

TRANSFORMACIÓN DE PROBLEMAS EN SOLUCIONES PARA UN FUTURO SOSTENIBLE

UNA APUESTA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍA DE LA
UNIVERSIDAD DEL SINÚ SECCIONAL CARTAGENA



UNIVERSU
EDITORES

**TRANSFORMACIÓN DE PROBLEMAS EN SOLUCIONES
PARA UN FUTURO SOSTENIBLE**
UNA APUESTA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍA DE LA
UNIVERSIDAD DEL SINÚ SECCIONAL CARTAGENA



TRANSFORMACIÓN DE PROBLEMAS EN SOLUCIONES PARA UN FUTURO SOSTENIBLE

UNA APUESTA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍA DE LA
UNIVERSIDAD DEL SINÚ SECCIONAL CARTAGENA

Compiladores

María Claudia Bonfante Rodríguez

Cielo Ester Marriaga González

Jaime Eduardo Gonzalez Diaz

Autores

María Claudia Bonfante Rodríguez

Cielo Ester Marriaga González

Edwin Yair Ulloque Cuadros

Leonardo Olarte

Elida Silva Ortega

Paulette Silvera

Carolina Herrera Solera

María Cristina Sarmiento

Jaime Eduardo Gonzalez Diaz

Universu Ediciones

Título: Transformación de problemas en soluciones para un futuro sostenible. Una apuesta de la Facultad de Ciencias Exactas e Ingenierías de la Universidad del Sinú Seccional Cartagena

María Claudia Bonfante Rodríguez, Cielo Ester Marriaga González,
Jaime Eduardo Gonzalez Diaz

(Compiladores)

Primera edición 2024

ISBN: 978-628-96745-0-7

Tecnología, ingeniería, agricultura, procesos industriales

Los capítulos compilados en este libro son derivados de la estrategia de Aprendizaje Basado en Problemas ABP y de trabajos de grado presentados por los estudiantes de la facultad de Ciencias Exactas e Ingeniería de la Universidad del Sinú Seccional Cartagena. Este libro es resultado de investigaciones de los autores, y fue sometido a un proceso de arbitraje doble ciego.

Recepción: Agosto 2024

Evaluación de propuesta de obra: Septiembre 2024

Evaluación de contenidos: Septiembre 2024

Correcciones de autores: Octubre 2024

Aprobación: Octubre 2024

Esta obra está bajo licencia Creative Commons



INDICE

PROLOGO	5
CAPITULO I.....	6
Prácticas de Calidad en los procesos de Desarrollo de Software	6
Aplicativo Web para Análisis Nutricional, Cálculo de Calorías y Costos de Menú en Servicios de Alimentación a Partir de Bases de Datos Colombianas.....	7
Sistema de Gestión Colaborativa de Procesos de Investigación Formativa en Instituciones de Educación Superior locales.....	18
Automatización del Desarrollo de Software con Prácticas DevOps: Dashboard para Evaluar el Impacto de la Formación Médica en Atención Primaria y Salud Pública como caso de estudio ..	30
Prototipo de Sistema de Gestión de Laboratorio de Alimentos bajo el enfoque SCRUM.....	44
CAPITULO II.....	57
Proponiendo Soluciones a Problemáticas De Infraestructura Local	57
Informe patológico de la plaza Mercado Bazurto en la ciudad de Cartagena.....	58
Análisis e identificación de las problemáticas de saneamiento de aguas pluviales en el canal Amador y Cortés del barrio Boston de la ciudad de Cartagena de Indias.....	65
CAPITULO III.....	73
Soluciones Optimas en Operaciones Comerciales y Logísticas Hacia una Industria Sostenible	73
Deficiencias en el proceso de aprovisionamiento, despacho e inventario en la papelería de la Universidad del Sinú Seccional Cartagena	74
Concientización sobre el Aprovechamiento de Aceite de Cocina Usado a Partir de la Elaboración de Velas Aromáticas	84
Análisis de los factores que inciden en la competitividad y sostenibilidad de los puertos colombianos en la actualidad.....	91
CONCLUSIONES	116

PROLOGO

La investigación formativa en la Facultad de Ciencias Exactas e Ingeniería de la Universidad del Sinú Seccional Cartagena se convierte en un proceso fundamental en la educación integral de nuestros estudiantes, debido a que proporciona una mirada interdisciplinaria hacia las problemáticas del contexto cercano, para la identificación y formulación de propuestas de proyectos que le apuesten al logro de los planes de desarrollo institucional, los planes de gobiernos local y regional vigentes y a los Objetivos del Desarrollo Humano Sostenible según la agenda 2030.

En este contexto, las escuelas de la Facultad de Ciencias Exactas e Ingeniería utilizan cómo estrategia didáctica el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), metodología que conlleva a la discusión colaborativa sobre necesidades específicas, que luego se transforman en productos de alto valor, aplicando el conocimiento adquirido en el aula de manera coherente con cada nivel de formación. Sin embargo, la representación del conocimiento generado y la creación de productos durante este proceso supone un desafío recurrente cada semestre académico debido a la exigencia de acreditación de alta calidad los programas, lo que exige la implementación de mecanismos de gestión que permitan preservar y compartir dichos avances para que futuras generaciones los utilicen como referencias en sus propias investigaciones. Con este propósito surge la presente obra, en la que se consolida una muestra de los trabajos realizados por cada escuela en el año 2023, destacando la aplicación de estrategias de aprendizaje y el seguimiento por parte de los docentes, demostrando el interés hacia la investigación formativa y por ende la calidad educativa.

Este libro está dirigido, principalmente, a los estudiantes y docentes de la Facultad de Ciencias Exactas e Ingeniería de la Universidad del Sinú. Su finalidad es servir como base documental para identificar problemáticas específicas: en el ámbito informático, para los estudiantes de Ingeniería de Sistemas; en infraestructura local de interés para los estudiantes de Ingeniería Civil; y en procesos comerciales y logísticos una oportunidad para los estudiantes de la escuela de Ingeniería Industrial. Asimismo, se exponen las alternativas propuestas para solucionar dichas problemáticas, integrando elementos diferenciadores que permiten desarrollar proyectos interdisciplinarios con un impacto transformador en la sociedad.

Además, esta obra pretende ser de gran interés para aquellos que deseen comprender cómo aplicar diversas metodologías y técnicas en la identificación y construcción de soluciones innovadoras que influyan positivamente en las comunidades interinstitucionales y locales con las que interactúan. Igualmente, se espera que este libro se convierta en una valiosa fuente de información y orientación para quienes buscan fortalecer sus capacidades investigativas desde procesos formativos de calidad en el ámbito de la ingeniería.

CAPITULO I.

Prácticas de Calidad en los procesos de Desarrollo de Software

El desarrollo de software a nivel global se convierte en una actividad compleja debido a que exige mantener la documentación que se genera en cada una de las fases del proceso, lo que facilita su posterior mantenimiento para hacer frente a los cambios que se requieran en el contexto en el cual está inmerso el problema que se pretende solucionar. No obstante, ante la globalización, los clientes se han puesto más exigentes y desean participar activamente en el proceso, solicitando requerimientos implementados en el menor tiempo posible y con la garantía que se emplearon buenas prácticas y estándares de calidad adoptados por la industria de software.

En este capítulo, se recopila cuatro trabajos de investigación formativa desde las asignaturas de Administración de Bases de Datos y Gestión de Calidad de Software del ciclo profesional donde los estudiantes de la Escuela de Ingeniería de Sistemas han abordado problemas que requieren de construcción de software de alta calidad, empleando metodologías ágiles, que garantizan la gestión automatizada del conocimiento en todo el proceso, y asimismo que han aportado prototipos innovadores que contribuyen a la competitividad y sostenibilidad de la organización cliente.

Además de convertirse en una experiencia significativa para los estudiantes, estos proyectos permiten aplicar sus conocimientos teóricos en un contexto práctico y real. A través de la implementación de metodologías ágiles y el uso de herramientas de gestión de información, los estudiantes no solo desarrollan competencias técnicas, sino que también aprenden a trabajar en equipo, tomar decisiones, gestionar el tiempo y adaptarse a las demandas de clientes reales. Esta experiencia les proporciona una visión integral del ciclo de vida del software, fomentando su capacidad para enfrentar desafíos en el ámbito profesional y contribuyendo a su formación como ingenieros altamente formados. Asimismo, estos trabajos se constituyen en un referente importante para la línea de investigación en desarrollo de software, que es la base fundamental del grupo de investigación estricta de esta escuela.

