

APLICACIÓN WEB PARA EL SEGUIMIENTO Y ANÁLISIS DE LA HUELLA HÍDRICA EN URBE

Realizado por:
Ing. Nicolángelo D´amico / Correo: damiconicola98@gmail.com
Ing. Diego Morillo / Correo: dirgomsebrian25@gmail.com
Ing. Yonerwin Rodríguez / Correo: yonerwinmiguel19@gmail.com

Tutor Académico:
Ing. José Luis Oropeza / Correo: josoro2000@gmail.com

Tutor Metodológico:
Dra. Maribel Ordoñez / Correo: mordonez@urbe.edu.ve

En el contexto de la creciente preocupación por la sostenibilidad y el uso eficiente de los recursos naturales, la gestión adecuada del agua se ha convertido en una prioridad a nivel global. La huella hídrica, un indicador del volumen total de agua dulce utilizado para producir los bienes y servicios consumidos por una comunidad, es una herramienta crucial para evaluar el impacto ambiental y promover prácticas sostenibles. En este sentido, la Universidad URBE, ubicada en Maracaibo,

Venezuela, se enfrenta a desafíos significativos debido a su ubicación en una región caracterizada por un clima caluroso y escasez de recursos hídricos.

El consumo de agua en la Universidad URBE es considerable, dada la gran cantidad de estudiantes, profesores y personal administrativo que utilizan sus instalaciones diariamente. Las actividades académicas, administrativas y de mantenimiento contribuyen al uso intensivo de agua, lo que hace necesario implementar estrategias efectivas para su gestión y conservación. A través de esta investigación, se busca analizar detalladamente el consumo hídrico de la universidad, identificando las áreas de mayor demanda y las oportunidades para reducir el uso innecesario del agua.

La investigación se lleva a cabo en Maracaibo, una ciudad que enfrenta problemas recurrentes de suministro de agua debido a factores climáticos y de infraestructura. En este contexto, la Universidad URBE se compromete a ser un modelo de gestión sostenible del agua, desarrollando una aplicación web que permita el seguimiento y análisis de la huella hídrica. Esta aplicación web no solo proporcionará datos precisos sobre el consumo de agua, sino que también facilitará la implementación de medidas correctivas y educativas para promover una cultura de ahorro y uso eficiente del recurso hídrico entre todos los miembros de la comunidad universitaria

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Primeramente se analiza la información recolectada, donde se determinan los procesos prioritarios para cumplir con los objetivos específicos de esta fase de la investigación, que son analizar la problemática de la huella hídrica en URBE y determinar los requerimientos funcionales para la construcción de la aplicación web. Para dar cumplimiento con la presente fase y lograr obtener una comprensión de la situación actual, se realizó una entrevista a miembros del personal obrero y profesores de URBE, dicha entrevista consistió en preguntas no estructuradas sobre los aspectos pertinentes a la investigación con la finalidad de determinar el problema de la situación actual y la implementación de su posible solución.

Como primera pregunta, se consultó acerca de las técnicas de recolección de agua implementadas. A lo cual los entrevistados pertenecientes al personal obrero mencionaron que URBE no posee puntos de recolección de agua. También con respecto a la compra de agua indicaron, tanto el personal obrero como profesores que no se tiene información exacta de la

cantidad comprada, porque varía significativamente según la temporada y las necesidades del campus.

Continuando con la entrevista, se procedió a consultar sobre la existencia de un programa de concienciación sobre el uso eficiente de agua. Para lo cual comentaron que actualmente está en implementación un programa formal de concienciación para intentar evitar el desperdicio de agua y hacer uso eficiente del agua dentro de las instalaciones. Adicionalmente se consultó si se han implementado estrategias para reducir el consumo de agua, a lo cual los entrevistados detallaron que no existen estrategias concretas, sin embargo, algunos miembros del personal han propuesto medidas como la instalación de grifos ahorradores y campañas de sensibilización.

Por último, se preguntó si se ha realizado algún estudio sobre la huella hídrica en URBE. A lo que se indicó que no se han realizado estudios previos específicos sobre la huella hídrica, lo que refuerza la necesidad de desarrollar una herramienta que permita monitorear y gestionar el consumo de agua.

Para el diseño lógico del sistema se utilizó la herramienta Canva, la cual resultó fundamental para la creación de diagramas de flujo, mapas conceptuales, esquemas de arquitectura del sistema y wireframes de las interfaces. Su interfaz intuitiva y sus amplias opciones de personalización permiten representar de manera clara y detallada los procesos internos de la aplicación, facilitando la comprensión del funcionamiento general del sistema (ver Figura 1).

