



## **Sistema de información ambiental ESP El Santuario**

Leonel Alfonso Zapata Méndez

Alcides Antonio Zapata Méndez

Informe de práctica para optar al título de Ingeniero de Sistemas

Modalidad de Práctica

Semestre de Industria o Práctica Empresarial

Asesora

Diana Margot López Herrera

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Ingeniería de Sistemas

Medellín, Antioquia, Colombia

2024

Cita	Zapata Méndez y Zapata Méndez [1]
<b>Referencia</b>  Estilo IEEE (2020)	[1] Zapata Méndez, L.A y Zapata Méndez, A.A, “Sistema de información ambiental ESP El santuario” Semestre de industria, Ingeniería de sistemas, Universidad de Antioquia, Medellín, 2024.



**Repositorio Institucional:** <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - [www.udea.edu.co](http://www.udea.edu.co)

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

RESUMEN .....	9
ABSTRACT .....	10
I. INTRODUCCIÓN .....	11
II. OBJETIVOS.....	12
A. Objetivo general.....	12
B. Objetivos específicos.....	12
III. MARCO TEÓRICO .....	13
1. Empresas de Servicios Públicos Domiciliarios .....	13
2. Gestión de Residuos Sólidos en El Santuario .....	13
3. Plataforma Tecnológica de la Empresa de Servicios Públicos.....	13
4. Principios Fundamentales en el Desarrollo de Aplicaciones Web .....	13
5. Tecnologías para el Desarrollo en .NET .....	14
6. Buenas Prácticas en el Desarrollo de Software .....	16
7. Pruebas y Despliegue .....	16
8. Metodologías Ágiles .....	17
9. Bootstrap y su Relevancia en el Desarrollo Web .....	17
IV. METODOLOGÍA .....	19
Análisis de requerimientos:.....	19
Diseño de alto nivel de la solución.....	19
Desarrollo de software .....	19
Planificación del Sprint:.....	20
Desarrollo Iterativo:.....	20
Revisión y Ajustes: .....	20
Documentación.....	20

Entrega Final .....	20
Cronograma de Actividades.....	21
Presupuesto .....	22
V. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	23
Descripción módulo Barrido .....	27
Descripción Módulo Recolección de Residuos.....	30
Descripción Módulo Residuos Particulares .....	33
Descripción de Módulo Planeación de Rutas.....	36
Descripción Módulo Administrador de Residuos .....	38
VI. DISCUSIÓN .....	40
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	42

## LISTA DE TABLAS

Tabla I (Presupuesto).....	22
----------------------------	----

## LISTA DE FIGURAS

Imagen número 1(Fundamentos de desarrollo web) .....	14
Imagen número 2 (.NET).....	15
Imagen número 3 (MySQL).....	15
Imagen número 4 (Buenas practicas en el desarrollo web) .....	16
Imagen número 5 (Integración continua) .....	17
Imagen número 6 (Metodología Scrum).....	17
Imagen número 7 (Bootstrap) .....	18
Imagen número 9 (ingresar un nuevo registro).....	28
Imagen número 10 (Modificar un registro de barrido).....	28
Imagen número 11 (filtrar registro barrido).....	29
Imagen número 12 (Ver rutas asignadas) .....	29
Imagen número 13 (Generar un informe de barrido) .....	30
Imagen número 14 (Ingresar un nuevo Registro de recolección) .....	31
Imagen número 15 (Modificar un Registro de recolección existente) .....	31
Imagen número 16 (Filtrar Registros de Recolección de Residuos) .....	32
Imagen número 17 (Ver rutas asignadas para recolección de Residuos) .....	32
Imagen número 18 (Generar un Informe de Recolección de Residuos).....	33
Imagen número 19 (Ingresar un registro particular) .....	34
Imagen número 20 (Ingresar nuevo cliente) .....	34
Imagen número 21 (Modificar un registro de residuos particulares) .....	34
Imagen número 22 (filtrar por fecha) .....	35
Imagen número 23 (Generar un informe de residuos particulares en excel) .....	35
Imagen número 24 (Ingresar una nueva planeación de ruta).....	36
Imagen número 25 (Ingresar nueva ruta).....	37

Imagen número 26 (Modificar un registro de planeación ruta) .....	37
Imagen número 27 (Filtrar por fecha) .....	37
Imagen número 28 (Generar un informe de planeación ruta en excel) .....	38
Imagen número 29 (Visualizar registros filtrados en un rango de fecha) .....	39
Imagen número 30 (Tabla dinámica y Gráfica con la información resumida) .....	39
Imagen número 31 (Generar un informe consolidado en excel).....	40

## SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

<b>ESP:</b>	Empresa de Servicios Públicos
<b>UdeA:</b>	Universidad de Antioquia
<b>TI:</b>	Tecnologías de la Información
<b>SIRE:</b>	Sistema de Información de Residuos Empresa de Servicios Públicos
<b>.NET:</b>	Network Enabled Technology
<b>SQL:</b>	Structured Query Language
<b>UI/UX:</b>	User Interface/User Experience
<b>GPS:</b>	Global Positioning System
<b>CI/CD:</b>	Continuous Integration/Continuous Deployment
<b>HTTP:</b>	Hypertext Transfer Protocol

**RESUMEN**

El presente proyecto tuvo por objetivo desarrollar e implementar el módulo de software “Sistema de Información de Residuos Empresa de Servicios Públicos del Santuario SIRE”. El cual se articula con el sistema de soluciones WEB de la ESP, entregando la sistematización digital de los formularios utilizados por el área ambiental de la Empresa de Servicios Públicos de El Santuario, que gestionan la información de los residuos en el municipio. Este desarrollo permite la gestión en tiempo real de la información, facilitando la captura, el almacenamiento y la generación de reportes basados en los datos recopilados. La solución planteada transforma el proceso manual antiguo en un sistema digital eficiente, reduciendo el margen de error y mejorando la precisión en el manejo de la información. Además, permite a los usuarios del área ambiental acceder a la aplicación desde cualquier dispositivo con conexión a internet, lo que optimiza el tiempo y los recursos dedicados a estas tareas. Asimismo, se espera que la implementación de esta tecnología favorezca una mayor sostenibilidad y responsabilidad ambiental por parte de la empresa.

El proyecto se llevó a cabo por dos estudiantes de Ingeniería de Sistemas modalidad virtual, quienes trabajaron en estrecha colaboración con un asesor técnico del área de sistemas de la Empresa de Servicios Públicos de El Santuario y un asesor académico de la Universidad de Antioquia. El proyecto tuvo una duración de 24 semanas; aportando de esta manera al desarrollo de la región.

***Palabras clave*** — Gestión Integral, Residuos orgánicos, Residuos no aprovechables, Sistema de Información Ambiental.

**ABSTRACT**

The objective of this project was to develop and implement the software module "Waste Information System of Public Services Company of El Santuario (SIRE)". This module is integrated with the WEB solutions system of the Public Services Company (ESP), providing digital systematization of the forms used by the environmental department of the company, responsible for managing waste information in the municipality. This development allows real-time management of the data, facilitating the capture, storage, and generation of reports based on the collected information. The proposed solution transforms the previous manual process into an efficient digital system, reducing the margin of error and improving accuracy in data management. Furthermore, it allows users of the environmental department to access the application from any device with an internet connection, optimizing the time and resources dedicated to these tasks. Additionally, the implementation of this technology is expected to enhance the company's sustainability and environmental responsibility.

The project was carried out by two Systems Engineering students enrolled in the virtual modality, who worked closely with a technical advisor from the Public Services Company of El Santuario and an academic advisor from the University of Antioquia. The project lasted for 24 weeks, thus contributing to the development of the region.

***.Keywords* — Integral Management, Organic Waste, Non-Recyclable Waste, Environmental Information System.**

---

## I. INTRODUCCIÓN

La propuesta de prácticas académicas tiene como objetivo brindar a los estudiantes del programa de Ingeniería de Sistemas la oportunidad de adquirir experiencia empresarial, enfrentando situaciones reales, con usuarios y problemas propios de un ecosistema empresarial. Los estudiantes, residentes del municipio de El Santuario, buscan aplicar sus conocimientos para contribuir al desarrollo local mientras cumplen con los requerimientos de su práctica académica, alineándose con la misión de los programas virtuales de la Universidad de Antioquia.

La Empresa de Servicios Públicos de El Santuario, creada el 1 de octubre de 1998 como una empresa industrial y comercial del estado a nivel municipal, se dedica a la prestación de servicios domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo. Esta empresa está comprometida con el desarrollo social, la protección del medio ambiente y la innovación tecnológica. Sin embargo, uno de los principales retos que enfrenta actualmente es la gestión eficiente y en tiempo real de la información generada en sus procesos operativos dentro del área ambiental. Esta área utiliza formularios manuales para gestionar información relacionada con el barrido, la recolección de residuos y los residuos particulares, recopilando datos que son cruciales para el control operativo y la toma de decisiones.