Aplicativo Web para Análisis Nutricional, Cálculo de Calorías y Costos de Menú en Servicios de Alimentación a Partir de Bases de Datos Colombianas

Dilan Steven Cogollo¹, Daniel Yesid Coneo², Rafael Reyes Rodríguez³, Jacob Salcedo Pérez⁴, Leonardo Andrés Sánchez⁵, Vanessa Villafañe Rebolledo⁶, Maria Claudia Bonfante⁷, Paulette Alejandra Silvera⁸, Cielo Marriaga⁹

¹dilancogollo@unisinu.edu.co, ²danielconeo@unisinu.edu.co, ³rr0653238@gmail.com,
⁴jacobsalcedo@unisinu.edu.co, ⁵leonardoandres.2013.z@gmail.com, ⁶vanessavillafane@unisinu.edu.co,
⁷maria.bonfante@unisinu.edu.co, ⁸paulette.silvera@unisinu.edu.co, ⁹
investigacionindustrial@unisinucartagena.edu.co

^{1,2,3,4,5,6,7} Escuela de Ingeniería de Sistemas, ⁸Escuela de Nutrición, ⁹Escuela de Ingeniería Industrial

Resumen. Los servicios de alimentación son entidades cuya misión es preparar y distribuir alimentos de manera científicamente planificada, siguiendo pautas nutricionales tanto nacionales e internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS). Se utilizan platos elaborados y otras técnicas culinarias para la satisfacción del cumplimiento de los estándares técnicos y sanitarios. Estos servicios están dirigidos específicamente a pacientes en hospitales, personas en tratamiento ambulatorio o cualquier tipo de cliente en general. Ante la necesidad de mantener esta información, se propone un aplicativo Web que permita el análisis de nutrientes, cálculos energéticos y de calorías de cada alimento y obtener el costo de menú para evaluar la salud nutricional que aporta y compararlo con los estándares mencionados. Haciendo uso de las fases de la Metodología Scrum, se obtienen los artefactos que permiten abordar el problema colaborativamente y producir un Software de calidad, para ser empleado por los profesionales en la mejora de la salud nutricional para cualquier tipo de población

Palabras Claves: Servicio de Alimentación, Aplicativo Web, Cálculo de Calorías, Nutrientes, Costo de Menú, Scrum, Estándares técnicos y Sanitario.

1. Introducción

El análisis nutricional de alimentos es crucial para abordar las condiciones de vulnerabilidad en diferentes poblaciones (Lluch Armell, et al., 2019). En el contexto colombiano, está soportado en los datos provenientes de las tablas de composición como la Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF, 2018), el sistema de alimentos equivalentes de la Universidad Industrial de Santander (UIS) y la Tabla de Intercambios de la Universidad de Antioquia para garantizar una base sólida y proceso estandarizada. A pesar de contar con estos recursos valiosos, la dispersión de la información en diferentes fuentes presenta un desafío significativo. La falta de un repositorio centralizado impide una consulta eficiente y un análisis integrado, lo que complica la toma de decisiones informadas para mejorar la salud de la población.

Por otra parte, para estimar de manera eficiente el aporte de nutrientes orientado a la planificación de menús para poblaciones en condiciones específicas, se requiere de un gran esfuerzo por los profesionales en nutrición y dietética (Lareo, 2006), quienes utilizan estas guías para elevar el estado nutricional (Marambio et al., 2005), garantizando que sea equilibrada, apropiada y ajustada a las necesidades y condiciones de cada individuo (Vásquez & Gómez, 2017).

Ante esta necesidad se propone un aplicativo web para el cálculo de calorías, nutrientes y costos de menús en servicios de alimentación, Además, que permitirá simplificar el análisis de las características químicas de los menús al obtener el aporte de macro y micronutrientes de los alimentos, permitiendo así optimizar el servicio prestado. Así mismo, que facilite el control de costos de menús ofrecidos. El uso de este software se revela como una herramienta esencial debido a su implementación facilitará los procesos para nutricionistas, dietistas o profesionales que administran estos servicios y al mismo tiempo diseñar una alimentación saludable y balanceada.

La importancia de este sistema se refleja en su capacidad para apoyar auditorías internas y externas, interventorías y otros procesos de verificación, generando mayor confiabilidad en los servicios ofrecidos. No solo se alinea con iniciativas nacionales como el Plan Nacional de Desarrollo, sino que también contribuye al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Además, responde a políticas de ciencia, tecnología e innovación, crecimiento verde y estrategias para implementar los ODS en Colombia, especialmente los relacionados con el fin de la pobreza y el hambre cero, salud y bienestar.

Aunque existen en el mercado diferentes tipos de software para profesionales de la salud como se observa en la tabla 1, que aportan las funcionalidades que permiten abordar esta problemática, tienen licencia propietaria, lo que implica hacer una inversión para su uso, por otra parte, sólo permiten cargar las bases de datos de sus respectivos países de origen, imposibilitando cargar unos nuevos alimentos que se consuma en una región específica.

Tabla 1: Aplicativos para uso de profesionales de nutrición y dietistas:

Nombre De La Aplicación	Link	Funcionalidades	País
Nutritionist Pro	https://nexgentrial.nutritionistpro.com/app	Creación, recetas, ingredientes, costos, alimentos, bases de alimentos, informes	Canadá, USA

Biotrendies	https://biotrendies.com/carnes/cerdo	Cálculo de calorías de alimentos	Todos los países
Almendra	https://almendra.io/	Plan alimenticios personalizados y nutrientes calculados automáticamente.	Todos los países
Esha's Food Processor	https://esha.com/products/food-processor/	Crea etiquetas de información nutricional que cumplan con las normativas. Produce declaraciones de ingredientes y alérgenos. Identifica la declaración de contenido de nutrientes. Calcula el rendimiento y el costo de la receta	Todos los países
Monitor Nutricional	https://www.monitornutricional.com/	Cálculo de dieta, lista de alimentos, recetas, recomendaciones con base en su alimentación y recordatorio.	Europa y América
Nooddle	https://nooddle.es.aptoide.com/app	Busca recetas por ingredientes, busca recetas por tipo de plato, ofrece menú semanal con su lista de la compra	Todos los países
Nutrimind	https://www.nutrimind.net/	Crea recetas, registro fotográfico de los alimentos, registro de su actividad física, datos clínicos y de laboratorio, mediciones	América latina y España.
AZ Nutrition	https://www.aznutrition-oficial.com/	Crea recetas, cálculos en la composición corporal, coste por platos para adaptarlo	Todos los países
iDiet	https://www.i-diet.es/	Crea y modifica recetas y genera informes	Todos los países

2. Metodología

La metodología que se aplicará para la construcción de esta plataforma es el enfoque ágil Scrum (Srivastava et al., 2017), el cual proporciona un marco colaborativo y flexible que se adapta perfectamente a proyectos dinámicos y cambiantes, como lo es la producción de software (Romano & Da Silva, 2015). Scrum se divide en roles, artefactos y eventos clave para garantizar la entrega continua de funcionalidad y la máxima calidad. Los artefactos que proporciona son fundamentales para mantener un registro claro y actualizado del trabajo pendiente. Scrum aporta cuatro fases importantes para cada Sprint o iteración, como se observa en la figura 1.

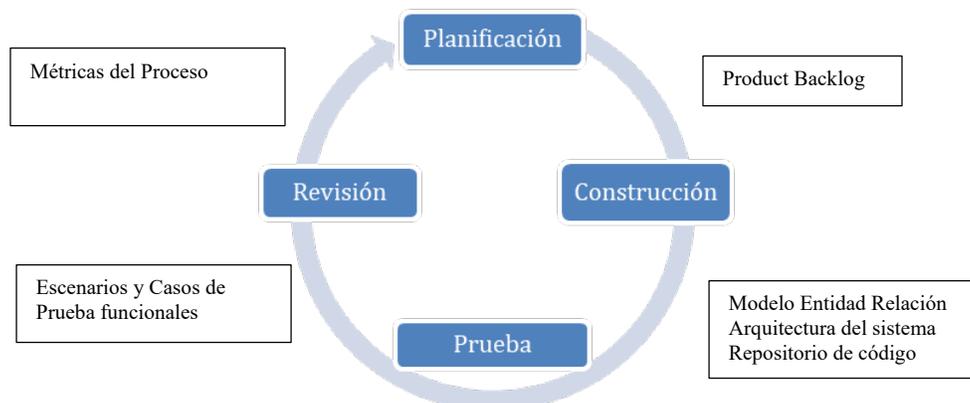


Figura 1: Fases Scrum en cada Sprint

La Fase de Planificación permite identificar y seleccionar las tareas del Producto Backlog. Esto permite una entrega incremental de funcionalidad y una mejor respuesta a los requisitos cambiantes. Los artefactos empleados en esta fase para recopilar información de las funcionalidades del sistema serán la relación de las Épicas, Historias de Usuario y tareas (Carrasoco et al., 2019).

Los artefactos utilizados por esta fase son claves para el mantenimiento de la información y el registro de eventos específicos, Scrum proporciona un marco poderoso para la colaboración, la entrega continua y la adaptación al cambio. Su énfasis en el compromiso activo del cliente, la calidad y la mejora continua lo convierte en una opción valiosa para las organizaciones que buscan ser más ágiles, alineadas con los objetivos del proyecto y capaces de responder con agilidad a las necesidades cambiantes.

Fase de construcción: En esta fase se diseña la arquitectura y los componentes del sistema, el modelo lógico y físico de la base de datos de manera incremental, se utilizará el gestor de base de datos relacionales conocido como MySQL, que nos permitirá un mejor control de los datos ya que se usan relaciones para conectar la información. Se selecciona el lenguaje y las herramientas de desarrollo y se construyen los productos teniendo en cuenta los diseños establecidos. Se entregará las interfaces de software funcionales producto de cada Sprint

Fase de Prueba: Se realizarán las pruebas funcionales y no funcionales a los productos viables construidos, se validará que todas las historias de usuario identificadas hayan sido implementadas. Asimismo, se corregirá aquellas que resultaron no conformes. Cómo producto se entregará los registros de planeación y ejecución de pruebas al software.

Fase de Revisión: Se presenta el despliegue de cada producto mínimo viable para que pueda ser utilizado por los usuarios finales, se generarán las estadísticas del proceso y se replantean las historias de usuario del siguiente sprint si es necesario. Cómo producto se aportarán las estadísticas del proceso de desarrollo de software utilizadas por la metodología Scrum.

3. Resultados

Con la aplicación de la fase de planeación se obtuvieron las grandes funcionalidades del sistema están relacionadas con los roles del Administrador, Nutricionista, Cocinero y Asistente administrativo o contador. En la tabla 2 se muestran las historias de usuarios del rol del Administrador, en la tabla 3 se encuentra el rol del Nutricionista, tabla 4 el rol del Cocinero y en la tabla 5 el rol del Asistente administrativo o Contador.