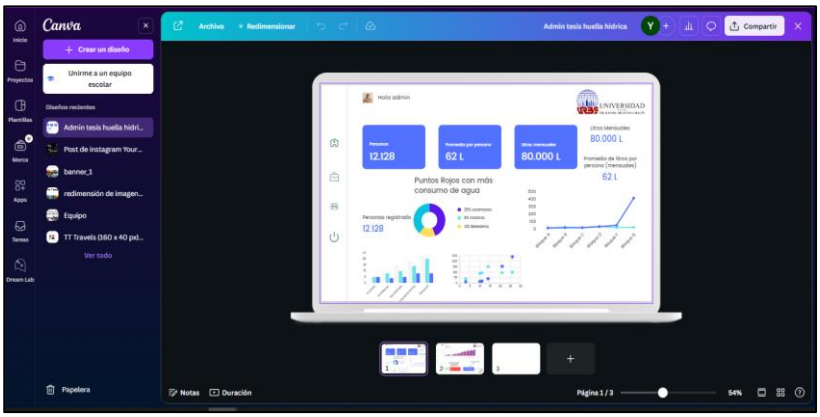


Figura 1. Bosquejo del Panel Administrativo en Canva
Fuente: Elaboración Propia (2025)

Adicionalmente se elaboró un diagrama de flujo, como se observa en la figura 2, donde se representan las acciones que debe realizar el sistema, y sus interacciones con los actores. En este caso, se plasmó las acciones relacionadas con el usuario, las acciones relacionadas al administrador y como se relacionan entre ellos.

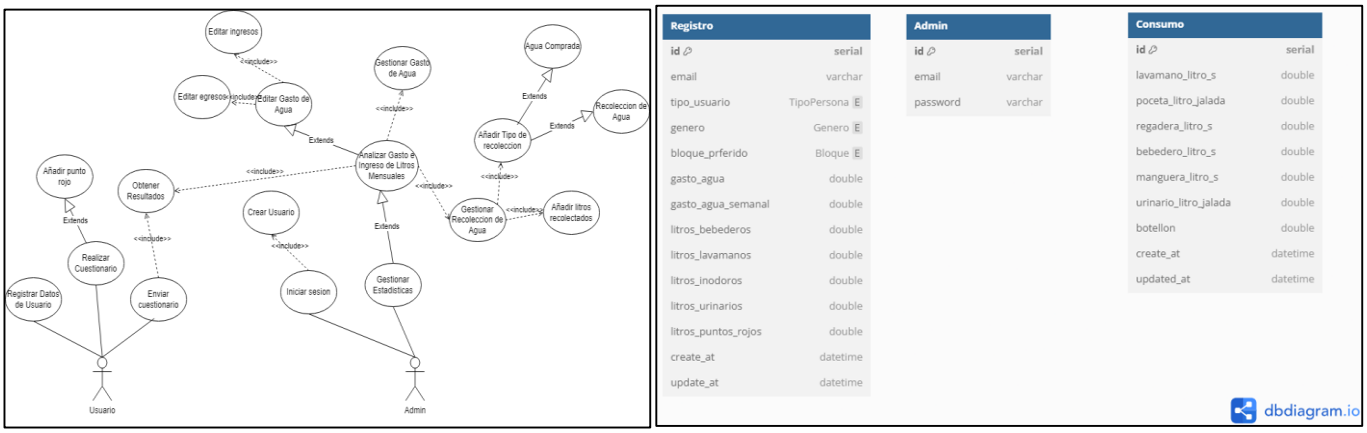


Figura 2. Diagrama de Casos de Uso del Sistema y Esquema de Base de Datos en dbdiagram
Fuente: Elaboración Propia (2025)

Para la elaboración del esquema de base de datos, la herramienta utilizada fue dbdiagram, esta permitió elaborar diagramas de entidad relación en lenguaje natural en forma de pseudocódigo por lo cual facilitó dicha elaboración (ver Figura 2).

En esta etapa se implicó una combinación de actividades técnicas, organizativas y de validación para asegurar la calidad del producto final. A continuación, se detallan los aspectos más relevantes de esta fase.

- Diseño Lógico del Sistema

El diseño lógico de la aplicación web se realizó tomando en cuenta los requerimientos funcionales y no funcionales recopilados durante las fases anteriores. Este diseño permitió establecer una estructura clara para el desarrollo del sistema y definió las relaciones entre sus componentes principales; Asimismo, se establecieron los puntos principales para la elaboración del tablero kanban con las tareas principales a realizar, tal como se observa en la Figura 4. La aplicación utilizada para la elaboración del tablero de actividades es clickup, es una herramienta de gestión de proyectos que permite crear, asignar y personalizar tareas según las necesidades específicas.

- Construcción de la Aplicación WEB

La construcción del sistema siguió un enfoque iterativo, permitiendo desarrollar e integrar de forma progresiva los módulos principales mientras se realizaban validaciones continuas de las funcionalidades implementadas.