La falta de una solución tecnológica dedicada afecta la eficiencia de la gestión de los funcionarios y limita la agilidad en el manejo de la información, lo que impacta negativamente en la optimización de los procesos. Esto se traduce en una operatividad menos eficiente y en dificultades para basar decisiones en datos precisos y oportunos.

Con el fin de abordar esta problemática, se propone el desarrollo e implementación de un módulo integrado en una aplicación existente para el área ambiental de la Empresa de Servicios Públicos de El Santuario. Este módulo permitirá la sistematización de los formularios utilizados en los procesos operativos, facilitando la gestión en tiempo real de la información desde la captura hasta la generación de informes. La empresa se compromete a brindar la información necesaria para el desarrollo del proyecto y a proporcionar asistencia técnica a través de un asesor interno. Por su parte, los estudiantes se comprometen a seguir las buenas prácticas establecidas por la industria del desarrollo de software y las directrices de la empresa en cuanto a la gestión de tecnologías de la información, garantizando un producto de alta calidad.

## II. OBJETIVOS

### A. Objetivo general

Implementar un módulo de gestión de la Información de la información de barrido, recolección y disposición de residuos sólidos para la Empresa de Servicios Públicos de Santuario Antioquia, de acuerdo con la arquitectura de TI que permita su integración con los sistemas de información existentes.

### B. Objetivos específicos

- Analizar de información de barrido, recolección y disposición de los residuos sólidos y las necesidades de gestión de la misma, al interior de la ESP de El Santuario.
- Proponer un modelo de gestión de la información de residuos en la Empresa de Servicios Públicos de Santuario ESP Santuario.
- Codificar una solución de software de acuerdo a los estándares de TI de la EPS el Santuario y el modelo de solución propuesto.
- Desplegar el módulo desarrollado en la plataforma tecnológica de la ESP.
- Crear manuales de usuario y técnicos para el módulo desarrollado, SIRE.

### **III. MARCO TEÓRICO**

#### **1. Empresas de Servicios Públicos Domiciliarios**

Las empresas de servicios públicos domiciliarios son sociedades cuyo objeto es la prestación de servicios esenciales como acueducto, alcantarillado y aseo. Estas empresas pueden ser privadas, mixtas u oficiales, dependiendo de la naturaleza de su capital. Si su capital es totalmente estatal, son consideradas oficiales y sus trabajadores se rigen por normas de derecho público. En contraste, si son de capital privado o mixto, se rigen por el Código Sustantivo del Trabajo [1].

El servicio de aseo público se basa en la gestión integral de los residuos sólidos, incluyendo su recolección, transporte, tratamiento y disposición final. El Decreto 1713 de 2002 define el servicio ordinario y especial: el primero se refiere al manejo estándar de residuos, mientras que el segundo se encarga de residuos peligrosos o que requieren un tratamiento especializado [2]. La Ley 142 de 1994 establece estas actividades como servicios públicos domiciliarios, ejecutados en el lugar donde se generan los residuos [3].

#### **2. Gestión de Residuos Sólidos en El Santuario**

El municipio de El Santuario, con una extensión de 76 km<sup>2</sup> y una población de 38,887 habitantes, genera anualmente un promedio de 5,753 toneladas de residuos sólidos no aprovechables. La recolección se organiza en dos rutas urbanas con frecuencia de dos días por semana y diez rutas rurales con frecuencia mensual. Adicionalmente, el municipio cuenta con un servicio de barrido en tres rutas distintas, con frecuencias variables, y un servicio separado de recolección de residuos orgánicos [4].

#### **3. Plataforma Tecnológica de la Empresa de Servicios Públicos**

La Empresa de Servicios Públicos de El Santuario (ESP) tiene una plataforma tecnológica basada en la tecnología .NET para cualquier solución web que se desarrolle. El desarrollo propuesto para este proyecto será una solución web que debe ser compatible e integrable con dicha plataforma [5].

#### **4. Principios Fundamentales en el Desarrollo de Aplicaciones Web**

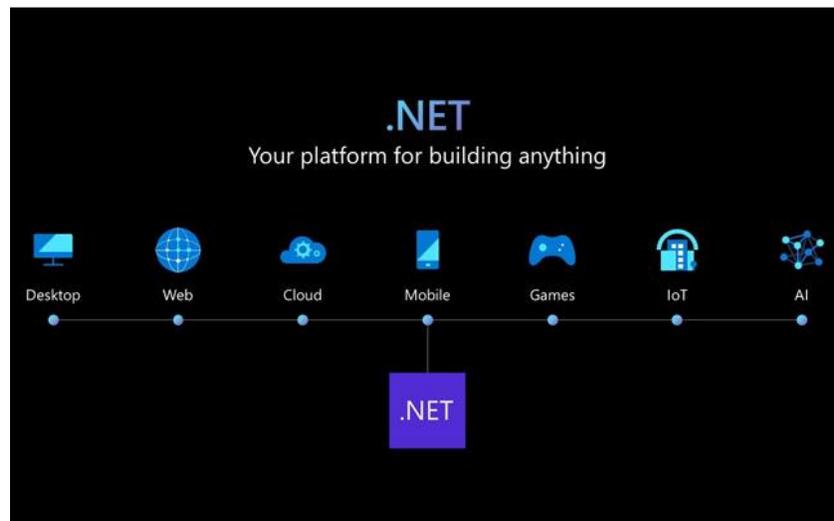
En el desarrollo de aplicaciones web, es fundamental comprender los principios de la arquitectura web, los protocolos de comunicación cliente-servidor (como HTTP), y el diseño de interfaces de usuario (UI/UX). Tecnologías clave como JavaScript, HTML y CSS son esenciales para crear aplicaciones dinámicas y responsivas. Frameworks como Bootstrap, que facilita el diseño adaptativo de páginas web, permiten mejorar la experiencia del usuario y optimizar la presentación del contenido en distintos dispositivos [6].



**Imagen número 1(Fundamentos de desarrollo web)  
Fuente (Ingenio virtual)**

## **5. Tecnologías para el Desarrollo en .NET**

El framework .NET, una plataforma de código abierto y multiplataforma, está diseñado para soportar el desarrollo de diversos tipos de aplicaciones, ofreciendo productividad, rendimiento, seguridad y confiabilidad. Sus características clave incluyen la gestión automática de memoria, configuración automática y desarrollo basado en convenciones, lo que permite crear aplicaciones web eficientes [7].



**Imagen número 2 (.NET)**  
**Fuente (Microsoft news)**

MySQL, por otro lado, es un sistema de gestión de bases de datos relacional de código abierto ampliamente utilizado en entornos que requieren una solución robusta y escalable. Este sistema utiliza el lenguaje SQL para gestionar y manipular datos, y se integra fácilmente con tecnologías como .NET, lo que lo hace ideal para este tipo de proyectos [8].



**Imagen número 3 (MySQL)**  
**Fuente (Bambu Mobile)**

## 6. Buenas Prácticas en el Desarrollo de Software

Para garantizar la calidad del código, es fundamental seguir las buenas prácticas de la industria. El enfoque en principios como los de Clean Code promueve la escritura de código claro, legible y mantenible. Estos principios incluyen la claridad, simplicidad, expresividad y modularidad, lo que asegura que el código sea fácil de entender y modificar [9].



**Imagen número 4 (Buenas prácticas en el desarrollo web)**  
**Fuente (Blog de Innevo)**

Además, es esencial aplicar patrones de diseño como el patrón de fábrica abstracta y el patrón observador en .NET para facilitar la organización y reutilización del código. Las APIs de .NET proporcionan acceso a funcionalidades del sistema operativo, mejorando la integración y flexibilidad en el desarrollo [10].

## 7. Pruebas y Despliegue

En este proyecto, aunque no se implementó un sistema de **despliegue continuo automatizado mediante CI/CD**, se siguió un proceso de **pruebas y despliegue manual** que garantizó la estabilidad del sistema. Las pruebas, que incluyeron pruebas unitarias, de integración y de aceptación, fueron fundamentales para asegurar que el software cumpliera con los requisitos establecidos y funcionara correctamente antes de ser entregado a los usuarios finales. [11].



**Imagen número 5 (Integración FTP con Filezilla)**  
**Fuente (Codigoencasa.com)**

## 8. Metodologías Ágiles

Para la gestión del proyecto, adoptó Scrum, un marco ágil que permite la entrega iterativa e incremental de productos. Scrum se enfoca en ciclos cortos denominados sprints, que permiten al equipo adaptarse rápidamente a los cambios. Los roles clave en Scrum incluyen el Scrum Master, el Product Owner y el equipo de desarrollo, quienes colaboran estrechamente para garantizar la entrega eficiente del producto [12].