Tabla 2 – Historias de Usuario del rol Administrador

ID. HU	DESEO
01	Registrar las fuentes de tablas de composición de alimentos para una mejor confiabilidad y seguridad para el usuario
02	Registrar los diferentes grupos de alimentos
03	Registrar los alimentos con su respectivo código que correspondan a una fuente previamente registrada y a un grupo
04	Registrar los tipos de análisis
05	Registrar componentes o características de los tipos de análisis

06	Generar reportes de tablas parámetros
07	Agregar nuevos usuarios al sistema con su respectivo rol
08	Editar información de usuarios existentes
09	Eliminar usuarios del sistema
10	Asignar y modificar roles de usuarios
11	Ver registro de actividades

Tabla 3 – Historias de Usuario del rol Nutricionista

ID. HU	DESEO
12	Buscar alimentos por nombre, código o fuente.
13	Buscar alimentos por grupo de alimentos.
14	Registrar los valores de características para cada tipo de análisis.
15	Ver información nutricional detallada de un alimento.
16	Guardar recetas de alimentación personalizadas.
17	Gestionar recetas de alimentación personalizadas.
18	Crear el plan nutricional.
19	Proporcionar recomendaciones dietéticas específicas.
20	Realizar seguimiento adecuado de recetas de alimentación.
21	Visualizar el aporte nutricional total de cada receta después de ingresar los ingredientes.

Tabla 3 – Historias de Usuario del rol Cocinero

ID. HU	DESEO
22	Acceso a las recetas creadas por el nutricionista.
23	Seleccionar y utilizar las recetas de alimentos guardadas por el nutricionista para crear platos específicos que cumplan con los estándares nutricionales y dietéticos establecidos.
24	Acceder a la lista de recetas y menús disponibles en el sistema para preparar las comidas de acuerdo con las especificaciones del servicio de alimentación
25	Verificar la disponibilidad de ingredientes necesarios para las recetas programadas, facilitando la planificación y la gestión de inventario en la cocina
26	Comunicación con el nutricionista

Tabla 4 – Historias de Usuario del Rol Asistente administrativo o Contador

ID. HU	DESEO
27	Gestión de inventario.
28	Generación de informes financieros.
29	Gestión de menús
30	Analizar la rentabilidad de los menús y platos del restaurante para optimizar los precios y maximizar los ingresos.
31	Gestión de costos y presupuesto
32	Registro de transacciones financieras
33	Preparación de informes financieros
34	Gestión de inventario

Se procedió a utilizar la técnica Moscow (Benavente, A. 2023), para la priorización de historias de usuario e identificar los puntos de historia (Vige, W. 2024), cómo se observa en la tabla No. 6.

Tabla 6. Historias de Usuario del Primer Sprint y puntos de historia

ID. HU	DESEO	PUNTOS DE HISTORIA
1	Registrar las fuentes de tablas de composición de alimentos para una mejor confiabilidad y seguridad para el usuario	1
2	Registrar los diferentes grupos de alimentos	1
3	Registrar los alimentos con su respectivo código que correspondan a una fuente previamente registrada y a un grupo	5
4	Registrar los tipos de análisis	2
5	Registrar componentes o características de los tipos de análisis	2
6	Generar reportes de tablas parámetros	8
7	Agregar nuevos usuarios al sistema con su respectivo rol	2
8	Editar información de usuarios existentes	2
9	Eliminar usuarios del sistema	2
10	Asignar y modificar roles de usuarios	2
11	Ver registro de actividades	2

En la fase de construcción, se implementó la base de datos haciendo uso del motor relacional MYSQL, como se observa en la figura 2, en el cual se identificaron las entidades y las relaciones más relevantes en el contexto del problema, tales como: Empresa, fuentes, alimentos, grupos de alimentos componentes y subcomponentes.

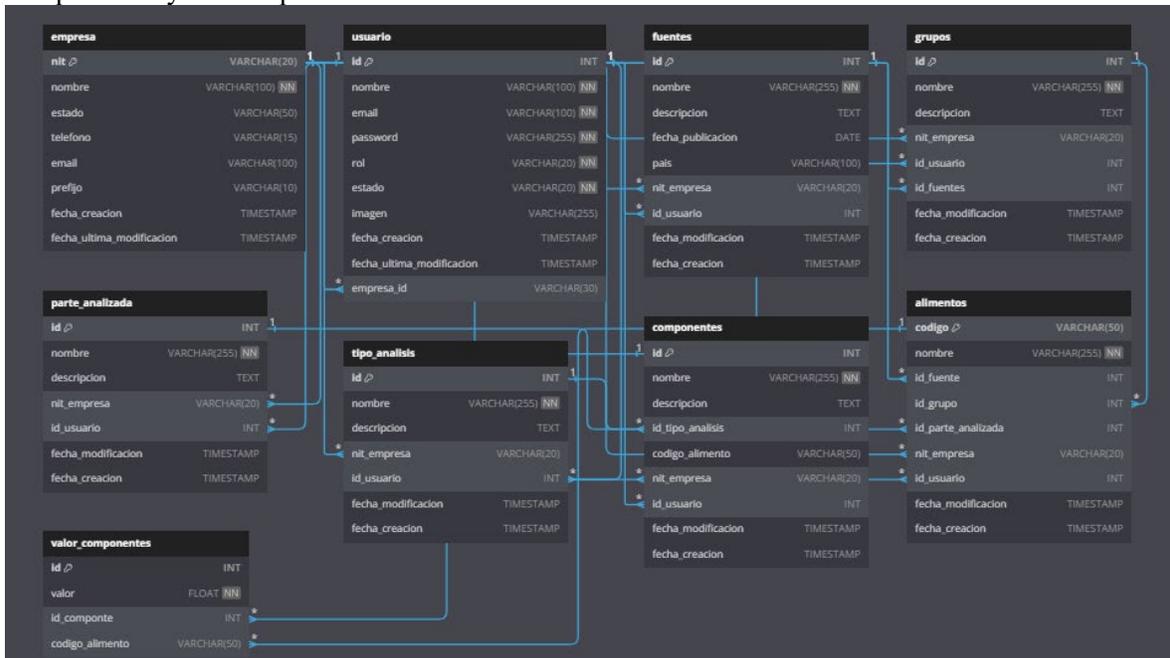


Figura 2. Modelo de Base de Datos Relacional

La estructura básica de nuestra aplicación se fundamenta en el Modelo Vista Controlador (Manrique et al, 2019), debido a que es una de las más utilizadas en aplicaciones Web por su fácil implementación. En la figura 3, se muestra la arquitectura del sistema, sus componentes más importantes y las tecnologías utilizadas en cada componente.

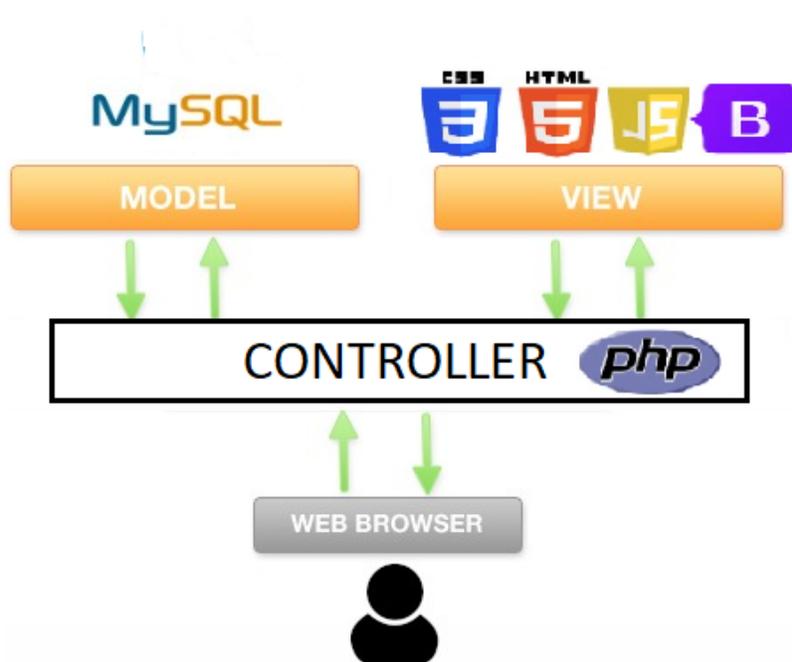


Figura 3. Arquitectura del Sistema

La interfaz de la figura 4, corresponde a la implementación de las historias de usuario 2, 3 y 4, lo permite registrar, editar, eliminar de acuerdo con la tabla de composición de alimentos con su respectivo código, nombre del alimento, parte analizada, grupo de alimento y la fuente al cual pertenece.

