, asegurando una mejor gestión del recurso y evitando periodos de desabastecimiento.

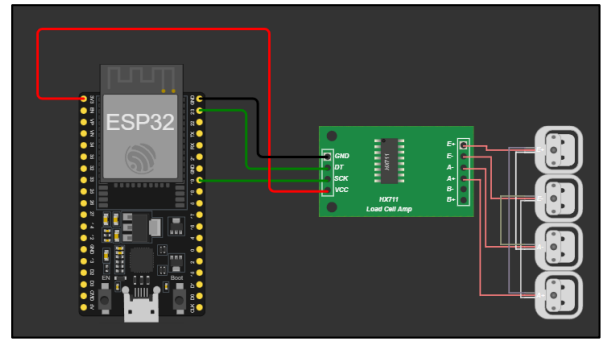


Fig.13. Diagrama de conexión de los sensores con el puente de wheatstone, esp32, el amplificador hx711 y sensores de carga de 50kg.

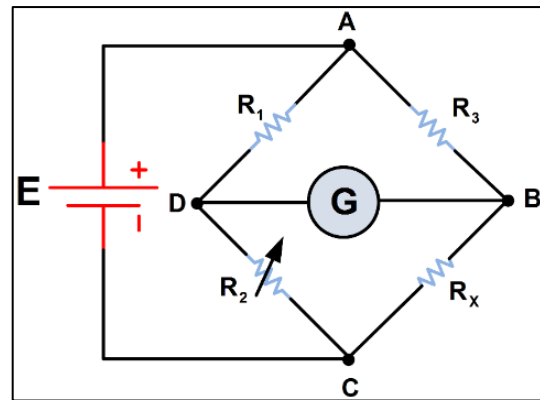


Fig.14. Diagrama puente de wheatstone.

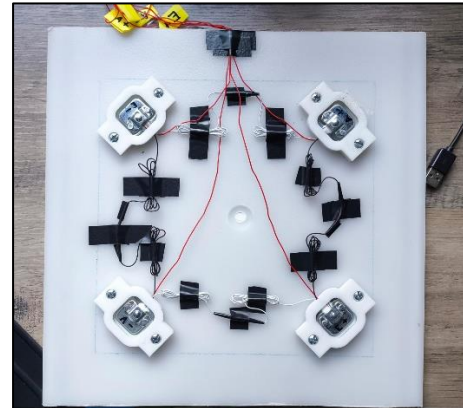


Fig.15. Prototipo de soporte para los sensores de carga, usando el puente de wheatstone, vista inferior.

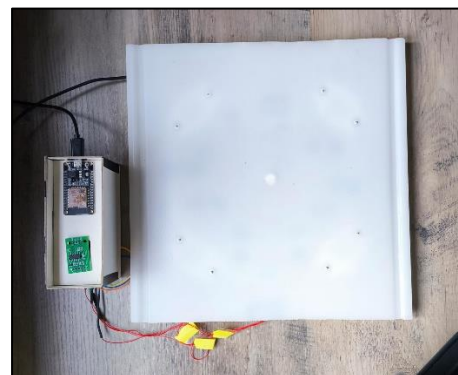


Fig.16. Prototipo de soporte para los sensores de carga, usando el puente de wheatstone, vista superior.

#### e) Gestión de Dependencias y Librerías Utilizadas

Para el desarrollo de la aplicación ATL: CUCEI, se optó por la inclusión de múltiples dependencias esenciales para maximizar la funcionalidad de la aplicación. Durante el proceso de selección de versiones, se decidió usar la especificación any en muchas dependencias, en lugar de optar por una versión específica. Esta elección fue estratégica, ya que evitó posibles conflictos y problemas de compatibilidad entre diferentes dependencias al permitir que la aplicación siempre utilice la última versión estable disponible de cada librería. Este enfoque ayudó a prevenir errores derivados de la desactualización de algunas dependencias o conflictos entre sus actualizaciones.