En el BackEnd, desarrollado con Deno, se diseñaron y optimizaron los flujos de comunicación entre el FrontEnd y la base de datos. Para el desarrollo y codificación del sistema se utilizó la

herramienta Visual Studio Code, facilitando la gestión del proyecto y la integración de diversas tecnologías.

Para el registro de datos, se implementaron herramientas que permiten registrar el consumo de agua de los usuarios, así como el consumo real de agua reportado en el panel administrativo, incluyendo datos de agua comprada y suministrada por Hidrolago. Para el análisis de datos, se desarrollaron algoritmos que procesan las respuestas del cuestionario y generan recomendaciones personalizadas basadas en los datos históricos. En el FrontEnd, desarrollado con Svelte, se diseñaron interfaces responsivas y dinámicas, adaptadas a diferentes dispositivos.

Como se observa en la Figura 3, estas interfaces incluyen un formulario para registrar datos del usuario (correo electrónico, género, tipo de usuario y consumo aproximado), un cuestionario interactivo con retroalimentación y reportes gráficos que presentan resultados de manera clara e intuitiva.

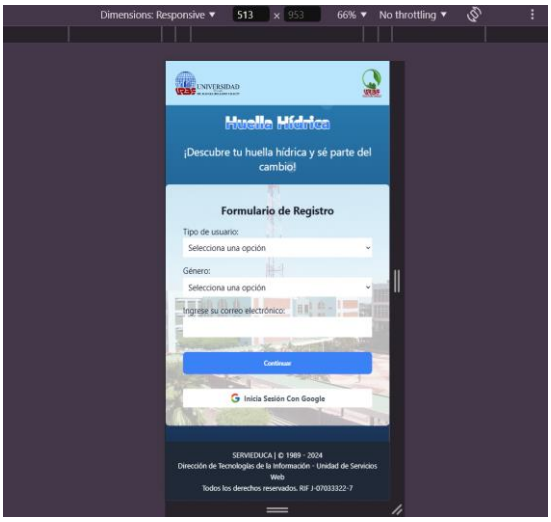


Figura 3. Interfaz Web y Formulario Planteado
Fuente: Elaboración Propia (2025)

La integración de módulos permitió una interacción fluida entre el cuestionario y el módulo de análisis. Esto facilitó que las recomendaciones personalizadas se generarán y presentarán al usuario en tiempo real, además de consolidar los datos en reportes gráficos accesibles desde el panel administrativo.

Durante la implementación del sistema, se llevaron a cabo diversas actividades organizadas en función de las necesidades técnicas y administrativas del proyecto. En primer lugar, se realizó una capacitación del equipo, enfocada en el uso de herramientas como Deno y Svelte para el desarrollo e implementación del sistema. Estas sesiones incluyen el diseño de algoritmos para el análisis de datos y la integración de módulos clave. Paralelamente, el equipo administrativo fue

capacitado en el uso del panel de monitoreo, aprendiendo a interpretar reportes generados por el sistema y registrar datos relacionados con el consumo real de agua, agua adquirida y suministrada, la gestión del trabajo se organizó mediante un tablero Kanban, donde las tareas se categorizaron en actividades clave como:

1) Desarrollo del algoritmo de análisis de datos
2) Diseño e implementación del cuestionario interactivo
3) Integración del módulo de recomendaciones personalizadas
4) Generación de reportes gráficos interactivos

El uso de Kanban permitió priorizar las tareas críticas y mantener un flujo constante, asegurando la coordinación efectiva entre los miembros del equipo. Finalmente, se realizaron actividades de monitoreo y ajuste del sistema. Durante esta etapa, se llevaron a cabo pruebas exhaustivas para verificar que las recomendaciones generadas por el módulo de análisis fueran coherentes y útiles para los usuarios. También se ajustaron los flujos de datos para optimizar tiempos de respuesta y mejorar la experiencia de usuario en el cuestionario y el panel administrativo.

Posteriormente, se ejecutó una evaluación continua del funcionamiento del sistema, con el objetivo de optimizar los procesos implementados y garantizar la mejora continua de la aplicación web diseñada para el entorno universitario de URBE. Para ello, se implementaron estrategias basadas en metodologías ágiles, como Kanban, y el enfoque de pruebas de Kendall y Kendall, asegurando un control riguroso del rendimiento y la calidad del sistema.

- Implementación de Kanban para mejora continua, se optimizó el uso del sistema Kanban para mejorar el flujo de trabajo. Entre las principales actividades realizadas se incluyen:
  - Creación de un tablero visual:
  - Gestión de tareas.
  - Monitoreo y mejora del flujo de trabajo.
  - Identificación de cuellos de botella.
- Actividades de prueba según Kendall y Kendall, para asegurar la funcionalidad de la aplicación web, se implementó un plan de pruebas exhaustivo basado en la metodología de Kendall y Kendall, el cual incluyó:
  - Planificación de pruebas.
  - Ejecución de pruebas unitarias.
  - Validación de la funcionalidad.