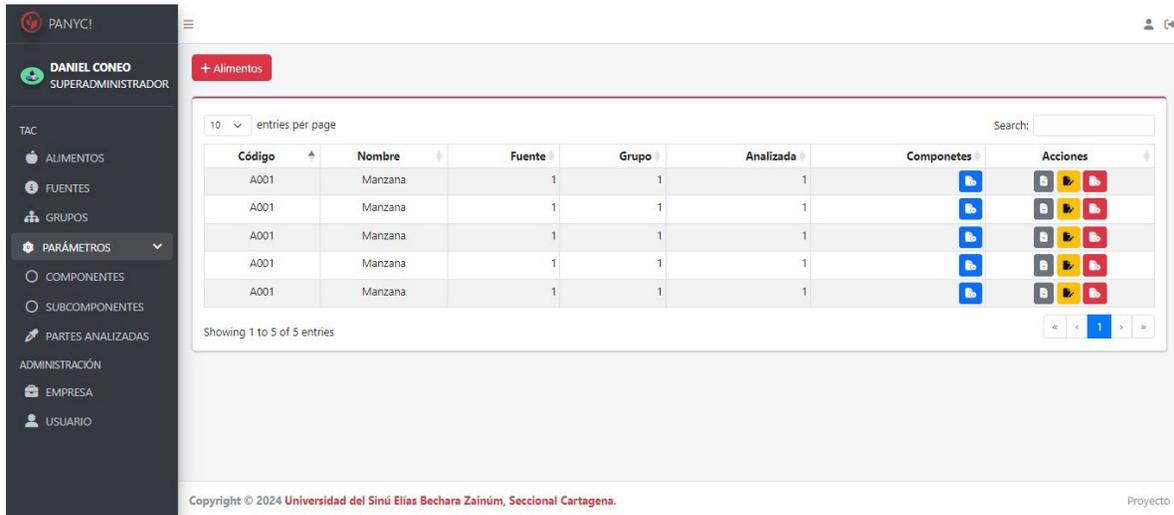


Figura 4. Interfaz de Registro de Alimentos

En la figura 5, se muestra la interfaz para ingresar los componentes y subcomponentes de los alimentos.

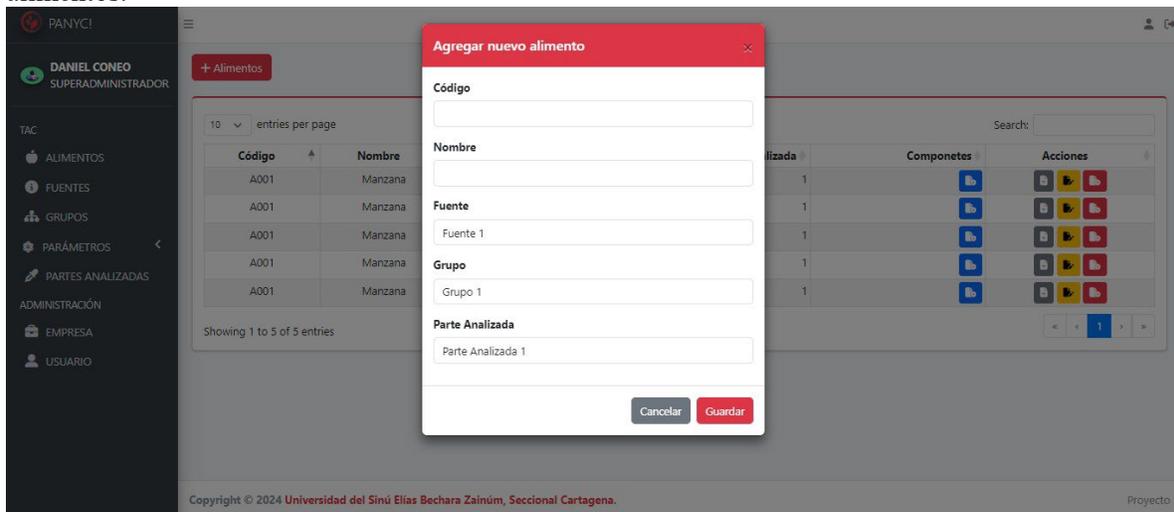


Figura 5. Componentes y subcomponentes de alimentos

La figura 6 , corresponde a la implementación de las historias de usuario Historia de usuario 14 y figura 7 corresponde a las historia de usuario 15, cuya funcionalidad es registrar, editar, eliminar alimentos con su respectivo código, nombre del alimento y grupo de alimento al cual pertenece.

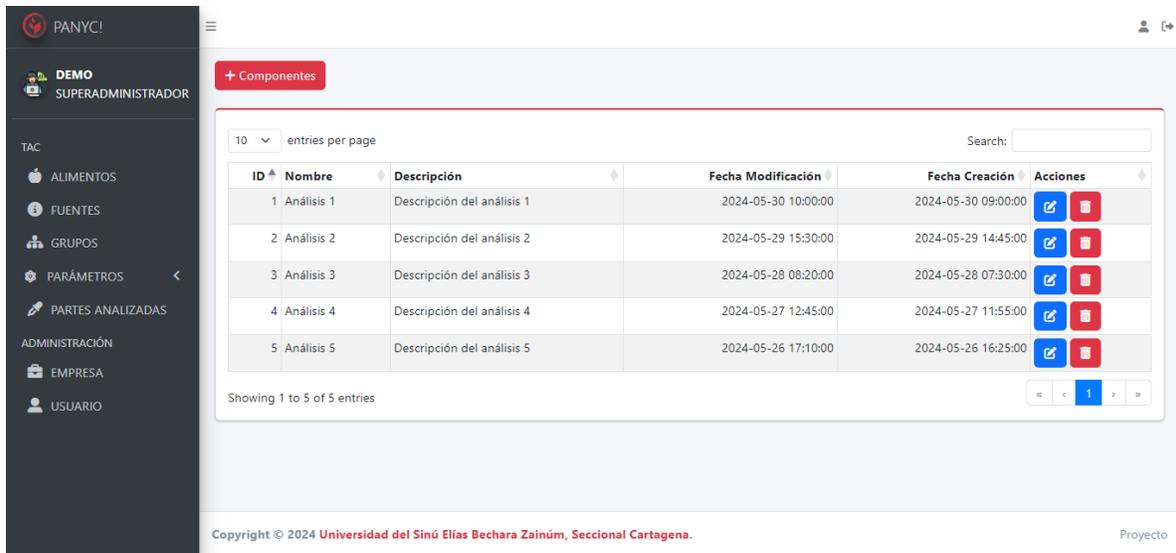


Figura 6. Interfaz de ingreso de Componentes

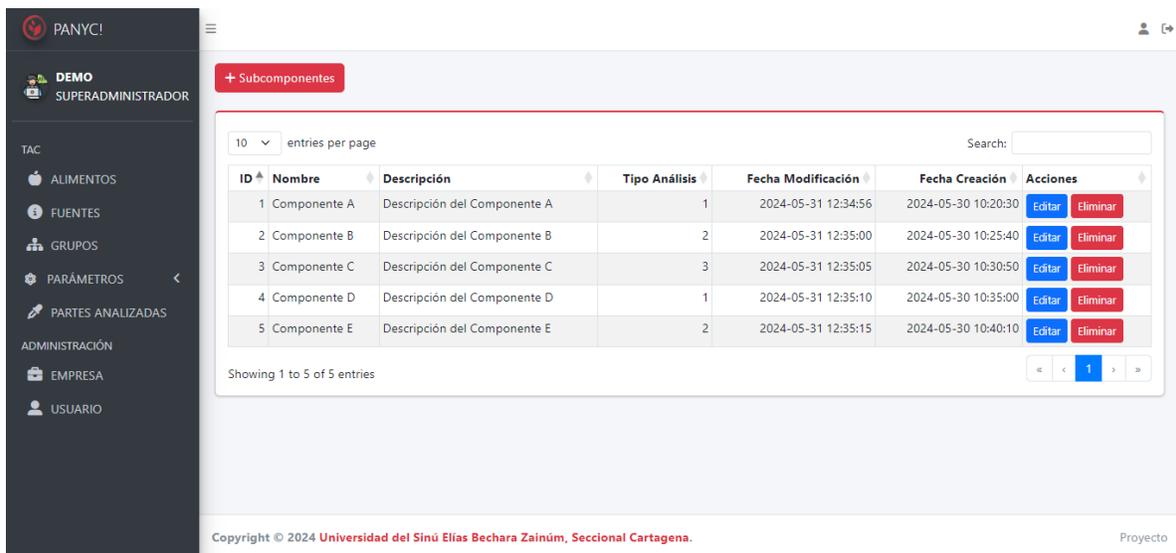
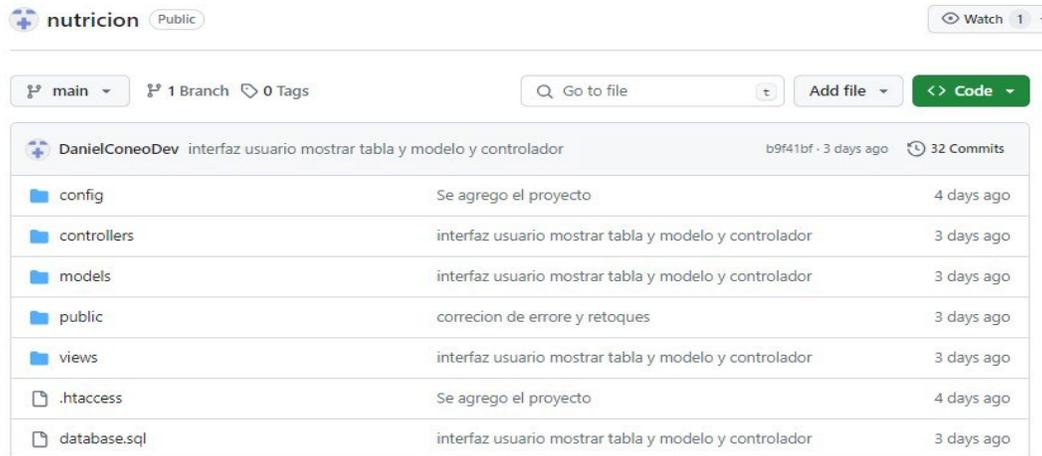


Figura 7. Interfaz de ingreso de SubComponentes historias de usuario 15

Se utilizó Github como repositorio central de código y para la administración de ramas; la figura 7 muestra el link donde se encuentra el proyecto “PANYC!”.