##### Dependencias Principales

- 1) `shared_preferences`: any
  - Utilizada para almacenar preferencias del usuario localmente en el dispositivo, como el modo oscuro o el idioma preferido.
  - Permite guardar configuraciones que persisten incluso al cerrar la aplicación, mejorando la experiencia del usuario.
- 2) `cupertino_icons`: any
  - Biblioteca que proporciona iconos específicos de estilo iOS. Utilizada para ofrecer una interfaz de usuario amigable y consistente en dispositivos iOS, siguiendo las pautas de diseño de Apple.
- 3) `flutter_native_splash`: any
  - Utilizada para crear una pantalla de carga personalizada al iniciar la aplicación, ofreciendo una experiencia visual fluida durante el arranque.
  - Incluye el logotipo de la aplicación y los colores institucionales del campus, mejorando la identidad visual de la aplicación.
- 4) `flutter_launcher_icons`: any
  - Herramienta para la personalización del icono de la aplicación en las diferentes plataformas. Se utilizó para crear un icono distintivo y fácilmente reconocible que represente la aplicación ATL: CUCEI.
- 5) `firebase_core`: any y `firebase_auth`: any
  - `firebase_core` se usa para la inicialización de Firebase en la aplicación, permitiendo la conexión con los servicios de Firebase.
  - `firebase_auth` es clave para la gestión de la autenticación de usuarios, permitiendo el registro y login seguro mediante correos electrónicos y contraseñas.
- 6) `logger`: any y `logging`: any
  - Utilizadas para la depuración y seguimiento de errores durante el desarrollo. Permiten la captura de logs detallados sobre el comportamiento de la aplicación, facilitando la identificación de problemas.
- 7) `cloud_firestore`: any y `firebase_database`: any
  - `cloud_firestore` se emplea para almacenar datos no estructurados que no necesitan una actualización constante, como la configuración general de la aplicación o perfiles de usuarios.

`firebase_database`, en cambio, es fundamental para la información en tiempo real, especialmente para actualizar el estado de los dispensadores de agua y su nivel actual.

- 8) `ionicons`: any
  - Biblioteca de iconos utilizada para ofrecer una amplia gama de iconos modernos y visualmente atractivos en la interfaz, mejorando la navegabilidad de la aplicación.
- 9) `flutter_map`: any y `latlong2`: any
  - `flutter_map` es la biblioteca base para la implementación del mapa interactivo, proporcionando la infraestructura para visualizar y manejar los mapas en la aplicación.
  - `latlong2` se utiliza para la gestión de coordenadas geográficas, facilitando la localización precisa de los puntos de interés en el campus universitario.
- 10) `weather`: any y `weather_icons`: any
  - Utilizadas en la sección de clima, permitiendo la integración con la API de OpenWeatherMap para mostrar condiciones climáticas actuales y futuras. `weather_icons` se incluye para visualizar el estado del clima mediante iconos intuitivos.
- 11) `intl`: any y `intl_translation`: any
  - Dependencias clave para la localización y la internacionalización de la aplicación, permitiendo traducir textos y gestionar formatos de fechas, números, y monedas dependiendo de la configuración regional del usuario.
- 12) `bubble`: any
  - Biblioteca utilizada para el diseño visual del chatbot, proporcionando un estilo de burbuja en las conversaciones para una mejor presentación y organización del contenido interactivo.
- 13) `http`: any y `uuid`: any
  - `http` permite la realización de solicitudes a APIs externas, esencial para la obtención de datos meteorológicos y para otras funcionalidades que requieren conexión a servicios web.
  - `uuid` se utiliza para generar identificadores únicos, necesarios para la creación de registros únicos en bases de datos o gestión de sesiones.
- 14) `dialogflow_flutter`: any y `speech_to_text`: any
  - `dialogflow_flutter` se integra con Dialogflow para la creación de un chatbot con procesamiento de lenguaje natural, ofreciendo respuestas inteligentes y asistiendo a los usuarios.
  - `speech_to_text` permite la entrada por voz en el chatbot, facilitando la accesibilidad y la interacción natural con la aplicación.
- 15) `rxdart`: any y `flutter_secure_storage`: any
  - `rxdart` proporciona herramientas para la programación reactiva en la aplicación, mejorando la gestión de datos en tiempo real.
  - `flutter_secure_storage` se utiliza para almacenar datos sensibles de manera segura, como credenciales y tokens, protegiendo la privacidad de los usuarios.



## Dependencias de Desarrollo

- `change_app_package_name`: any: Herramienta que facilita el cambio del nombre del paquete de la aplicación, importante durante la fase de publicación en las tiendas de aplicaciones.
- `flutter_test`: Utilizada para la realización de pruebas automatizadas, asegurando la calidad del código y la estabilidad de la aplicación antes de su despliegue.

### ***Módulo I: Gestión de la Tecnología de la Información***

El proyecto fue gestionado utilizando la metodología SCRUM, lo que permitió una organización ágil y efectiva a lo largo de su desarrollo mediante iteraciones bien definidas. Esto facilitó la planificación y el seguimiento continuo del progreso, optimizando la distribución de tareas y manteniendo un enfoque claro en cada fase. Para la gestión de la información y la seguridad de los datos, integraste Firebase, que se utilizó tanto para la autenticación de usuarios como para almacenar y sincronizar datos en tiempo real, garantizando una respuesta rápida y segura dentro de la aplicación.