- Ajustes y correcciones.

Finalmente, se elaboró un manual de usuario común y de usuario administrador cuyo objetivo es establecer un paso a paso para guiar al usuario de la aplicación en el uso de la misma, indicando como registrar el consumo de agua, analizar datos y, en el caso del personal autorizado, gestionar información administrativa relacionada con el uso del agua en la institución.

- **MANUAL DE USUARIO**

1. Como se observa en la figura 4, el primer paso es seleccionar el tipo de usuario (estudiante, profesor, personal o personal de mantenimiento). Luego seleccionar género.



Figura 4. Selección de tipo de usuario Selección de tipo de género
Fuente: Elaboración Propia (2025)

2. Luego ingresar correo electrónico del usuario (ver figura 5) y presionar el botón *Continuar* al finalizar. En caso de que el usuario tenga una cuenta de google, presionar el botón que dice *Inicia sesión con google* (ver figura 5) y se redirige a una página donde se puede seleccionar la cuenta de google del usuario.

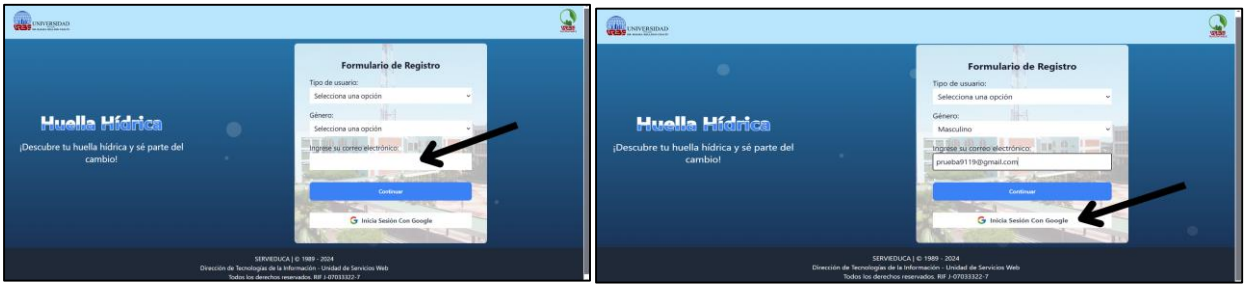


Figura 5. Ingresar correo electrónico e Iniciar Sesión con Google
Fuente: Elaboración Propia (2025)

3. Como se observa en figura 6, la siguiente página, se observa un formulario para ingresar donde considera el usuario se consume más agua y algunas preguntas sobre el consumo semanal de agua en las instalaciones modificable con los botones + y -. Luego de responder el formulario en la parte superior el usuario debe presionar el botón azul *Continuar* (ver figura 6).

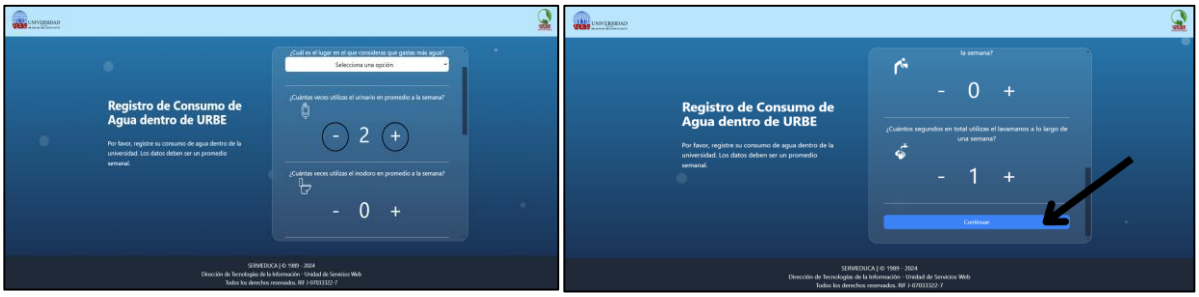


Figura 6. Formulario de Consumos y Finalizar Formulario
Fuente: Elaboración Propia (2025)

4. Como se observa en la figura 7, la siguiente página muestra las respuestas del gasto de aguar aproximado del usuario.



Figura 7. Respuesta de Gastos y Página Web de Urbe Sustentable
Fuente: Elaboración Propia (2025)

5. Cuando se selecciona el botón *Finalizar* se redirige a la página web de Urbe Sustentable (ver figura 8). En el caso de que el usuario sea del tipo “Personal de Mantenimiento” se muestra el botón *Agregar gasto de Agua* (ver figura 8) para activar una ventana de formulario donde se ingresan el nombre de gasto de agua y los litros correspondientes por semana de dicho gasto y se guardan al seleccionar el botón *Aceptar* (ver figura 9). En caso de que el usuario tenga un consumo de agua menor al promedio, aparecerá una animación de confeti (ver figura 18), de lo contrario aparece un mensaje indicando disminuir el consumo y con la alerta del punto rojo recomendado para disminuir su consumo (ver figura 10).