The screenshot shows a GitHub repository for 'nutricion' (Public). The repository is on the 'main' branch with 1 branch and 0 tags. It has 32 commits. The commit history is as follows:

File/Folder	Commit Message	Time Ago
config	Se agrego el proyecto	4 days ago
controllers	interfaz usuario mostrar tabla y modelo y controlador	3 days ago
models	interfaz usuario mostrar tabla y modelo y controlador	3 days ago
public	correccion de errore y retoques	3 days ago
views	interfaz usuario mostrar tabla y modelo y controlador	3 days ago
.htaccess	Se agrego el proyecto	4 days ago
database.sql	interfaz usuario mostrar tabla y modelo y controlador	3 days ago

Figura 7, repositorio Github

Fase de Prueba: Se realizaron pruebas funcionales a los productos viables construidos a partir de escenarios y casos de pruebas en conjunto con el cliente, lo que permitió corregir los errores de programación y de diseño arquitectura y de interfaces.

Fase de Revisión: En cuanto a las estadísticas generadas en las 4 iteraciones, se identificó la velocidad del equipo a partir de la sumatoria de los puntos de historia terminados la primera iteración de 11 historia de usuario lo que corresponden a 29 puntos de historia, y el número promedio de horas invertido por punto de historia fue de 32 horas, teniendo en cuenta que solo participó solo una persona en el desarrollo.

4. Conclusiones

Con el desarrollo de este aplicativo se destacó el papel fundamental de la informática en las ciencias de la salud, en el sentido de que permite la eficiente gestión de la información a través de herramientas especializadas que no solo mejoran la toma de decisiones, investigación y administración, sino que también empodera a los profesionales de la nutrición para desarrollar habilidades esenciales. E estructurada en fases, que permite abordar de manera integral las fases del ciclo de vida del software con el fin de cumplir los objetivos planteados, pero al mismo tiempo realizar entregas de productos viables para su puesta en producción. Esta metodología se caracteriza por la participación colaborativa de los interesados en el proyecto, dando contribución en la toma de decisiones sobre las funcionalidades de este y en cada una de las fases del desarrollo, además de que se garantiza la documentación para su posterior registro.

Finalmente, este proyecto no solo fortalece la investigación en software en el ámbito de la nutrición y dietética, sino que también proporciona oportunidades de aprendizaje práctico para estudiantes de pregrado y un camino hacia la resolución de problemas del mundo real, integrando conocimientos y habilidades para diseñar menús estructurados, completos y económicamente viables.

5. Agradecimientos

Se expresa un profundo agradecimiento la Universidad del Sinú Seccional Cartagena por facilitar los recursos necesarios para realizar el proyecto “PANYC!”.

6. Referencias

- Benavente, A. (2023, septiembre 28). Priorizando con eficacia: Una introducción a la técnica MoSCoW en Scrum. Dharma Consulting. <https://dharmacon.net/2023/09/28/priorizando-con-eficacia-una-introduccion-a-la-tecnica-moscow-en-scrum/>
- Carrasoco et al. (2019). Metodología Híbrida de Desarrollo De Software Combinando XP Y SCRUM. Revista Científica Multidisciplinaria
- ICBF (2018), Tabla de composición de alimentos colombianos. Recuperado de: https://www.icbf.gov.co/system/files/tcac_web.pdf.
- Lareo, L. (2006). Hacia una teoría axiomática de la nutrición: una aproximación teórica de las disciplinas nutricionales. Universitas Scientiarum
- Lluch Armell, T., Sureda Trullás, L., Almenar Lluch, A., & Gómez Urios, C. (2019). Estudio comparativo de la valoración nutricional de menús de comedores mediante análisis bromatológico y tablas de composición de alimentos.
- Marique Esperanza, Ramírez Margarita, Hilda Ramírez, Salgado María Consuelo, Osuna Nora, Cerda Luis (2019), Academic Management System through the development of Model-View-Controller Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação Lousada N.º E17, (Jan 2019): 1083-1093.
- Marambio et al. (2005) Servicio de alimentación, Norma técnica. Recuperado de: <http://destudiantil.ubiobio.cl/documentos/normaalimentacionnutricion2005final.pdf>
- Martínez, A. Pedrón, C. (2016). Conceptos Básicos en Alimentación. Recuperado de <https://www.seghnp.org/sites/default/files/2017-06/conceptos-alimentacion.pdf>
- Romano, B. L., & Da Silva, A. D. (2015). Project management using the scrum agile method: A case study within a small enterprise. Proceedings - 12th International Conference on Information Technology: New Generations, ITNG 2015, 774–776. <https://doi.org/10.1109/ITNG.2015.139>
- Srivastava, A., Bhardwaj, S., & Saraswat, S. (2017). SCRUM model for agile methodology. Proceeding - IEEE International Conference on Computing, Communication and Automation, ICCCA 2017, 2017-Janua, 864–869. <https://doi.org/10.1109/CCAA.2017.8229928>
- Vásquez G. & Gómez E. (2017). Sistema de alimentos equivalentes. Ed. Universidad Industrial de Santander.
- Vige, W. (2024, mayo 17). Puntos de historia: guía para estimar las historias de usuarios en Agile [2024] • Asana. <https://asana.com/es/resources/story-points>

Sistema de Gestión Colaborativa de Procesos de Investigación Formativa en Instituciones de Educación Superior locales

Juan Camilo Oyola Venera¹, María Claudia Bonfante², Andrés Molinares³, Cielo Marriaga González⁴, Elida Silva Ortega⁵

Jaime Eduardo Gonzalez Diaz⁶

¹juanvenera2001@gmail.com,

²mbonfanter@gmail.com,

³andresmolinaresb@gmail.com,

⁴investigacionindustrial@unisinucartagena.edu.co,⁵elidasilvaunisinu@gmail.com,

⁶jaimegonzalezd@unisinu.edu.co

^{1,2,3}Escuela de Ingeniería de Sistemas Universidad del Sinú Cartagena

⁴Escuela de Ingeniería de Industrial Universidad del Sinú Cartagena

⁵Area de Investigación Formativa Universidad del Sinú Cartagena

⁶Programa Administración de Negocios Internacionales Universidad del Sinú Cartagena

Resumen. Ante la necesidad de garantizar la gestión de la información que se genera en los procesos de investigación formativa en universidades locales, que implica mantener datos sobre los problemas o necesidades del contexto cercano y que son proporcionados por fuentes directas al mismo, y que requieren de soluciones creativas e innovadoras propuestas por parte de los estudiantes de acuerdo con su nivel de conocimiento que van adquiriendo a medida que avanzan en su plan de estudios. Se propone un sistema de información que soporte datos estructurados que se deriven de los procesos de investigación formativa en las Instituciones de Educación Superior, y de tal forma que permitan hacer análisis en el momento en que se requieran, para dar cumplimiento a solicitudes internas de estructuras y programas académicos y que faciliten la toma de decisiones sobre el proceso. Para su desarrollo se adoptó la metodología de desarrollo ágil Scrum, la cual permite la participación de los interesados y las entregas tempranas y funcionales del mismo. Como resultado se obtiene una herramienta útil para la gestión colaborativa del conocimiento en las universidades con la participación de todos los actores que intervienen. También podrá ser utilizado en las asociaciones o redes en que se encuentran vinculadas, y servir de línea base para posteriormente identificar patrones de comportamiento de los procesos investigativos en la ciudad de Cartagena

Palabras Claves: Investigación Formativa, Gestión de Información, proyectos de investigación, Metodología Scrum

1. Introducción

En las Instituciones de Educación Superior (IES) a nivel latinoamericano uno de los procesos fundamentales es la Investigación Formativa (Rojas & Aguirre, 2015), por cuanto permite generar competencias desde diferentes perspectivas y enfoques en estudiantes y docentes que le permiten reconocer el papel que desempeñan en una sociedad globalizada (Reiban et al., 2017), lo que conlleva a descubrir problemáticas del entorno cercano y crear soluciones que impacten a los objetivos del desarrollo humano sostenibles ODS. El uso apropiado de la información que se genera en este proceso le permite a las universidades adquirir y mantener mejores ventajas competitivas, siendo una clave esencial su capacidad para comprender y mantenerlo, así como su habilidad para enfrentar los continuos cambios.

La incorporación de estas herramientas tecnológicas ha sido el interés de algunas universidades en el contexto internacional, lo cual puede potenciar al máximo los procesos, haciendo énfasis en un análisis minucioso de las necesidades de dichos usuarios y convertirse en un instrumento útil en la toma de decisiones (Vásquez Rizo & Gabalán Coello, 2012).

Asimismo, un sistema de gestión de proyectos de investigación universitaria basado en la plataforma en la nube es construido por (Yan et al., 2020), consta de módulos para la solicitud y revisión de proyectos, apertura, seguimiento de progreso, cierre y visualización de resultados de investigación. La implementación de este sistema permite la presentación distribuida de la declaración del proyecto, el informe de apertura, de progreso y de conclusión, así como la revisión en línea. Este sistema resuelve el problema de la revisión de la declaración y la gestión de proyectos de investigación, mejora la eficiencia, ahorra las horas de trabajo del personal experto en revisión y profesores, promueve los resultados de investigación universitaria y realiza la informatización de la gestión de proyectos.