**Imagen número 6 (Metodología Scrum)**

## 9. Bootstrap y su Relevancia en el Desarrollo Web

Bootstrap es un framework de código abierto que facilita la creación de interfaces web consistentes, adaptativas y fáciles de desarrollar. Su sistema de rejilla flexible y su capacidad para generar componentes reutilizables, como botones y formularios, lo hacen esencial para el desarrollo de aplicaciones web modernas [13].



**Imagen número 7 (Bootstrap)**

**Fuente (Neolo)**

## IV. METODOLOGÍA

La metodología propuesta para el desarrollo del software se basó en un enfoque ágil de Scrum y algunos elementos de metodología en cascada. A continuación, se describen en detalle las actividades específicas.

### **Análisis de requerimientos:**

Se realizó una evaluación minuciosa de la documentación actual y los procedimientos de la empresa de servicios públicos de El santuario. Se llevó a cabo entrevistas con figuras clave, como la gerente de la empresa y el equipo ambiental, así como el ingeniero de sistemas de la empresa, con el fin de comprender a fondo sus requerimientos y deseos en relación con el nuevo software. Todos los datos obtenidos fueron analizados de manera exhaustiva para establecer de manera precisa los requisitos del software que se desarrolló.

En esta etapa se realizó una elicitación de requisitos a partir de reuniones con los stakeholders para entender la necesidad de desarrollo y expectativas sobre el módulo SIRE. Estas necesidades se plasmaron a partir de historias de usuario.

También se reconoció la arquitectura y requerimientos de TI, generados desde la ESP. Lo cual fue plasmado en historias de usuario.

Esto constituyó el marco de requerimientos funcionales y no funcionales, y expectativas de los stakeholders.

### **Diseño de alto nivel de la solución**

Se generó un modelo de datos y mockups, compatible con los sistemas de SIRE, que soporta los requerimientos funcionales y no funcionales planteados y que, una vez aprobados por el Ingeniero de sistemas de la ESP, se inició el desarrollo del módulo SIRE.

### **Desarrollo de software**

Para gestionar el desarrollo del software, se utilizó la metodología Scrum, un marco de trabajo ágil que permite la entrega incremental de funcionalidades y fomenta la colaboración continua entre el equipo de desarrollo y los stakeholders. para lo cual se trabajó en sprint.

### **Planificación del Sprint:**

Creación del Product Backlog con la colaboración del Product Owner.

Selección de tareas para el Sprint Backlog durante la planificación del sprint.

### **Desarrollo Iterativo:**

Implementación de funcionalidades en ciclos de sprints de dos semanas.

Reuniones diarias para seguimiento del progreso y resolución de impedimentos.

### **Revisión y Ajustes:**

Presentación del incremento al final de cada sprint.

Incorporación de la retroalimentación recibida en el siguiente sprint.

Despliegue mediante integración continua.

Hasta alcanzar la Validación del producto final.

Se realizaron pruebas de integración, unitarias y funcionales para garantizar el funcionamiento correcto y coherente del sistema. Los errores fueron corregidos en cada sprint.

### **Documentación**

La documentación se realizó durante todo el proyecto y se generaron los manuales técnicos y manuales de usuario.

### **Entrega Final**

Incluye la capacitación a los usuarios finales.

Esta metodología Scrum aseguró una entrega ágil y eficiente del software, permitiendo adaptarse a los cambios y mejorar continuamente el producto en función de las necesidades del área ambiental de la Empresa de Servicios Públicos de El Santuario

### Cronograma de Actividades

Actividades	Responsables	Sptint 1	Sptint 2	Sptint 3	Sptint 4	Sptint 5	Sptint 6	Sptint 7	Sptint 8	Sptint 9	Sptint 10
		semanas 1-2	semanas 3-4	semanas 5-6	semanas 7-9	semanas 10-12	semanas 13-16	semanas 17-18	semanas 19-20	semanas 21-22	semanas 23-24
Inicio del proyecto	Todos los miembros del equipo										
Análisis de requerimientos	Estudiantes, Ingeniero de Sistemas, Asesores										
Elicitación de requisitos	Estudiantes, Ingeniero de Sistemas, Asesores										
Diseño de alto nivel de la solución	Estudiantes, Ingeniero de Sistemas										
Aprobación del diseño	Ingeniero de Sistemas										
Desarrollo del software - Iteración 1	Estudiantes										
Reuniones diarias	Todos los miembros del equipo										
Pruebas unitarias	Estudiantes										
Desarrollo del software - Iteración 2	Estudiantes										
Reuniones diarias	Todos los miembros del equipo										
Pruebas de integración	Estudiantes										
Desarrollo del software - Iteración 3	Estudiantes										
Reuniones diarias	Todos los miembros del equipo										
Pruebas funcionales	Estudiantes										
Revisión y ajustes - Iteración	Todos los miembros del equipo										
Incorporación de retroalimentación	Estudiantes										
Pruebas de integración continua	Estudiantes										
Documentación - Iteración 1	Estudiantes										
Revisión y ajustes finales	Todos los miembros del equipo										
Capacitación final	Estudiantes										
Entrega final del proyecto	Todos los miembros del equipo										
Cierre del proyecto y retroalimentación final	Todos los miembros del equipo										

Imagen número 8 (Cronograma de Actividad)

**Presupuesto**

<i>Descripción</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Valor unitario</i>	<i>UDEA</i>	<i>Estudiantes</i>	<i>ESP</i>
Estudiantes en práctica	Horas / semana	30 * 24 Semanas * 2 Estudiantes	\$ 21,000.00		\$ 30,240,000.00	
Asesor externo	Horas / mes	12 horas * 6 meses	\$ 50,000.00			\$ 3,600,000.00
Asesor Interno	Horas / mes	4 horas * 6 meses * 2 estudiantes	\$ 25,000.00	\$ 1,200,000.00		
Papelería	Totalidad	1	\$ 100,000.00		\$ 100,000.00	
Internet	Horas/mes	30 * 24 semanas	\$ 1,000.00		\$ 720,000.00	
Servidor ESP		1	\$ 10,000,000.00			\$ 10,000,000.00
Computador	Totalidad	1	\$ 6,000,000.00		\$ 6,000,000.00	
<b>Total</b>				<b>\$ 1,200,000.00</b>	<b>\$ 37,060,000.00</b>	<b>\$ 13,600,000.00</b>

**Tabla I (Presupuesto)**

Este proyecto se estima en 51.860.000 pesos colombianos, lo cual incluye tanto los recursos técnicos, como humanos involucrados.

## V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

La creación del Sistema de Información Ambiental para la Empresa de Servicios Públicos de El Santuario (ESP) fue de gran importancia para la optimización y modernización de la gestión de residuos sólidos en el municipio de El Santuario. Este sistema abordó las limitaciones del manejo manual de la información, permitiendo a la Empresa de Servicios Públicos (ESP) mejorar la recolección, almacenamiento y análisis de datos relacionados con la gestión de residuos. Al integrar la digitalización de los procesos operativos en tiempo real, el proyecto permitió optimizar la toma de decisiones en el área ambiental, así como la asignación de recursos humanos y logísticos. integrar la digitalización de los procesos operativos en tiempo real, el proyecto permitió optimizar la toma de decisiones en el área ambiental, así como la asignación de recursos humanos y logísticos. Disminuyendo el riesgo de errores en la gestión de la información. La implementación de un sistema digital, que permite la captura, almacenamiento y generación de reportes en tiempo real, resulta crucial para mejorar la eficiencia operativa y la precisión en el manejo de los datos. Además, este sistema contribuye a mejoramiento de la calidad del medio ambiente y fomenta la responsabilidad ambiental de la ESP.

El proyecto involucró la creación e implementación de cinco módulos esenciales: barrido, recolección de residuos, residuos particulares, planeación de rutas y administrador de residuos. Este último consolida la información de los tres primeros módulos que se mencionan además genera un informe dinámico que facilitaba el monitoreo y análisis de los registros de residuos recolectados, clasificándolos por fecha, tipo de residuo (no aprovechable y orgánico) y cantidad en kilogramos. adicionalmente todos los módulos ofrecen la funcionalidad de generar reportes en formato Excel, permitiendo un fácil acceso a la información.