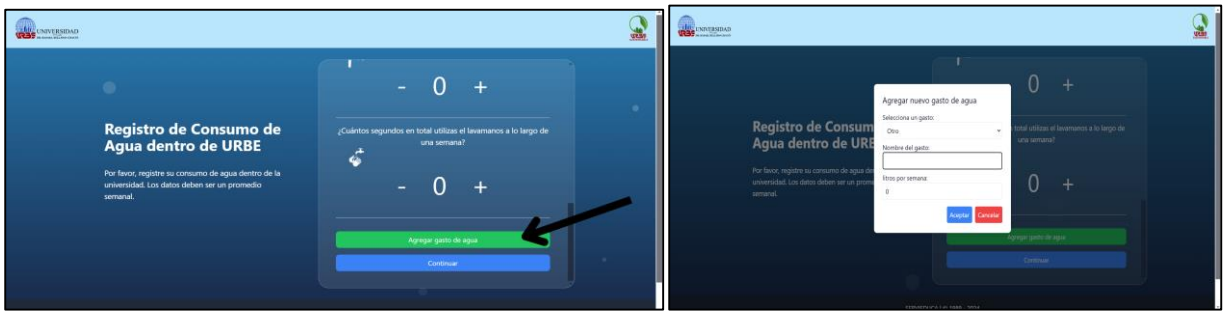


Figura 9. Botón para usuario Personal de Mantenimiento y Ventana de formulario adicional
Fuente: Elaboración Propia (2025)



Figura 10. Animación para Consumo Menor al Promedio y Mensaje de Alerta y Recomendación
Fuente: Elaboración Propia (2025)

MANUAL DE USUARIO ADMINISTRATIVO

1. Para ingresar al panel administrativo se debe presionar el punto ubicado en la parte inferior del pie de página (ver figura 11). A continuación se muestra la pantalla de login para ingresar el usuario y clave correspondiente.

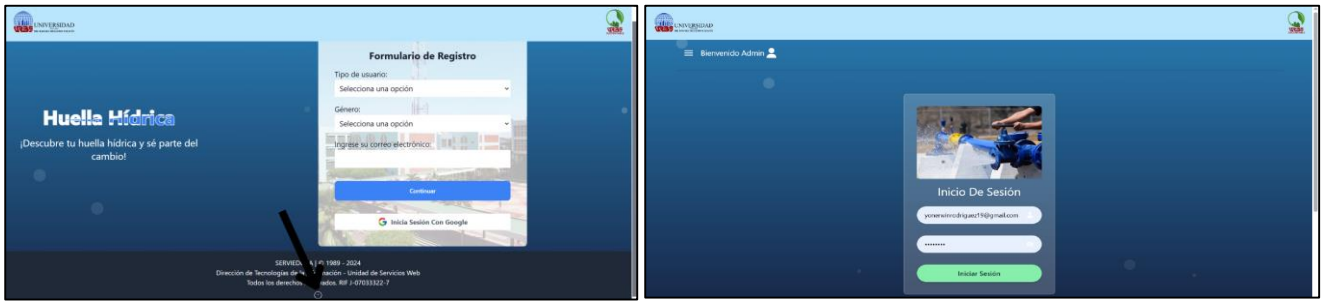


Figura 11. Acceso al Panel Administrativo y Pantalla de Login
Fuente: Elaboración Propia (2025)

2. Luego se observa el panel administrativo donde se vizualizan las gráficas de los datos arrojados en el formulario por los usuarios, en “Personas” es el número de usuarios que completaron el formulario, el promedio por personas es promedio del gasto del agua por persona, los litros mensuales es el gasto aproximado de los litros de agua gastados en URBE.

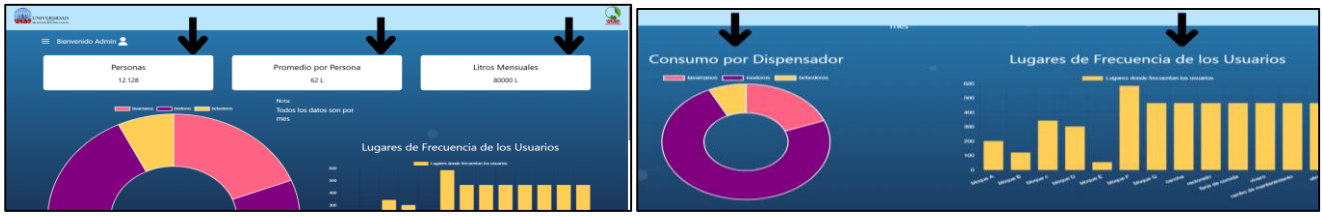


Figura 12. Panel Administrativo y Gráficas por Punto Rojo y Lugares de Frecuencia de los Usuarios
Fuente: Elaboración Propia (2025)

3. También se pueden visualizar las gráficas del consumo por tipo de usuario y el consumo mensual arrojado por los usuarios. Para ingresar en el panel administrativo de los gastos reales

del gasto de agua de URBE se debe seleccionar el botón azul que tiene por nombre “datos del consumo” (ver figura 13).