### ***Módulo II: Sistemas Robustez, Paralelos y Distribuidos***

La arquitectura de la aplicación se basó en un modelo Cliente-Servidor que utiliza protocolos de comunicación HTTP/REST y MQTT para asegurar la transferencia eficiente y confiable de datos. El sistema de monitoreo de los dispensadores se construyó usando Firebase Realtime Database, permitiéndote acceder en tiempo real a información crítica sobre el nivel de agua y el estado operativo de cada dispensador. Adicionalmente, desarrollaste un sistema de sensores conectados a un ESP32, programado para enviar actualizaciones del peso de los dispensadores a la base de datos, asegurando así la disponibilidad precisa y constante de agua en la aplicación.

### ***Módulo III: Justificación de Cómputo Flexible (Soft Computing)***

Aplicaste técnicas de minería de datos y análisis predictivo mediante redes neuronales utilizando Orange Data Mining. A partir de más de 3,000 registros recopilados, creaste modelos predictivos que identificaron patrones de consumo de agua en los módulos del campus, lo que optimizó la distribución y gestión de los dispensadores. El chatbot fue entrenado con la información obtenida a través de estas técnicas, proporcionando recomendaciones personalizadas sobre la ubicación de los dispensadores y permitiendo previsiones precisas del consumo según el consumo frecuente.

## **IV. RESULTADOS OBTENIDOS DEL PROYECTO.**

El desarrollo y la implementación de la aplicación ATL: CUCEI han permitirán obtener resultados significativos en la gestión eficiente del agua en el campus universitario CUCEI. A través de la aplicación, se logrará proporcionar a la comunidad universitaria información precisa y en tiempo real sobre la ubicación de puntos de acceso a agua segura, tanto en dispensadores como en otras fuentes como la ubicación de estantes y baños disponibles. El mapa interactivo, con iconos específicos para cada tipo de punto de acceso, facilitará la localización y permitirá una visualización clara y organizada gracias a la opción de activar o desactivar categorías de iconos, evitando la saturación de información en la pantalla.

El sistema de monitoreo de dispensadores, basado en sensores de peso conectados a una red en tiempo real, resultó en una mayor precisión en el registro del nivel de agua y la operatividad de cada dispensador. Esto permitirá identificar patrones de uso y optimizar la distribución de recursos, mejorando la disponibilidad de agua en los módulos más demandados.

Uno de los aspectos más destacados fue la aplicación de técnicas de minería de datos, utilizando redes neuronales para analizar más de 3,000 registros. Los resultados mostraron una clara tendencia en el consumo de

agua en ciertos módulos, destacando aquellos con mayor demanda, como los módulos E/A, E/B y X, lo que sugiere áreas de mayor afluencia estudiantil. Esta información se reflejó tanto en el chatbot, que ofrece recomendaciones personalizadas a los usuarios sobre los puntos de agua más convenientes, como en la sección de estadísticas, proporcionando una visualización clara de los patrones de consumo.

Sin embargo, aunque los resultados obtenidos son relevantes, se identificó que podrían ser aún más precisos si se contara con una base de datos más amplia y diversa. A pesar de los esfuerzos para recopilar datos a través de encuestas y registros automáticos, la participación de los estudiantes en estas encuestas no siempre fue constante, lo que limita la representatividad de los datos recopilados. Aun así, los análisis realizados permiten establecer una sólida base para futuras investigaciones y ajustes en la distribución de los puntos de agua, ofreciendo una visión clara de las necesidades actuales del campus.

En términos generales, el proyecto ATL: CUCEI demostró ser una herramienta efectiva para abordar la administración del agua en el campus, facilitando la visualización, monitoreo y predicción del consumo de agua. La implementación de la tecnología y la integración de sistemas distribuidos resultaron en una solución integral que combina precisión, eficiencia y facilidad de uso para los estudiantes, contribuyendo a una gestión más sostenible de este recurso vital en la universidad.

## **V. CONCLUSIONES Y TRABAJO A FUTURO.**

El proyecto ATL: CUCEI cumplió satisfactoriamente con los requisitos planteados al inicio, logrando desarrollar una aplicación efectiva para la localización de puntos de acceso a agua segura en el campus universitario. Se estableció una plataforma que combina la funcionalidad de un mapa interactivo con información en tiempo real sobre el estado y la disponibilidad de dispensadores de agua. A través de la integración de tecnologías como Mapbox, Firebase, sensores de carga y análisis de datos, la aplicación logró proporcionar una experiencia de usuario intuitiva y precisa, facilitando la gestión y el acceso a este recurso vital.