Este proyecto abordó uno de los principales retos de la empresa, que es la falta de herramientas tecnológicas que permitan optimizar la gestión de residuos. Al digitalizar los formularios de recolección, barrido, manejo de residuos particulares y planificación de rutas, la ESP no solo redujo el margen de error, sino que también mejoró significativamente la operatividad de su área ambiental. La capacidad para gestionar esta información de manera más eficiente permite a la empresa adaptarse mejor a las normativas ambientales, mejorar la trazabilidad de los residuos y tomar decisiones basadas en datos precisos y en tiempo real.

---

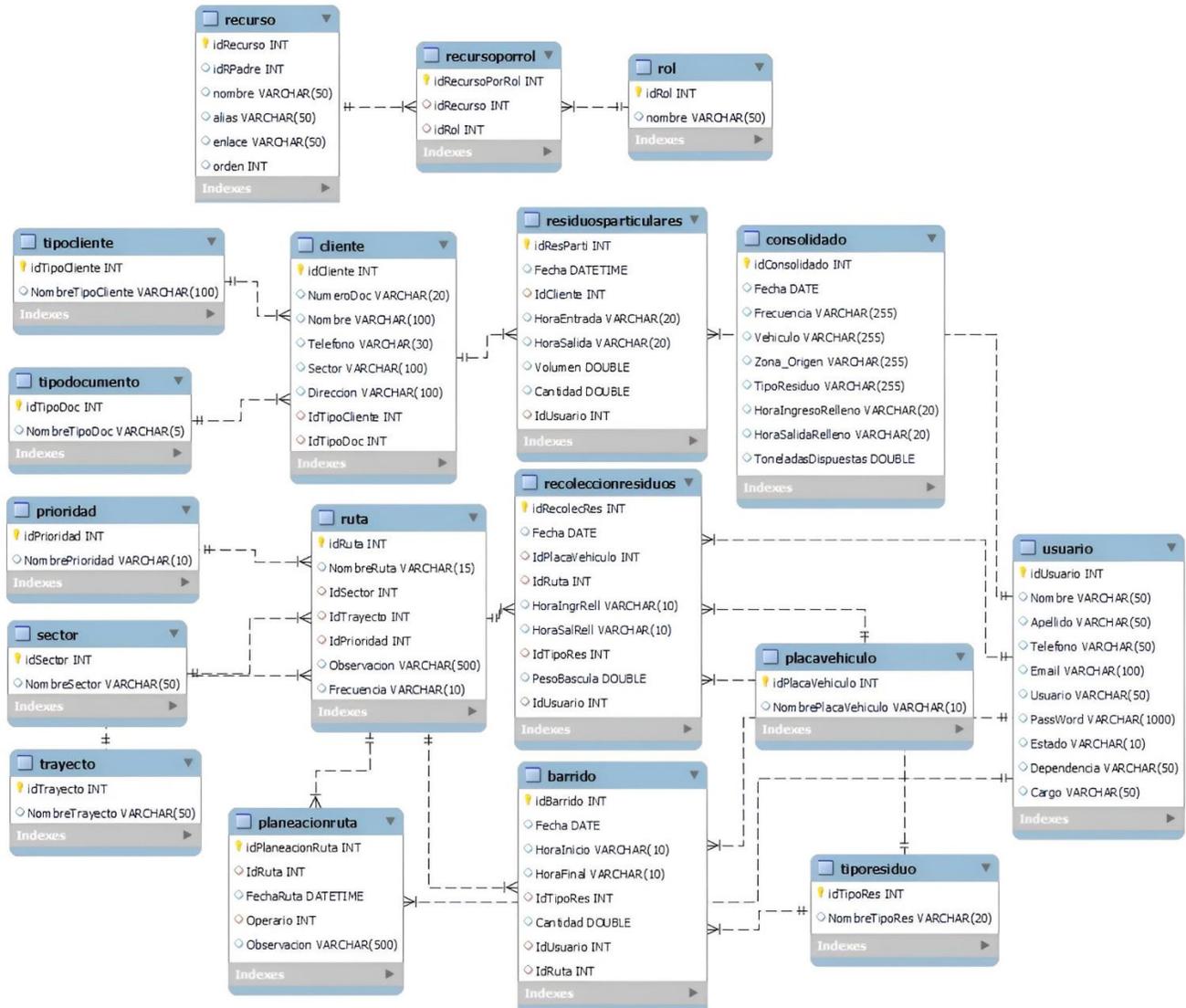
Para lo cual se diseñó la base de datos siguiendo una estructura que permite almacenar información detallada y específica sobre cada una de las áreas críticas de la gestión de residuos. Para esto se utilizó como motor de base de datos MySQL. La base de datos fue normalizada para asegurar la integridad y consistencia de los datos, minimizando la redundancia. Se crearon diversas tablas, como las de barrido, residuos particulares, tipos de residuos, rutas, y recolección de residuos entre otras. Estas tablas están interconectadas mediante relaciones clave-externa, garantizando una fácil integración y consulta de la información. Las claves primarias en cada tabla garantizan la unicidad de los registros, permitiendo un mejor manejo y actualización de los datos.

El **diagrama entidad-relación** muestra la estructura de las tablas y las relaciones entre ellas. Este diagrama es fundamental para entender cómo fluye la información a través del sistema, desde la captura de datos por parte de los operarios hasta la generación de reportes consolidados.

Las principales tablas del sistema incluyen:

- **Usuario:** que almacena la información del personal operativo.
- **Cliente:** que guarda los datos de las personas o empresas que generan los residuos.
- **Residuos Particulares:** que guarda el registro de residuos generados por clientes específicos.
- **Recolección Residuos:** que almacena los datos de las rutas de recolección.
- **Planeación Ruta:** que permite la planificación y optimización de las rutas.
- **Consolidado:** donde se genera un resumen de todos los residuos recolectados, su tipo, peso y fecha.

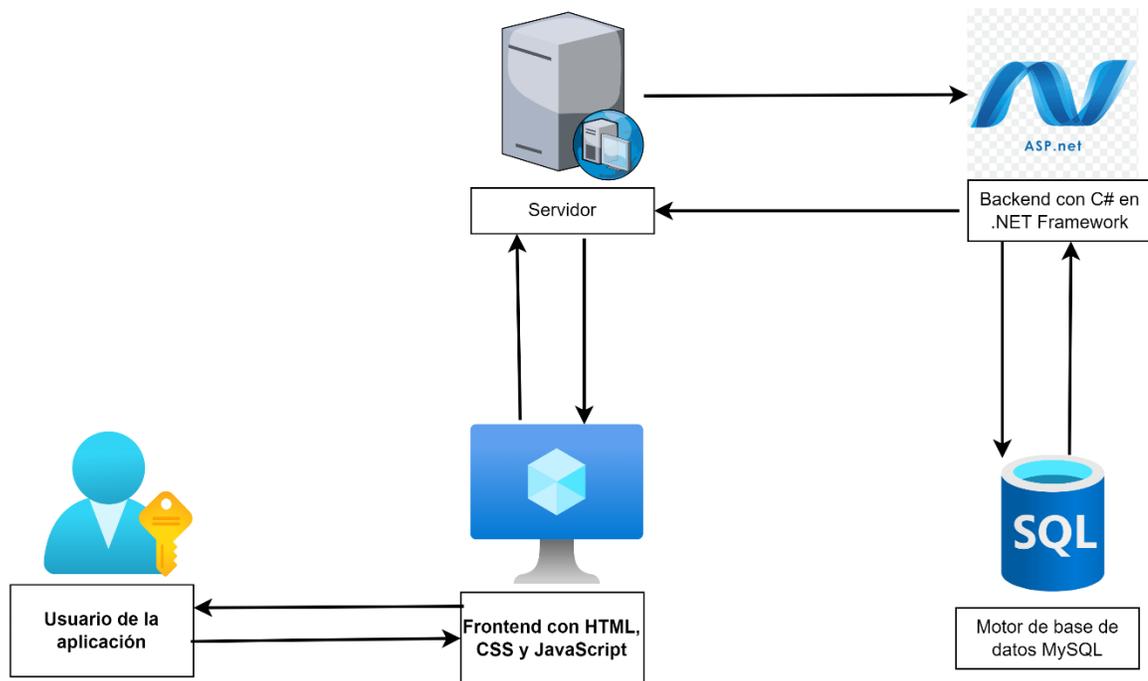
Cada una de estas tablas está diseñada para facilitar la captura y análisis de la información en tiempo real, lo que permite a la Empresa de Servicios Públicos tomar decisiones más informadas y adaptarse a las normativas ambientales.



**Imagen 9 (diagrama entidad relación)  
Fuente (Proyecto propio Workbench)**

La arquitectura de la aplicación es modular y está basada en una estructura cliente-servidor, donde el servidor aloja tanto el backend (desarrollado en C# sobre .NET Framework) como la base de datos MySQL. El frontend se implementó utilizando tecnologías web como HTML, CSS y JavaScript para garantizar una experiencia de usuario fluida y compatible con diferentes dispositivos.