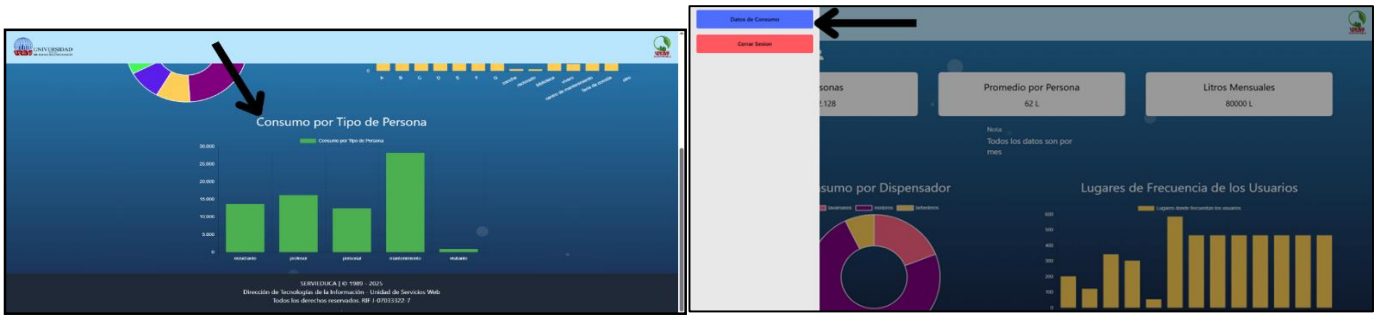


Figura 13. Gráficas de Consumo por Tipo de Usuario, Consumo Mensual y Panel Administrativo de Gatos Reales
Fuente: Elaboración Propia (2025)

4. Luego se visualiza una gráfica donde se indican los ingresos y los egresos de agua mensual de URBE (ver figura 14).



Figura 14. Gráfico de Ingresos y Egresos Mensuales
Fuente: Elaboración Propia (2025)

5. Cuando se selecciona el botón azul *Ingreso de agua* aparece una ventana para indicar el tipo de ingreso del agua, ya sea el agua comprada o el agua suministrada, la fecha del ingreso y los litros recolectados, por último, seleccionar al botón de *guardar* o en caso de cancelar la operación darle al botón *cerrar*. Cuando se selecciona el botón rojo *Litros que se gastaron* aparece una ventana para indicar el egreso del agua donde se indica el mes de gasto y litros de agua gastados, por último seleccionar al botón de *guardar* o en caso de cancelar la operación darle al botón *cerrar* (ver figura 15).

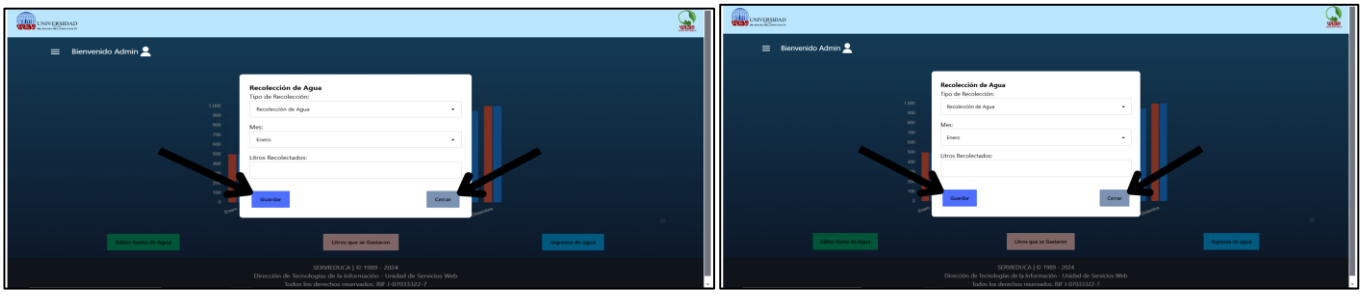


Figura 15. Ventana de ingreso de agua y Ventana de egreso de agua
Fuente: Elaboración Propia (2025)

6. En la parte derecha se puede observar los meses Que superaron el litraje promedio por mes de la universidad. Al darle click al botón color Amarillo se descargará un archivo en formato pdf que incluirá los reportes de los consumos de agua (ver figura 16).