La implementación del sistema de monitoreo con sensores de peso para los dispensadores permitió no solo verificar la disponibilidad de agua en tiempo real, sino también permitirá registrar patrones de consumo a lo largo del tiempo, lo que llevará a una administración más eficiente de los recursos. Además, las capacidades predictivas introducidas mediante técnicas de minería de datos, como la red neuronal, proporcionaron una base sólida para comprender mejor las necesidades del campus en cuanto al consumo de agua, aunque con la limitación de una base de datos que podría beneficiarse de una mayor participación estudiantil.

En cuanto a los objetivos secundarios, como la prevención de deshidratación en periodos de calor intenso, la sección de clima cumplió con su propósito, ofreciendo información relevante sobre las condiciones meteorológicas y su correlación con el consumo de agua en el campus. Esto permite a la comunidad universitaria prepararse mejor ante condiciones climáticas adversas y ajustar sus hábitos de consumo en consecuencia.

### **Trabajo a Futuro**

De cara al futuro, uno de los aspectos que se podrían mejorar es la precisión de los datos obtenidos mediante la inclusión de más registros y encuestas que involucren una mayor participación estudiantil, para asegurar una representación más completa de las necesidades del campus. Además, se propone la implementación de un sistema de detección basado en sensores de infrarrojos en las áreas de baños del campus. Este sistema permitiría identificar si los baños están disponibles o no, evitando confusiones causadas por puertas cerradas o señales de limpieza como botes de basura que pueden

bloquear el acceso. La integración de estos sensores permitiría ofrecer información más precisa a los usuarios de la aplicación sobre la disponibilidad de instalaciones, mejorando aún más la experiencia general.

En conclusión, el proyecto ATL: CUCEI ha sentado las bases para una gestión más inteligente y sostenible del agua en el campus universitario, ofreciendo una solución tecnológica que no solo aborda una necesidad práctica, sino que también proporciona un modelo replicable para futuras iniciativas de gestión de recursos en otras áreas de la universidad.

## RECONOCIMIENTOS

A la maestra Martha del Carmen Gutiérrez Salmerón quien me acompañó en el proceso de este proyecto, a Terry mi querido amigo perruno quien me acompañó hasta el último de sus días y a mis padres y amigos que estuvieron ahí para animarme y a no darme por vencido en este proyecto.

## REFERENCIAS

- [1] Schwaber, K., & Sutherland, J. (2020). The Scrum Guide: The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game. Scrum.org. <https://scrumguides.org>
- [2] Anastasov, I. (2023). Flutter Complete Reference: A Practical Guide to Learn Flutter & Dart. Apress.
- [3] Google Developers. (2024). Flutter Documentation. <https://docs.flutter.dev>
- [4] Firebase. (2024). Firebase Realtime Database Documentation. Google. <https://firebase.google.com/docs/database>
- [5] Mapbox. (2024). Mapbox Documentation. <https://docs.mapbox.com>
- [6] Filicori, F., & Baronti, P. (2021). Smart Sensing Technologies for Environmental Monitoring. Elsevier.
- [7] Arduino. (2024). Arduino Documentation. <https://www.arduino.cc/en/Guide/HomePage>
- [8] Orange Data Mining. (2024). Orange Data Mining Documentation. <https://orangedatamining.com>
- [9] OpenWeatherMap. (2024). OpenWeatherMap API Documentation. <https://openweathermap.org/api>
- [10] Wu, M. Y., Chen, J., & Zhang, Y. (2021). Mobile Application Security: Best Practices for App Developers. Springer.
- [11] Google. (2024). Material Design Guidelines. <https://material.io/design>
- [12] International Organization for Standardization. (2011). *ISO/IEC 25010:2011 - Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — System and software quality models*. ISO. <https://www.iso.org/standard/35733.html>
- [13] International Organization for Standardization. (2013). *ISO/IEC 27001:2013 - Information technology — Security techniques — Information security management systems — Requirements*. ISO. <https://www.iso.org/standard/54534.html>
- [14] Institute of Electrical and Electronics Engineers. (2008). *IEEE Standard 829-2008 - IEEE Standard for Software and System Test Documentation*. IEEE. <https://standards.ieee.org/standard/829-2008.html>