El **diagrama de arquitectura** representa la interacción entre los distintos componentes del sistema. El usuario de la aplicación accede a la interfaz frontend, donde se capturan los datos que son enviados al servidor para ser procesados por el backend y almacenados en la base de datos. Este diseño garantiza que la información sea gestionada de forma segura y eficiente, y que los reportes puedan ser generados rápidamente.



**Imagen 10 (Diagrama de Arquitectura)**  
**Fuente (Proyecto SGCElSantuarioESP Drawio)**

Se diseñaron las pantallas de acuerdo con el estándar de diseño ya establecido en la aplicación existente, manteniendo la coherencia visual y funcionalidad acordada previamente con el usuario. Esto incluyó respetar los colores, tipografías y estructura ya definidos, garantizando una experiencia de usuario consistente y familiar. Se realizaron ajustes puntuales para mejorar la usabilidad, pero sin comprometer la identidad visual y el flujo de la aplicación original. De esta forma, se aseguró que las nuevas pantallas cumplieran con los requisitos tanto estéticos como funcionales, alineándose con las expectativas del usuario y las necesidades operativas de la aplicación.

El despliegue del sistema de información se realizó utilizando **FTP mediante Filezilla**, después de trabajar en la rama **dev** del proyecto alojado en **GitHub**. GitHub sirvió como la

plataforma principal para el control de versiones y la colaboración entre los miembros del equipo de desarrollo. A diferencia de un proceso automatizado con CI/CD, el despliegue se llevó a cabo de manera manual, asegurando que los cambios se implementaran correctamente sin afectar la aplicación en producción.

El proceso siguió estos pasos clave:

1. **Integración manual:** Los desarrolladores trabajaron en la rama **dev**, realizando pruebas locales para verificar que los cambios funcionaran correctamente. Una vez verificados, los cambios fueron revisados y aprobados por el ingeniero encargado, quien se aseguró de que no hubiera errores antes de proceder con la fusión a la rama **master**.
2. **Despliegue a producción mediante FTP:** Luego de la integración con la rama **master**, se utilizó **Filezilla** para subir manualmente los archivos actualizados al servidor de producción, asegurando que los cambios se reflejaran correctamente en el entorno en vivo. Este proceso permitió controlar cuidadosamente el impacto de cada actualización, minimizando riesgos en la aplicación en producción.

El uso de GitHub para el control de versiones, combinado con un despliegue manual mediante FTP, permitió mantener una colaboración eficiente, garantizando la estabilidad de la aplicación en todo momento y verificando la correcta implementación de los cambios antes de su publicación. Aunque no se empleó un sistema de CI/CD automatizado, el enfoque manual brindó mayor control sobre cada paso del proceso.

### Descripción módulo Barrido

El **Módulo de Barrido** registra las actividades relacionadas con la limpieza de las calles del municipio, detallando la frecuencia y las rutas del servicio, este módulo permite las siguientes funcionalidades.

**Registrar un nuevo barrido:** en esta pantalla el sistema permite al operario de barrido ingresar la información requerida en dicho módulo (Fecha, Hora Inicio, Hora Final, Tipo residuo, Cantidad, Ruta), en tipo residuo puede elegir entre Orgánico, No Aprovechable y Aprovechable.



The screenshot shows the 'Sistema De Gestión Integral' interface. The header includes the EPPP logo and navigation links: Inicio, Formularios, Documentos, Evaluación del talento humano, Indicadores, Almacen y Plantas, and Admin. The user is logged in as Cristian Salazar. The main content area is titled 'Ingresar nuevo Registro de Barrido' and contains a form with the following fields: Fecha (03/10/2024), Hora Inicio, Hora Final, Tipo Residuo (Orgánico), Cantidad, and Ruta (RUTA1). There are 'Guardar' and 'Cancelar' buttons at the bottom.

**Imagen número 11 (ingresar un nuevo registro)  
Fuente (aplicativo SGCElSantuarioESP)**

**Modificar un registro existente:** en esta pantalla el sistema permite hacer modificaciones a un registro previamente ingresado (Fecha, Hora Inicio, Hora Final, Tipo residuo, Cantidad, Ruta).



The screenshot shows the 'Sistema De Gestión Integral' interface. The header includes the EPPP logo and navigation links: Inicio, Formularios, Documentos, Evaluación del talento humano, Indicadores, Almacen y Plantas, and Admin. The user is logged in as Cristian Salazar. The main content area is titled 'Modificar Registro de Barrido' and contains a form with the following fields: Fecha (26/09/2024), Hora Inicio (8:00 am), Hora Final (14:00 pm), Tipo Residuo (No Aprovechable), Cantidad (344), and Ruta (RUTA23). There are 'Actualizar' and 'Cancelar' buttons at the bottom.

**Imagen número 12 (Modificar un registro de barrido)  
Fuente (aplicativo SGCElSantuarioESP)**

**Filtra barrido:** en la pantalla principal del módulo barrido está la opción filtrar los registros de barrido existente ingresando un rango de fecha y presionando el icono de la lupa para buscar en el rango de fecha indicado.

Registro de Barrido

Fecha Inicial  Fecha Final

Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Tipo Residuo	Cantidad	Usuario	Ruta	Ver
26/09/2024	8:00 am	14:00 pm	No Aprovechable	344	Cristian Salazar	RUTA23	<input type="button" value="Q"/>
25/08/2024	1:00 am	7:00 am	No Aprovechable	651	Cristian Salazar	RUTA12	<input type="button" value="Q"/>
05/09/2024	4:00 am	7:00 am	Orgánico	333	Cristian Salazar	RUTA10	<input type="button" value="Q"/>
24/09/2024	10:00 am	13:00 pm	Orgánico	4	Cristian Salazar	RUTA12	<input type="button" value="Q"/>
24/09/2024	9:00 am	11:00 am	Orgánico	350	Cristian Salazar	RUTA10	<input type="button" value="Q"/>
23/09/2024	7:00 am	12:00 pm	No Aprovechable	310	Cristian Salazar	RUTA10	<input type="button" value="Q"/>
22/08/2024	10:00 am	14:00 pm	No Aprovechable	150	Cristian Salazar	RUTA10	<input type="button" value="Q"/>
22/09/2024	10:00 am	15:00 pm	Orgánico	200	Cristian Salazar	RUTA23	<input type="button" value="Q"/>
22/09/2024	10:00 am	13:00 pm	Orgánico	17	Cristian Salazar	RUTA23	<input type="button" value="Q"/>

**Imagen número 13 (filtrar registro barrido)**  
**Fuente (aplicativo SGCElSantuarioESP)**

**Ver rutas asignadas:** en la pantalla principal está la opción de ver las rutas previamente asignadas por el coordinador de barrido filtrando por fecha y haciendo clic en el icono de la lupa, para mostrar las rutas que fueron asignadas para determinados días, el operario encargado de esa ruta y una observación si se requiere.

Rutas Asignadas

Fecha Inicial  Fecha Final

Ruta	FechaRuta	Operario	Observación
RUTA12	24/09/2024	Claudia Patricia Nieto Quintero	urgente
RUTA18	23/09/2024	Anderson Botero	llevar carro grande
RUTA10	23/09/2024	Daniel Toro Álvarez	prioridad
RUTA23	22/09/2024	Alexandra Milena Pino Patiño	peligro

**Imagen número 14 (Ver rutas asignadas)**  
**Fuente (aplicativo SGCElSantuarioESP)**

**Generar informe en excel:** en la pantalla principal se muestra un icono de un disquete el cual al darle clic genera un informe en excel con los registros de barrido que están en el rango de filtrado.



**Imagen número 15 (Generar un informe de barrido)  
Fuente (aplicativo SGCElSantuarioESP)**

### **Descripción Módulo Recolección de Residuos**

El **Módulo de Recolección de Residuos** se centra en registrar las actividades relacionadas con la recolección de residuos no aprovechables y orgánicos, tanto en la zona urbana como la zona rural, detallando las rutas planeadas en un tiempo determinado, así como los registros derivados de esta actividad, este módulo permite las siguientes funcionalidades:

**Ingresar un Nuevo Registro de Recolección de Residuos:** Esta funcionalidad permite al operario de recolección registrar toda la información asociada a un registro de recolección de residuos (Fecha, Placa del vehículo, Ruta, Hora de ingreso al relleno, Hora salida del relleno, Tipo de residuo y Peso en bascula). Para registrar la placa del vehículo contiene una lista desplegable que permite escoger las placas registradas en el sistema, la ruta también se puede escoger a través de una lista desplegable, así como el tipo de residuos.