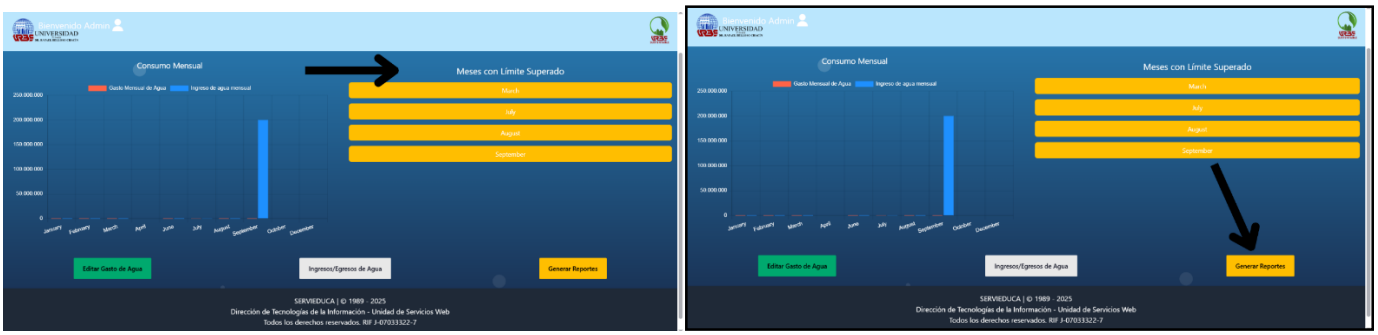


Figura 16. Alerta de Meses con Límite de Agua Superado y Botón para Generar Reportes
Fuente: Elaboración Propia (2025)

7. Luego de darle click al botón amarillo que tiene por nombre “generar reportes” se descargara automáticamente un archivo pdf donde se muestra todos los consumos de agua mensuales (ver figura 17).

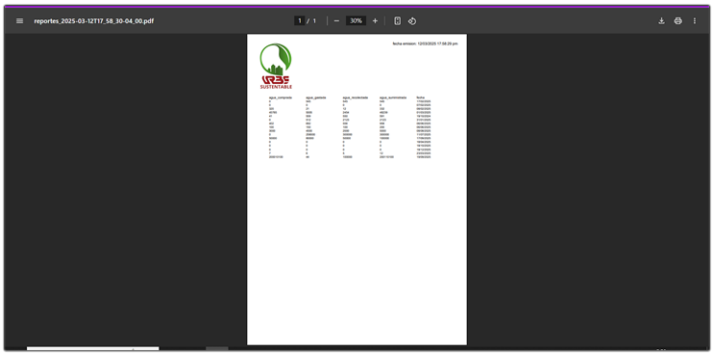


Figura 17. Reporte Generado
Fuente: Elaboración Propia (2025)

8. En el botón verde que está ubicado en el parte inferior izquierdo está el botón que tiene por nombre “Editar Gasto de Agua” en el que se podrá realizar alguna modificación de los consumos agregados. Luego de darle al botón tiene por nombre “Editar Gasto de Agua” se va a redirigir a la ventana de edición de los consumos, en la columna de “opciones” se podrá observar un botón blanco que tiene por nombre “ver” donde se podrá modificar el consumo de ese mes (ver figura 18).

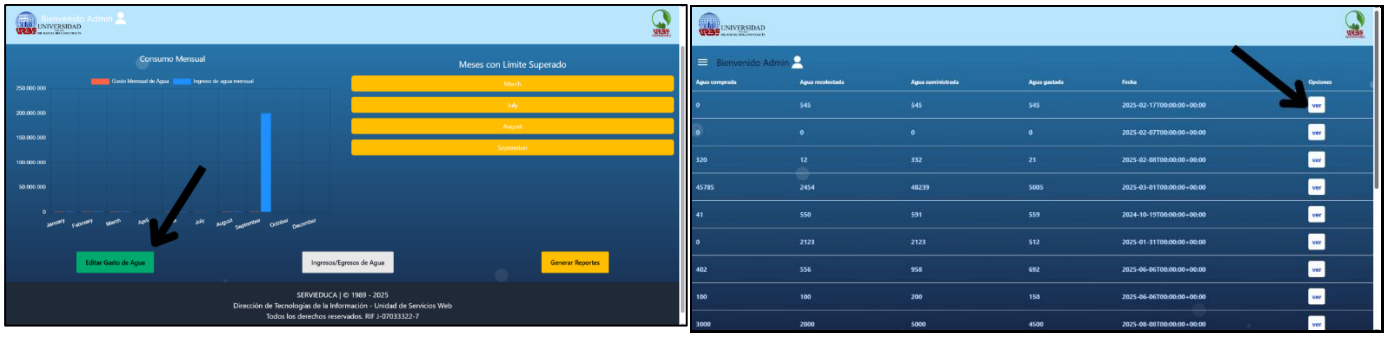


Figura 18. Edición de Gasto de Agua y Ventana de Edición de Consumos
Fuente: Elaboración Propia (2025)