Igualmente, (Meng & Sun, 2021) propone un sistema de información científica estandarizado con el uso de Blockchain, con el cual se pretende disminuir diferentes problemas que se presentan en el proceso como el incumplimiento de contratos y la confidencialidad, ahorrando mano de obra y tiempo en la gestión tradicional. Dentro del mismo contexto, (Liu et al., 2021) identificó desafíos similares y propuso una solución relacionada con la actualización y el mantenimiento de documentos de investigación en instituciones educativas en China, de modo que las partes interesadas puedan acceder a ellos y utilizarlos para sus propios fines de forma periódica.

Para los centros de investigación como el existente en la Universidad del Zulia de Venezuela, los sistemas de información se convierten en un instrumento valioso, puesto que minimizan situaciones como: cruces y duplicación de información, cuellos de botella en procesos, que impidan visualizar y generar estadísticas de una manera inmediata en los procesos de investigación (Valero, J Y Antúnez, 2015). Asimismo, un aplicativo informático mediante Entity Framework para el control y monitoreo de proyectos de investigación con mensajería instantánea, fue propuesto por (Gorozabel, 2019) para la Pontificia Universidad Católica del Ecuador enfocado a agilizar y mejorar los indicadores de la gestión de proyectos y facilitar la accesibilidad de los usuarios y optimizar el desarrollo de soluciones. Otro trabajo similar, es un el uso herramienta tecnológica denominada WebTIC, como propuesta didáctica de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) de desarrollados en una universidad del sur de Colombia (Torres et al., 2021)

A nivel local, se encontró que la Universidad Rafael Núñez, propone soportarse en un sistema que permiten planear los proyectos de investigación, verificar los lineamientos acordados, hacer seguimiento al trabajo de los estudiantes, evaluar el proceso investigativo y preservar el conocimiento de los trabajos realizados (Bonfante & Herrera, 2013).

Ante este panorama sobre la importancia de los sistemas de información en los procesos de investigación, y la necesidad identificada por una encuesta aplicada por los autores a los coordinadores y/o líderes del área de investigación en diferentes IES de la ciudad de Cartagena, se propone un aplicativo web a la medida que recopile las necesidades de grupos de interés, de tal forma que posteriormente los docentes puedan identificar qué tipo de trabajo formativo podrían realizar y asignar estudiantes para su solución y hacerle seguimiento al progreso de los mismos, resolviendo el problema en un entorno colaborativo y atendiendo las estrategias didácticas para la investigación que cada institución universitaria tenga adoptadas, para su construcción se empleó por la metodología Scrum, que posibilita la entrega de un producto mínimo viable y la participación activa del cliente final en la construcción del producto.

3. Metodología

La metodología ágil adoptada para la construcción de la plataforma se basa en enfoque Scrum (Srivastava et al., 2017). En cual proporciona un marco colaborativo, flexible y evolutivo que se adapta perfectamente a proyectos dinámicos y cambiantes, como lo es el desarrollo de software (Mercado V et al., 2015). Scrum integra roles, artefactos y eventos claves para garantizar la entrega continua de funcionalidad y la máxima calidad y los artefactos que proporciona son fundamentales para mantener un registro claro y actualizado del trabajo pendiente (Urteaga, 2015). Scrum aporta cuatro fases importantes para cada Sprint o iteración, como se observa en la figura 1.

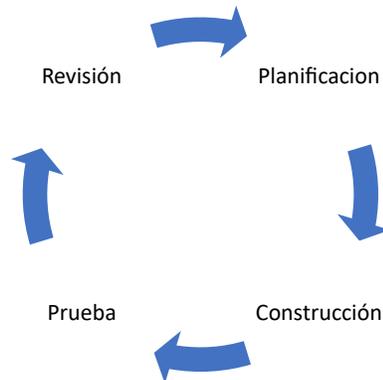


Figura 1: Fases Scrum en cada Sprint

La Planificación del Sprint es una fase crucial en la que se seleccionan las tareas del Producto Backlog. Esto permite una entrega incremental de funcionalidad y una mejor respuesta a los requisitos cambiantes. Los artefactos empleados en esta fase para recopilar información de las funcionalidades del sistema serán la relación de las Épicas, Historias de Usuario y tareas (Carrasoco et al., 2019). Para priorizar las historias de usuario se emplea el método MoSCoW (Del Sagrado et al., 2018), el cual permite clasificar las historias en cuatro categorías: Debe tener (Must Have), Debería Tener (Should Have), Podría Tener (Could Have) y No Tendrá (Won't Have).

Para la estimación del esfuerzo se escogerá la técnica de puntos de historia, para lo cual cada historia recibirá un valor relativo relacionado con la complejidad y esfuerzo requerido, basada en la experiencia del equipo. Se seleccionan las historias que van a participar en las iteraciones de desarrollo.

En la fase de construcción, paralelamente, se diseña la arquitectura y los componentes del sistema y base de datos de manera incremental. La fase de prueba, se validan las historias de usuario implementadas y finalmente en la fase de Revisión se presenta el producto mínimo viable en cada entrega y se generan las estadísticas del proceso (Romano & Da Silva, 2015).

4. Resultados y discusión

Las épicas o grandes funcionalidades en el sistema están relacionadas con los roles del Administrador, Tercero o grupo de interés, Docentes, Estudiantes y el rol Administrador-Docente. En la tabla 1 se relacionan las historias de usuario fueron identificadas para épicas del rol del Administrador, en la tabla 2 desde el rol de tercero o grupo de interés y la tabla 3 desde el rol docente y en la tabla 4, para el estudiante.

Tabla 1 – Historias de Usuario del rol Administrador

ID. HU	DESEO
01	Autenticar y registrar información como usuario
02	Cargar y visualizar IES, manipular las mismas o agregar nuevas.
03	Asociar administradores a las diferentes IES registradas en el sistema.
04	Cargar sedes de la IES registradas en el sistema y manipular dicha información.
05	Cargar información de las facultades de las IES registradas en el sistema y manipular dicha información.
06	Cargar escuelas de la IES registradas en el sistema y manipular dicha información.
07	Visualizar los terceros activos en el sistema.
08	Registrar y actualizar información las diferentes estrategias investigativas formativas de las IES
09	Cargar información de los países, departamentos y municipios
10	Cargar programas de la IES registradas en el sistema y manipular dicha información.

Tabla 2 – Historias de Usuario del rol Persona o grupo de interés

ID. HU	DESEO
11	Registrar y actualizar información de personas.
12	Registrar toda la información sobre el problema identificado y que requiere solución a través de estrategias de investigación formativa en las IES
13	Registrar información sobre las causas directas e indirectas de un problema
14	Registrar información sobre los efectos directos e indirectos de un problema

Tabla 3 – Historias de Usuario del rol Docente

ID. HU	DESEO
15	Revisar los problemas registrados por los grupos de interés y asignar estudiantes para su solución
16	Generar estadísticas sobre el proceso

Tabla 4 – Historias de Usuario del Rol Estudiante

ID. HU	DESEO
17	Revisar los trabajos asignados por docentes
18	Solicitar tutorías u asesorías
19	Realizar entregas parciales y finales del trabajo
17	Revisar los trabajos asignados por docentes
18	Solicitar tutorías u asesorías

19 Realizar entregas parciales y finales del trabajo

Tabla 6. Administrador de universidad

ID. HU	DESEO
20	Revisar las solicitudes enviadas
21	Cargar sedes de la IES a la cuál estoy asociado manipular dicha información.
22	Cargar información de las facultades de la IES a la cuál estoy asociado y manipular dicha información.
23	Cargar escuelas de la IES a la cuál estoy asociado y manipular dicha información.
24	Cargar programa de la IES a la cuál estoy asociado y manipular dicha información.

Tabla 7. Administrador de solicitudes

ID. HU	DESEO
25	Revisar solicitudes enviadas a la IES a la cuál estoy vinculado.
26	Asignar docente y metodología para dar soluciones a las solicitudes,

Con respecto a la priorización y estimación de cada una de las historias de usuario, en la tabla 2 se describe la priorización de utilizando la técnica Moscow y la estimación del esfuerzo en horas utilizando la técnica Story Point (Alsaadi & Saeedi, 2022), de acuerdo con su complejidad

Tabla 7. Priorización y estimación de historias de usuario.

No. Sprint	Id HU	Prioridad	Estimación (story point)
1	01	MUST	26
1	11	MUST	13
1	12	MUST	13
1	13	MUST	8
2	15	MUST	8
2	02	MUST	8
2	03	MUST	8
2	04	MUST	8

2	05	MUST	8
3	06	MUST	8
3	10	MUST	8
3	07	MUST	8
4	14	MUST	8
4	15	MUST	8
4	16	SHOULD	5
4	17	SHOULD	5
4	18	SHOULD	5
4	19	SHOULD	5

Asimismo, en la fase de construcción se estableció la arquitectura del sistema en capas y las tecnologías relacionadas, en la figura 2, se distingue la capa de presentación cuyo objetivo principal consiste en brindar una experiencia eficaz y amigable para el usuario final. Para alcanzar este propósito, el frontend emplea tecnologías web como Angular y Material Design para renderizar páginas, gestionar las interacciones del usuario y presentar información de manera atractiva. Aunque se comunica con el backend para obtener datos y servicios, su enfoque principal radica en la presentación y la interacción. Por otra parte, el backend que opera en el servidor y asume la responsabilidad de administrar la lógica de negocio, procesar solicitudes, interactuar con bases de datos y suministrar servicios y datos al frontend. En otras palabras, el backend gestiona todos los aspectos que ocurren en segundo plano. Utiliza lenguajes de programación y frameworks específicos para implementar la lógica de la aplicación y asegurar la seguridad e integridad de los datos.