The screenshot shows a web form titled "Ingresar nuevo Registro Recolección de Residuos" with the code "SPD-FOR-09, Versión: 04, Fecha: 16/08/2016". The form contains the following fields:

- Fecha: 03/10/2024
- Placa Vehículo: PQR334
- Ruta: RUTA 23
- Hora Ingreso Relleno: (empty)
- Hora Salida Relleno: (empty)
- Tipo Residuo: Aprovechable
- Peso Bascula: (empty)

At the bottom of the form are two buttons: "Guardar" (green) and "Cancelar" (blue).

**Imagen número 16 (Ingresar un nuevo Registro de recolección)  
Fuente (aplicativo SGCElSantuarioESP)**

**Modificar un Registro de Recolección de residuos existente:** Esta funcionalidad permite modificar cualquiera de los campos en un registro previamente ingresado al sistema.

The screenshot shows a web form titled "Modificar Registro Recolección de Residuos" with the code "SPD-FOR-09, Versión: 04, Fecha: 16/08/2016". The form contains the following fields:

- Fecha: 25/09/2024
- Placa Vehículo: TMD376
- Ruta: RUTA 18
- Hora Ingreso Relleno: 1:00 am
- Hora Salida Relleno: 5:30 am
- Tipo Residuo: Orgánico
- Peso Bascula: 39

At the bottom of the form are two buttons: "Actualizar" (green) and "Cancelar" (blue).

**Imagen número 17 (Modificar un Registro de recolección existente)  
Fuente (aplicativo SGCElSantuarioESP)**

**Filtrar Registros de Recolección de Residuos:** Esta funcionalidad en la pantalla principal del módulo recolección de residuos permite la opción de filtrar los registros existentes en un rango de fecha determinado, al presionar el icono de la lupa para buscar en el rango de fecha indicado, también permite limpiar el filtro para restablecer el filtro a los últimos registros.



**Imagen número 18 (Filtrar Registros de Recolección de Residuos)**  
**Fuente (aplicativo SGCElSantuarioESP)**

**Ver rutas asignadas:** en la pantalla principal está la opción de ver las rutas previamente asignadas por el coordinador de Recolección de Residuos, filtrando por fecha y haciendo clic en el icono de la lupa, para mostrar las rutas que fueron asignadas para determinados días, el operario encargado de esa ruta y una observación si se requiere.



**Imagen número 19 (Ver rutas asignadas para recolección de Residuos)**  
**Fuente (aplicativo SGCElSantuarioESP)**

**Generar informe en Excel de Recolección de Residuos:** Esta funcionalidad en la pantalla principal del módulo recolección de residuos cuenta con un icono de un disquete, el cual, al darle clic, genera un informe en Excel con los registros que existen en el sistema, en el rango de filtrado.



**Imagen número 20 (Generar un Informe de Recolección de Residuos)  
Fuente (aplicativo SGCEISantuarioESP)**

### Descripción Módulo Residuos Particulares

mientras que el **Módulo de Residuos Particulares** se centra en registrar las actividades relacionadas con la recolección de residuos particulares no aprovechables, dichos residuos son llevados directamente por el cliente al relleno sanitario, este módulo permite las siguientes funcionalidades:

**Ingresar un nuevo registro:** en esta pantalla el sistema permite al encargado del relleno sanitario ingresar la información requerida en dicho módulo (Fecha, Cliente, Hora Entrada, Hora Salida, Volumen, Cantidad), al ingresar el volumen el sistema calcula la cantidad de forma automática.



### Imagen número 21 (Ingresar un registro particular) Fuente (aplicativo SGCElSantuarioESP)

**Ingresar un nuevo cliente:** si el cliente que lleva los residuos al relleno sanitario no está registrado el encargado del relleno puede ingresar la información del cliente presionando el botón de nuevo cliente y llenando la información requerida (Tipo de documento, Número documento, Nombre, Teléfono, Sector, Dirección, Tipo cliente). En Tipo cliente el encargado puede elegir entre residencial o comercial y luego guardar la información.

The screenshot shows the 'Ingresar nuevo Cliente' form within the 'Sistema De Gestión Integral' interface. The form includes the following fields:

- Tipo Documento: NI
- Número Documento: [Empty]
- Nombre: [Empty]
- Teléfono: [Empty]
- Sector: [Empty]
- Dirección: [Empty]
- Tipo Cliente: Residencial

Buttons: Guardar (green), Cancelar (blue).  
Code: SPD-FOR-09, Versión: 04, Fecha: 16/08/2016

### Imagen número 22 (Ingresar nuevo cliente) Fuente (aplicativo SGCElSantuarioESP)

**Modificar un Registro de residuos particulares existente:** Esta funcionalidad permite modificar cualquiera de los campos en un registro previamente ingresado al sistema.

The screenshot shows the 'Modificar Registro Particular' form within the 'Sistema De Gestión Integral' interface. The form includes the following fields:

- Fecha: 26/09/2024
- Cliente: almacén pinta
- Hora Entrada: 9:00 am
- Hora Salida: 1:00 pm
- Volumen: 7
- Cantidad: 1750

Buttons: Actualizar (green), Cancelar (blue).  
Code: SPD-FOR-09, Versión: 04, Fecha: 16/08/2016

### Imagen número 23 (Modificar un registro de residuos particulares)

### Fuente (aplicativo SGCEISantuarioESP)

**Filtrar Registros de Residuos Particulares:** Esta funcionalidad en la pantalla principal del módulo residuos particulares permite la opción de filtrar los registros existentes en un rango de fecha determinado, al presionar el icono de la lupa para buscar en el rango de fecha indicado, también permite limpiar el filtro para restablecer el filtro a los últimos registros.

Fecha	Cliente	Hora Entrada	Hora Salida	Volumen	Cantidad	Usuario	Ver
26/09/2024	43525632	9:00 am	1:00 pm	7	1750	Cristian Salazar	
24/09/2024	1038100562	7:00 am	9:00 am	3.4	850	Cristian Salazar	
24/09/2024	1038998789	10:00 am	1:00 pm	1.7	425	Cristian Salazar	

### Imagen número 24 (filtrar por fecha) Fuente (aplicativo SGCEISantuarioESP)

**Generar informe en Excel:** en la pantalla principal se muestra un icono de un disquete el cual al darle clic genera un informe en Excel con los registros de barrido que están en el rango de filtrado.

Hora Salida	Volumen	Cantidad	Usuario	Ver
1:00 pm	7	1750	Cristian Salazar	
9:00 am	3.4	850	Cristian Salazar	
1:00 pm	1.7	425	Cristian Salazar	

### Imagen número 25 (Generar un informe de residuos particulares en Excel) Fuente (aplicativo SGCEISantuarioESP)

## Descripción de Módulo Planeación de Rutas

El **Módulo de Planeación de Rutas** permitirá la creación y modificación de rutas para optimizar los recorridos de recolección, este módulo permite las siguientes funcionalidades:

**Ingresar un Nuevo Registro de Planeación de Rutas:** Esta funcionalidad permite al coordinador de barrido registrar toda la información asociada a un registro de planeación de rutas (Fecha ruta, Ruta, Operario, Observación).



The screenshot shows the 'Ingresar nueva Planeación de Ruta' form within the 'Sistema De Gestión Integral' interface. The form includes the following fields and controls:

- Fecha Ruta:** A text input field containing '03/10/2024'.
- Ruta:** A dropdown menu with 'RUTA1' selected and a green 'Nueva Ruta' button to its right.
- Operario:** A dropdown menu with 'Alexandra Milena' selected.
- Observación:** A large text area for notes.
- Buttons:** 'Guardar' (green) and 'Cancelar' (blue) buttons at the bottom.

Navigation menu items: Inicio, Formularios -, Documentos -, Evaluación del talento humano -, Indicadores -, Almacen y Plantas -, Admin -.

### Imagen número 26 (Ingresar una nueva planeación de ruta) Fuente (aplicativo SGCEISantuarioESP)

**Ingresar una Nueva Ruta:** si la ruta no existe en el sistema el coordinador de barrido puede crear una nueva ruta presionando el botón nueva ruta y llenando la información requerida (Nombre ruta, Sector, Trayecto, Prioridad, Observación, Frecuencia), en la prioridad puede elegir entre alta, media, baja.



The screenshot shows the 'Ingresar Nueva Ruta' form within the 'Sistema De Gestión Integral' interface. The form includes the following fields and controls:

- Nombre Ruta:** A text input field.
- Sector:** A dropdown menu with 'Potrerito' selected.
- Trayecto:** A dropdown menu with 'N/A' selected.
- prioridad:** A dropdown menu with 'Baja' selected.
- Observación:** A large text area for notes.
- Frecuencia:** A text input field.
- Buttons:** 'Guardar' (green) and 'Cancelar' (blue) buttons at the bottom.