9. Luego de darle click al botón blanco “ver” se desplegará una venana modal donde se podrá modificar los ingresos, egresos y la fecha de ese consumo, en caso de modificar el consumo para aplicar los cambios hay que darle al botón izquierdo color verde que tiene por nombre “aceptar” o en caso de cancelar los cambios se le da click al botón color blanco que tiene por nombre “cancelar” y se actualizará automáticamente los cambios aplicados en caso de que se haya realizado algún cambio. (ver figura 19).

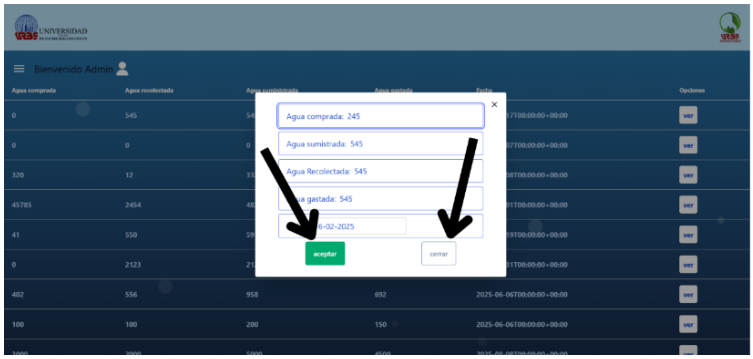


Figura 19. Reporte Generado
Fuente: Elaboración Propia (2025)

CONCLUSIONES

El desarrollo del sistema se basó en una comprensión detallada de la problemática del consumo de agua dentro de la universidad, lo que permitió estructurar una solución acorde a los requerimientos específicos de la institución. A partir de este análisis, se establecieron las funciones esenciales que

debía cumplir la aplicación, asegurando que su diseño lógico y construcción respondieran eficazmente a las necesidades identificadas. De esta manera, la plataforma se consolidó como una herramienta intuitiva y funcional, capaz de monitorear el consumo de agua y proporcionar información valiosa a los usuarios.

Se analizó la problemática de la huella hídrica en URBE, permitiendo comprender su impacto y los factores que la afectan. A partir de este análisis, se determinaron los requerimientos funcionales necesarios para la construcción de la aplicación web, asegurando que cubriera las necesidades identificadas. Se diseñó lógicamente la aplicación web con base en estos requerimientos y se procedió a su construcción a partir del modelo lógico desarrollado. Además, se llevaron a cabo pruebas respectivas para demostrar la funcionalidad de la aplicación web, verificando su correcto desempeño en la recopilación y análisis de datos sobre el consumo de agua. Finalmente, se elaboró un manual de usuario detallado para facilitar la comprensión y utilización de la plataforma por parte de los distintos actores involucrados.

El sistema propuesto representa una solución innovadora que involucra a todos los miembros de la comunidad universitaria. Su capacidad para procesar datos y ofrecer recomendaciones personalizadas facilita la adopción de hábitos responsables, contribuyendo a la reducción de la huella hídrica en la universidad. Además, la estructura lógica y técnica con la que fue diseñada garantiza su funcionalidad y adaptabilidad, lo que permite futuras mejoras y ampliaciones conforme evolucionen las necesidades institucionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Celi, R., Boné, M., y Mora, A. (2023). Programación Web del Frontend al Backend. 1ra Edición. Santo Domingo, Ecuador: Editorial Grupo AEA.Boylestad, R. y Nashelsky, L. (2017). **Electrónica: teoría de circuitos y dispositivos electrónicos.** México: Pearson Educación.

Responsabilidad Social Empresarial y Sustentabilidad. (2021, Diciembre 01). Agua: Qué es, Definición, Características e Importancia. Página Web en Línea Disponible: https://responsabilidadsocial.net/agua-que-es-definicion-caracteristicas-e-importancia/. (Consulta: 2025, Febrero 22).

Tierragrata.org. (2022, Marzo 22). ¿Qué es la huella hídrica y cuál es su importancia para el desarrollo sostenible? Página Web en Línea Disponible: https://tierragrata.org/dia-mundial-del-agua-2022-que-es-la-huella-hidrica-y-cual-es-su-importancia-para-el-desarrollo-sostenible. (Consulta: 2025, Febrero 22)Ogata, Canto y Bencomo (2003). **Ingeniería de Control Moderna**. adrid: Pearson Educación.