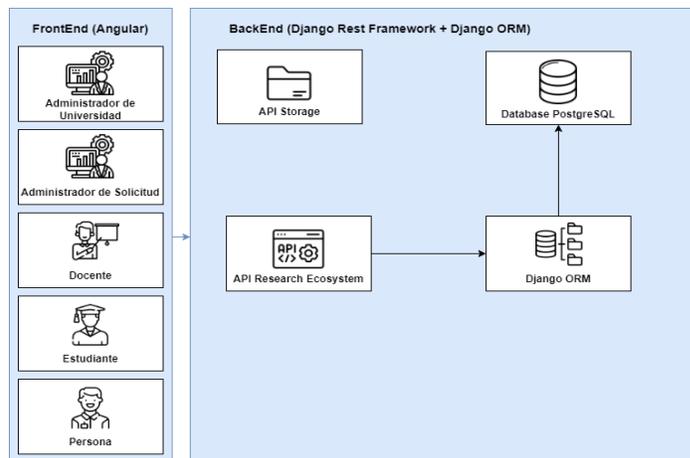


Figura 2. Arquitectura del Sistema

El modelo de físico de datos se muestra en la figura 3, el motor seleccionado es PostgreSQL, puesto que permite un mejor control e integridad de los datos del módulo de rol Tercero o grupo de interés, donde se observan las entidades para mantener la información relacionada con solicitudes o

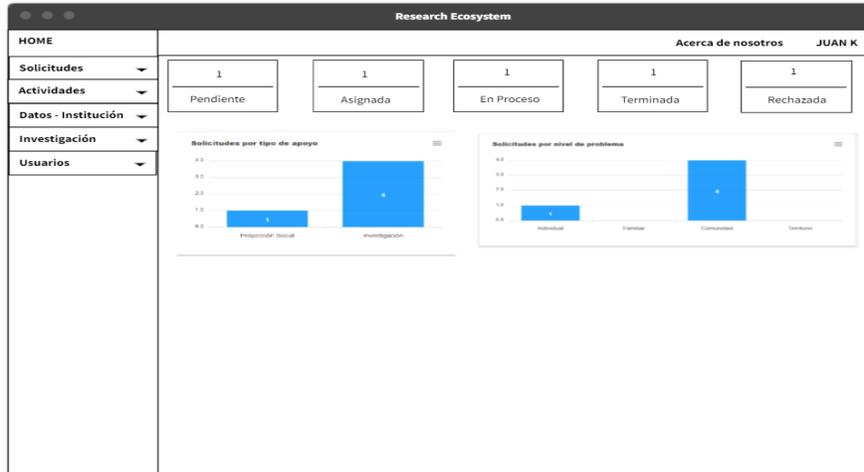


Figura 4. Mockup de Interfaz Principal

Se logró generar el primer producto viable, para las historias de usuario seleccionadas para el sprint 1, como se muestra en las figuras 5, 6, 7 y 8



Figura 5 Diseño de interfaz Principal (Historia de Usuario 01)

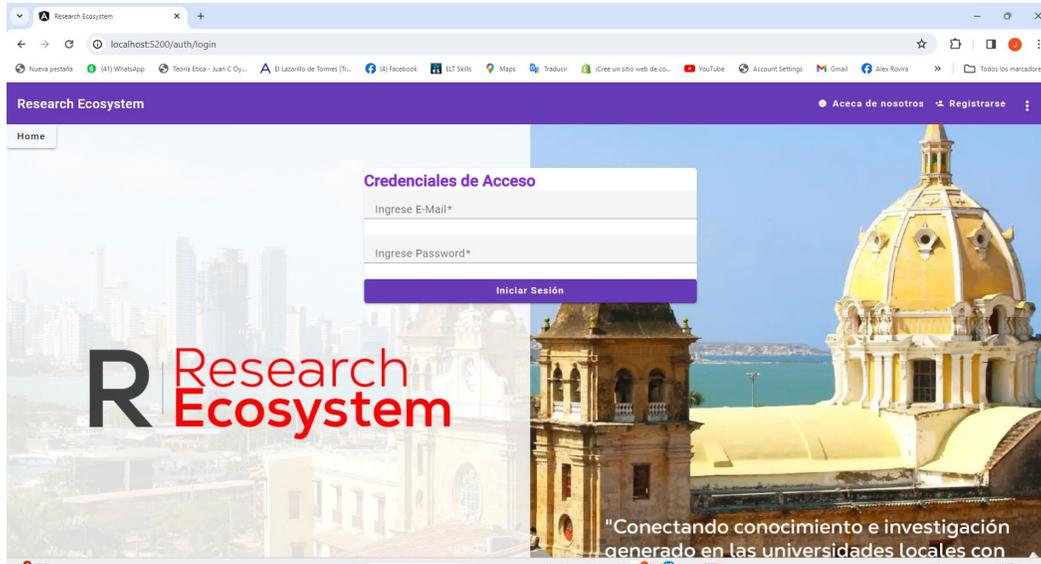


Figura 6. Loguin al sistema (historia de Usuario 11)

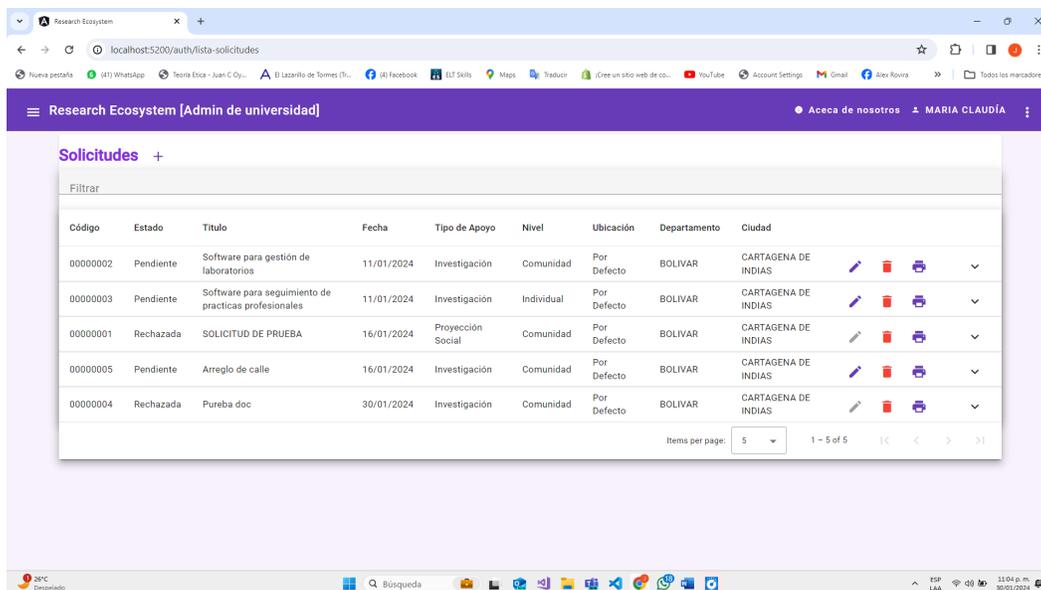


Figura 7. Registro, actualización y consulta de Solicitudes (Historia de Usuario 12)

Para las universidades, la informatización de la gestión de los proyectos de investigación científica es una tendencia inevitable. La introducción de la tecnología de la información puede reducir en gran medida la carga de trabajo de los gestores de proyectos de investigación científica y normalizar y simplificar el proceso de gestión; por otro lado, puede utilizar sistemas avanzados de administración de bases de datos para mejorar la eficacia y la precisión y mejorar los niveles de gestión.

Por lo anterior, IES están obligadas a posibilitar la identificación y el mantenimiento de información que haga parte de la gestión del conocimiento que permiten construir esquemas que le sean propios en aras de su desarrollo y del recurso académico humano vinculado, especial el proceso de investigación formativa, el cual demanda atender las necesidades del sector externo y solucionarlas a

través de las estrategias de formación particulares que cada una implementa, e involucrando la participación de su comunidad educativa desde sus diferentes roles, tal como lo proponen (Vásquez Rizo & Gabalán Coello, 2012) y (Valero, J Y Antúnez, 2015).

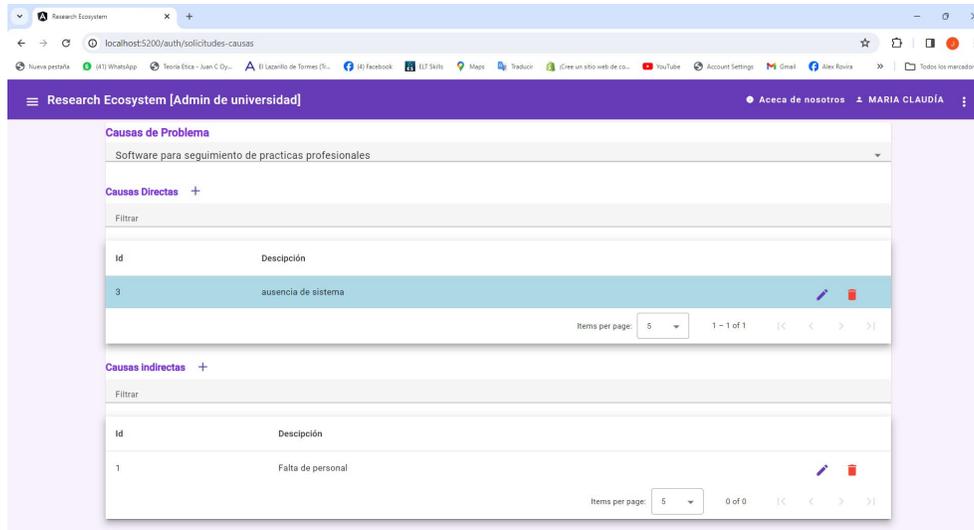


Figura 8. Registro de Causas Directas e indirectas de un problema (Historia de Usuario 13)

5. Conclusiones

La metodología SCRUM como una de las más adoptadas actualmente por la industria de software a nivel global, permitió recopilar todas las funcionalidades claves del sistema propuesto para la gestión de la investigación formativa las IES de la ciudad de Cartagena. Su artefactos y eventos permitieron identificar las historias de usuario desde el punto de vista de los roles participantes, priorizar y estimar el esfuerzo de las mismas, lo cual permitió seleccionar las involucradas en cada Sprint, y a partir del diseño de la arquitectura del sistema y la capa de datos implementada en PostgreSQL, se obtiene el primer producto viable, con lo cual se logró abordar los aspectos esenciales de las características de calidad de la información relacionada con un banco de necesidades que pueden convertirse en un fuente de proyectos de investigación para las diferentes áreas disciplinares, lo que conlleva a la medición objetiva, el análisis de datos que posibilitan la toma de decisiones en procesos misionales fundamentales, generando un entorno colaborativo de investigación a nivel local. Cómo trabajo futuro se propone integrar el uso de Blockchain para garantizar la privacidad de los problemas e ideas aportados por los interesados para su solución.