Navigation menu items: Inicio, Formularios -, Documentos -, Evaluación del talento humano -, Indicadores -, Almacen y Plantas -, Admin -.

**Imagen número 27 (Ingresar nueva ruta)  
Fuente (aplicativo SGCElSantuarioESP)**

**Modificar un Registro de Planeación Ruta existente:** Esta funcionalidad permite modificar cualquiera de los campos en un registro previamente ingresado al sistema.

**Sistema De Gestión Integral**  
EPP EL SANTUARIO ESP

Inicio Formularios - Documentos - Evaluación del talento humano - Indicadores - Almacen y Plantas - Admin -

Cristian Salazar Salir

**Modificar Planeación de Ruta**  
Código: SPD-FOR-09, Versión: 04, Fecha: 16/08/2016

Fecha Ruta: 24/09/2024

Ruta: RUTA12

Operario: Claudia Patricia

Observación: urgente

Actualizar Cancelar

**Imagen número 28 (Modificar un registro de planeación ruta)  
Fuente (aplicativo SGCElSantuarioESP)**

**Filtrar Registros de Planeación de Rutas:** Esta funcionalidad en la pantalla principal del módulo residuos particulares permite la opción de filtrar los registros existentes en un rango de fecha determinado, al presionar el icono de la lupa para buscar en el rango de fecha indicado, también permite limpiar el filtro para restablecer el filtro a los últimos registros.

**Sistema De Gestión Integral**  
EPP EL SANTUARIO ESP

Inicio Formularios - Documentos - Evaluación del talento humano - Indicadores - Almacen y Plantas - Admin -

Cristian Salazar Salir

**Planeación de Rutas**

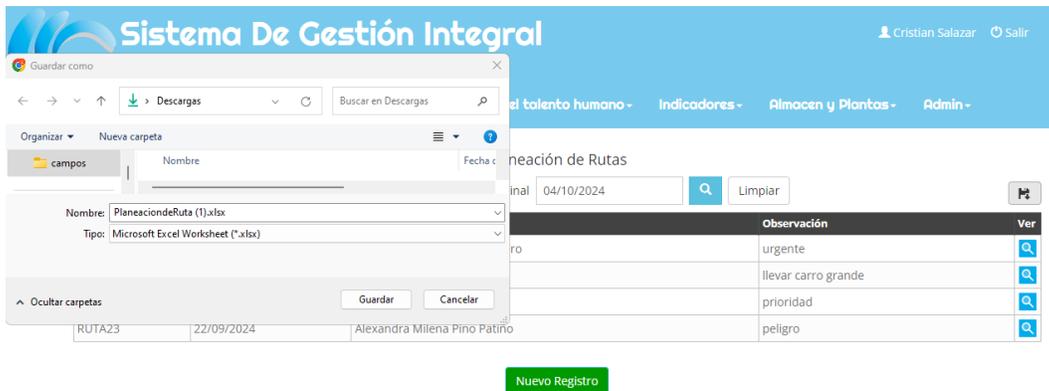
Fecha Inicial: 24/07/2024 Fecha Final: 04/10/2024 [Lupa] Limpiar [X]

Ruta	FechaRuta	Operario	Observación	Ver
RUTA12	24/09/2024	Claudia Patricia Nieto Quintero	urgente	[Lupa]
RUTA18	23/09/2024	Anderson Botero	llevar carro grande	[Lupa]
RUTA10	23/09/2024	Daniel Toro Álvarez	prioridad	[Lupa]
RUTA23	22/09/2024	Alexandra Milena Pino Patiño	peligro	[Lupa]

Nuevo Registro

**Imagen número 29 (Filtrar por fecha)  
Fuente (aplicativo SGCElSantuarioESP)**

**Generar informe en Excel:** en la pantalla principal se muestra un icono de un disquete el cual al darle clic genera un informe en Excel con los registros de barrido que están en el rango de filtrado.



**Imagen número 30 (Generar un informe de planeación ruta en Excel)  
Fuente (aplicativo SGCElSantuarioESP)**

### Descripción Módulo Administrador de Residuos

El **Módulo Administrador de Residuos**, consolida la información proveniente de los módulos de barrido, recolección de residuos y residuos particulares en una sola tabla, permitiendo visualizar la información a través de la funcionalidad de filtrado, que da la opción de escoger entre dos fechas y al dar clic en el icono de la lupa muestra la información existente en ese rango de fechas. Además, Este módulo presenta una tabla dinámica que muestra la información filtrada de forma resumida por mes, tipo de residuo y cantidad, así como una gráfica de líneas con la misma información. Adicionalmente este módulo cuenta con un botón en forma de disquete que permite generar un informe en Excel con todos los registros que se encuentren en el rango de fecha filtrado.

**Sistema De Gestión Integral** Cristian Salazar Salir

Inicio Formularios Documentos Evaluación del talento humano Indicadores Almacén y Plantas Admin

Consolidado

Fecha Inicial: 01/07/2024 Fecha Final: 03/10/2024

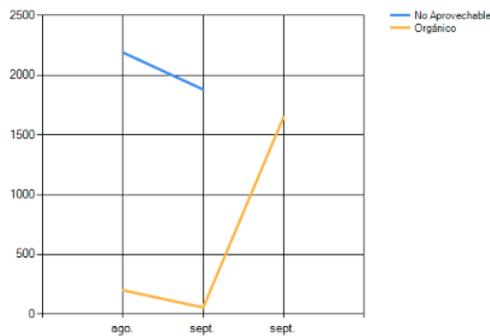
Fecha	Frecuencia	Vehículo	Zona Origen	TipoResiduo	Horaingreso/Reteno	Horasalida/Reteno	ToneladasDispuestas
25/09/2024 12:00:00	RUTA 18	TMD376	recoleccionresiduos	Orgánico	1:00 am	5:30 am	39
24/09/2024 12:00:00	N/A	N/A	residuosparticulares	No Aprovechable	11:30 am	12:40 pm	325
16/09/2024 12:00:00	N/A	N/A	residuosparticulares	No Aprovechable	7:00 AM	14:00 PM	200
15/09/2024 12:00:00	N/A	N/A	residuosparticulares	No Aprovechable	7:00 AM	15:00 PM	678
27/08/2024 12:00:00	N/A	N/A	residuosparticulares	No Aprovechable	7:00 AM	14:00 PM	527
26/08/2024 12:00:00	N/A	N/A	residuosparticulares	No Aprovechable	5:00 AM	17:00 PM	678
26/09/2024 12:00:00	N/A	N/A	residuosparticulares	No Aprovechable	6:00 AM	15:00 PM	986
24/09/2024 12:00:00	RUTA 23	PQR334	recoleccionresiduos	Orgánico	9:30 am	1:30 pm	23
05/08/2024 12:00:00	RUTA 20	TMD376	recoleccionresiduos	Orgánico	9:00 pm	11:00 pm	56
12/09/2024 12:00:00	RUTA 18	PQR334	recoleccionresiduos	Aprovechable	11:00 am	12:30 m	37
10/09/2024 12:00:00	RUTA 18	N/A	barrido	Orgánico	5:00 am	2:40 pm	100
24/09/2024 12:00:00	RUTA 20	N/A	barrido	Orgánico	6:00 pm	12:30 pm	423
17/07/2024 12:00:00	RUTA 23	N/A	barrido	Orgánico	8:00 am	1:00 pm	200
21/09/2024 12:00:00	RUTA 18	N/A	barrido	Orgánico	7:00 am	2:00 PM	536
15/09/2024 12:00:00	RUTA 20	N/A	barrido	No Aprovechable	8:00 am	1:00 pm	678
15/09/2024 12:00:00	RUTA 23	N/A	barrido	Orgánico	7:00 am	2:00 PM	527

**Imagen número 31 (Visualizar registros filtrados en un rango de fecha)  
Fuente (aplicativo SGCEISantuarioESP)**

Tabla Dinámica (Fecha, TipoResiduo, Cantidad)

Fecha	Tipo de Residuo	Cantidad (Toneladas)
jul.	Orgánico	200
ago.	No Aprovechable	2191
ago.	Orgánico	56
sept.	Orgánico	1648
sept.	No Aprovechable	1881
sept.	Aprovechable	93

Gráfica de Residuos por Fecha y Tipo



**Imagen número 32 (Tabla dinámica y Gráfica con la información resumida)  
Fuente (aplicativo SGCEISantuarioESP)**

The screenshot displays the 'Sistema De Gestión Integral' web application. At the top, there is a navigation menu with options: Inicio, Formularios, Documentos, Evaluación del talento humano, Indicadores, Almacén y Plantas, and Admin. A user profile for Cristian Salazar is visible in the top right corner. A 'Guardar como' dialog box is open, showing the file name 'ConsolidadoRes.xlsx' and the type 'Microsoft Excel Worksheet (\*.xlsx)'. Below the dialog, a table of consolidated data is visible. The table has columns for 'Fecha', 'Ruta', 'Tipo de Residuo', 'Estado', 'Hora Ingreso Retiempo', 'Hora Salida Retiempo', and 'Toneladas Disponibles'. The data includes various dates from 2024, routes like RUTA 20 and RUTA 18, and residue types such as 'residuos particulares', 'recoleccionresiduos', and 'barrido'.

Fecha	Ruta	Tipo de Residuo	Estado	Hora Ingreso Retiempo	Hora Salida Retiempo	Toneladas Disponibles
15/09/2024 12:00:00	N/A	N/A	residuosparticulares			
27/08/2024 12:00:00	N/A	N/A	residuosparticulares	No Aprovechable	7:00 AM	527
26/08/2024 12:00:00	N/A	N/A	residuosparticulares	No Aprovechable	5:00 AM	678
26/08/2024 12:00:00	N/A	N/A	residuosparticulares	No Aprovechable	6:00 AM	986
24/09/2024 12:00:00	RUTA 23	PQR334	recoleccionresiduos	Orgánico	9:30 am	23
05/08/2024 12:00:00	RUTA 20	TMD376	recoleccionresiduos	Orgánico	9:00 pm	56
12/09/2024 12:00:00	RUTA 18	PQR334	recoleccionresiduos	Aprovechable	11:00 am	37
10/09/2024 12:00:00	RUTA 18	N/A	barrido	Orgánico	5:00 am	100
24/09/2024 12:00:00	RUTA 20	N/A	barrido	Orgánico	6:00 pm	423
17/07/2024 12:00:00	RUTA 23	N/A	barrido	Orgánico	8:00 am	200
21/09/2024 12:00:00	RUTA 18	N/A	barrido	Orgánico	7:00 am	536
15/09/2024 12:00:00	RUTA 20	N/A	barrido	No Aprovechable	8:00 am	678
15/09/2024 12:00:00	RUTA 23	N/A	barrido	Orgánico	7:00 am	527

### Imagen número 33 (Generar un informe consolidado en Excel)

Fuente (aplicativo SGCElSantuarioESP)

En cuanto a la documentación se realizaron dos manuales, el Manual del usuario y el manual técnico. Adicionalmente se capacitaron al personal de medio ambiente y los coordinadores de rutas.

## VI. DISCUSIÓN

El *Sistema de Información Ambiental ESP El Santuario* cumple con los objetivos planteados al mejorar la gestión de información relacionada con los residuos sólidos en el municipio de El Santuario. Los cinco módulos desarrollados (barrido, recolección de residuos, residuos particulares, planeación de rutas y administrador de residuos) que se implementaron, logran la digitalización de forma eficiente de los formularios utilizados en los procesos operativos del área ambiental de la Empresa de Servicios Públicos (ESP). Esta digitalización permite optimizar la captura de datos y su posterior análisis, facilitando una gestión más efectiva y precisa.

Uno de los logros más significativos del proyecto fue la consolidación de los datos generados por los módulos en el módulo de administrador de residuos. Este consolidado permite la generación de informes dinámicos en tiempo real, proporcionando información detallada sobre la cantidad de residuos (en kilogramos), su tipo (orgánico y no aprovechable) y las fechas de recolección. Esta funcionalidad mejora considerablemente la capacidad de la ESP para analizar la información recopilada, tomando decisiones operativas basadas en datos precisos y actualizados. Además, la

posibilidad de exportar los datos en formato Excel facilitó el acceso y la presentación de la información para distintos usos y propósitos.

En términos de impacto operativo, la implementación del sistema digital redujo la dependencia de procesos manuales, lo que disminuyó el margen de error en la captura de datos y aceleró las tareas administrativas. La automatización de los procesos de generación de informes y la capacidad de acceder al sistema desde cualquier dispositivo con conexión a internet optimizan el uso del tiempo y los recursos de la ESP, tanto en las áreas operativas, como en las administrativas.

No obstante, el desarrollo del sistema enfrentó varios desafíos. La integración de los nuevos módulos con la plataforma tecnológica existente de la ESP, que está basada en la tecnología .NET, requirió esfuerzos considerables para garantizar, el acoplamiento, la compatibilidad y la continuidad del servicio durante la integración. Asimismo, la capacitación de los usuarios en el uso del sistema representó un reto, ya que fue necesario que el personal se adaptara a los nuevos flujos de trabajo en tecnologías digitales, lo cual implicó un proceso de aprendizaje y ajuste.

Finalmente, el impacto del sistema en la sostenibilidad ambiental es considerable. Al facilitar la recopilación y el análisis de los datos relacionados con los residuos, la ESP puede adoptar medidas más precisas para reducir el impacto ambiental y mejorar la eficiencia de sus operaciones. Esto contribuye al logro de los objetivos de la empresa, de fomentar prácticas sostenibles y proteger el medio ambiente del territorio, alineándose con su compromiso de innovación tecnológica y desarrollo sostenible.

---

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La implementación del *Sistema de Información Ambiental ESP El Santuario* demostró ser una solución eficiente para la gestión de residuos en el municipio de El Santuario. Los cinco módulos desarrollados (barrido, recolección de residuos, residuos particulares, planeación de rutas y administrador de residuos) cumplieron con los objetivos del proyecto, mejorando significativamente la captura, almacenamiento y análisis de datos operativos. La digitalización de los formularios y la generación de informes en tiempo real optimizan el manejo de la información, reduciendo el margen de error asociado a los procesos manuales.

El proyecto no solo facilitó una gestión más eficiente de los residuos sólidos, sino que también promueve el acceso a la información desde cualquier dispositivo conectado a internet. Esta característica resultó en un uso más optimizado de los recursos humanos y tecnológicos de la Empresa de Servicios Públicos (ESP), mejorando la toma de decisiones y aumentando la sostenibilidad de las operaciones. La capacidad de generar reportes en formato Excel permite una mayor flexibilidad y adaptabilidad a las necesidades de los diferentes actores involucrados.

A pesar de los desafíos presentados durante la integración con el sistema existente de la ESP y la capacitación de los usuarios, el sistema se implementó con éxito, proporcionando una base sólida para futuras mejoras y expansiones tecnológicas en la gestión ambiental. Esta solución digital representa un paso importante hacia la modernización y automatización de los procesos ambientales en el municipio de El Santuario.

Para continuar mejorando el sistema, se recomienda integrar tecnologías de monitoreo en tiempo real, como sensores y GPS, en el módulo de planeación de rutas, lo que permitiría una optimización dinámica de las operaciones. Asimismo, se sugiere la implementación de análisis predictivos que aprovechen los datos históricos para prever necesidades futuras. Finalmente, un programa continuo de capacitación garantiza que el personal se mantenga actualizado en el uso de la plataforma, maximizando así su potencial operativo y de gestión.

---

## REFERENCIAS

- [1] Departamento Administrativo de la Función Pública, “Normatividad sobre empresas de servicios públicos domiciliarios,” *Función Pública*, 2021.
- [2] Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, *Decreto 1713 de 2002*, 2002.
- [3] Congreso de la República de Colombia, *Ley 142 de 1994*, 1994.
- [4] DANE, “Proyecciones de población para El Santuario,” *Estadísticas Municipales*, 2023.
- [5] ESP, “Plataforma tecnológica .NET de la ESP de El Santuario,” *Documento Interno*, 2024.
- [6] D. A., “Bootstrap: A responsive framework for web design,” *Web Dev Journal*, 2023.
- [7] Microsoft, “.NET Framework overview,” *Microsoft Docs*, 2024.
- [8] Oracle, “MySQL: A relational database management system,” *MySQL Documentation*, n.d.
- [9] R. C. Martin, *Clean Code: A Handbook of Agile Software Craftsmanship*, 1st ed., Prentice Hall, 2008.
- [10] J. Smith, *Design Patterns in .NET*, 1st ed., Apress, 2023.
- [11] "Cómo usar FileZilla," X5 Servers. [En línea]. Disponible: <https://x5servers.com/como-usar-filezilla/>. [Accedido: 8 de octubre de 2024]. © X5 Servers, 2020–2024.
- [12] K. Schwaber and J. Sutherland, *The Scrum Guide*, Scrum.org, 2020.
- [13] M. Otto and J. Thornton, *Bootstrap: Front-End Framework Documentation*, 2011.