6. Agradecimientos

Los autores extienden su agradecimiento a la Universidad del Sinú Seccional Cartagena por facilitar los recursos para la ejecución del proyecto “ECOSISTEMA DE INNOVACIÓN PARA EL FORTALECIMIENTO DE LOS PROCESOS DE INVESTIGACIÓN EN INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR EN LA CIUDAD DE CARTAGENA”, puesto que el software Sistema de Gestión para la trazabilidad de procesos de investigación formativa es producto de este proyecto.

7. Referencias

- Alsaadi, B., & Saeedi, K. (2022). Data - driven effort estimation techniques of agile user stories : a systematic literature review. In *Artificial Intelligence Review* (Vol. 55, Issue 7). Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/s10462-021-10132-x>
- Bonfante, M. C., & Herrera, J. (2013). INVESTIGACIÓN EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR CON EL USO LAS TIC. *Innovación En Investigación Educación En Ingeniería: Factores Claves Para La Competetividad Global*. <https://doi.org/https://doi.org/10.26507/ponencia.1447>
- Carrasoco, M., Ocampo, W., Ulloa, J., & Azcona, E. (2019). METODOLOGÍA HÍBRIDA DE DESARROLLO DE SOFTWARE COMBINANDO XP Y SCRUM. *Mikarimin. Revista Científica Multidisciplinaria*, 109–116.
- Del Sagrado, J., Del Aguila, I., & Bosch, A. (2018). Expansión cuantitativa del método MoSCoW para la priorización de requisitos. *Congresos Dpto. Informática - Universidad de Almería*. <http://hdl.handle.net/10835/6110>
- Gorozabel, M. (2019). Desarrollo de un Aplicativo Informático Mediante Entity Framework para el Control y Monitoreo de Proyectos de Investigación con Mensajería Instantánea. In *Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas*. <https://181.39.85.171/handle/123456789/1891>
- Liu, J., Wang, C., & Xiao, X. (2021). Design and Application of Science and Technology Project Management Information System for Educational Institutes. *Mobile Information Systems, 2021*. <https://doi.org/10.1155/2021/2074495>
- Meng, Q., & Sun, R. (2021). Towards Secure and Efficient Scientific Research Project Management Using Consortium Blockchain. *Journal of Signal Processing Systems*, 93(2–3), 323–332. <https://doi.org/10.1007/s11265-020-01529-y>
- Mercado V, Zapata J, & Ceballos Y. (2015). Herramientas Y Buenas Prácticas Para El Aseguramiento De Calidad De Software Con Metodologías Ágiles Tools and Good Practices for Software Quality Insurance Under Skilful Methodologies. *Rev. Investig. Desarro. Innov*, 6(1), 73–83.
- Reiban, R., Rodríguez, H., & Zeballos, J. (2017). Competencias investigativas en la Educación Superior. *Revista Publicando*, 4(10), 395–405.
- Rojas, C., & Aguirre, S. (2015). La formación investigativa en la educación superior en America Latina. *Revista Eleuthera*, 12, 197–222.
- Romano, B. L., & Da Silva, A. D. (2015). Project management using the scrum agile method: A case study within a small enterprise. *Proceedings - 12th International Conference on Information Technology: New Generations, ITNG 2015*, 774–776. <https://doi.org/10.1109/ITNG.2015.139>
- Srivastava, A., Bhardwaj, S., & Saraswat, S. (2017). SCRUM model for agile methodology. *Proceeding - IEEE International Conference on Computing, Communication and Automation, ICCCA 2017, 2017-Janua*, 864–869. <https://doi.org/10.1109/CCAA.2017.8229928>
- Torres, A., Niera, J., Burbano, C., & Rodríguez, S. (2021). Emerging Technologies for learning through the PBL approach in Institutions Associated to ACIET ' s South Pacific Research Roundtable. *XI Internacional Conference on Cirtual Campus*. <https://doi.org/10.1109/JICV53222.2021.9600340>
- Urteaga, A. (2015). *Aplicación de la metodología de desarrollo ágil Scrum para el desarrollo de un sistema de gestión de empresas* [Carlos III de Madrid]. <https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/23750>
- Valero, J Y Antúnez, Y. (2015). Calidad de los sistemas de información en los Centros de Investigación. *Espacios Públicos*.
- Vásquez Rizo, F. E., & Gabalán Coello, J. (2012). La administración de la información como potenciadora de la gestión del proceso investigativo en una institución de educación superior: Una propuesta. *Revista Interamericana de Bibliotecología*, 35(3), 313–326.

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ofm&AN=90260401&lang=es&site=ehost-live>

Yan, Z., Wei, G., Dongdong, L., Lei, N., & Mengran, Y. (2020). University Research Project Management System Based on Cloud Platform. *Proceedings - 2020 International Conference on Big Data and Informatization Education, ICBDIE 2020*, 453–456. <https://doi.org/10.1109/ICBDIE50010.2020.00112>

Automatización del Desarrollo de Software con Prácticas DevOps: Dashboard para Evaluar el Impacto de la Formación Médica en Atención Primaria y Salud Pública como caso de estudio

Arturo Batista¹, Andrea Beltrán¹, Andrés Cárdenas¹, Roberto Guzmán¹, Xavier Del Río¹, Carmelo López¹, Miguel Arévalo¹, María Claudia Bonfante, María Cristina Sarmiento².

¹Escuela de Ingeniería de Sistemas, Universidad del Sinú Seccional Cartagena Colombia

²Escuela de Medicina, Universidad del Sinú Seccional Cartagena Colombia

Autor de correspondencia: andreacarolina544@gmail.com

Abstract. Este trabajo tiene como objetivo principal implementar un dashboard para visualizar el impacto de la metodología Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), en la formación de estudiantes de Medicina en el área de atención primaria y salud pública en la Universidad del Sinú. Para su desarrollo se empleó DevOps, lo cual permite automatizar cada una de las fases del ciclo de vida del software en especial la fase de desarrollo y puesta en operación. Se utilizó como herramienta Azure de Microsoft para crear el proyecto e integrar todos los artefactos, su servicio Board permitió emplear el enfoque Scrum para identificar los requerimientos funcionales especificando épicas, historias de usuarios y tareas del software, el servicio Report facilitó la conexión con Github para administrar las ramas del repositorio del código tanto del FronEnd y el BackEnd, se construyó una canalización para garantizar la compilación, corrección de errores y la integración continua y finalmente el software fue desplegado con los servicios de Firebase.

Palabras Claves: Atención primaria, Azure, Dashboard, DevOps, Formación Médica, Salud pública.

1. Introducción

Devops es una buena práctica en procesos de desarrollo de software que integra una combinación entre dos roles importantes, los que pertenecen al área desarrollo y al área de operaciones, con el fin de tener mejores resultados y clientes más satisfechos, ya que históricamente se han presentado muchos inconvenientes debido a que cada área trabajaba por separado, no había ningún tipo de comunicación lo cual conllevaba a que muchos de los errores presentado quedaran sin corregir, por tal motivo existían muchos clientes insatisfechos. Devops surge por la necesidad de tener una cultura que permita una mejor comunicación entre estas dos áreas llevando así a que los procesos se realicen

de forma integral, al aplicar controles para reducir el margen de errores y evitar los sobrecostos en los aplicativos (Olivares et al, 2019).

El término DevOps se deriva de una combinación de las abreviaturas Dev (desarrollo) y Ops (operaciones) y puede definirse como un marco de trabajo donde existe coherencia de ideas y aportes entre el departamento de desarrollo y operaciones. Mejorando el proceso de desarrollo de software y lograr productos de mejor calidad mediante la combinación de ideas y contribuciones entre ambos departamentos. (Santacruz, 2022). E principal objetivo es la colaboración, permitiendo actualizar los sistemas de producción en cualquier momento con un rendimiento estable y asegurando la continuidad de los procesos generados. (Ricachi, 2021). Cuando las empresas adoptan DevOps como forma de trabajo, utilizan una variedad de métodos destinados a acelerar, ahorrar y optimizar el trabajo de sus equipos de desarrollo. (Rodríguez, 2022).

Los métodos más comunes para acelerar y mejorar el desarrollo de software son Scrum, Agile y Kanban. (Redondo & Cárdenas, 2022). Scrum es el más apropiado para facilitar el trabajo del equipo en cuanto al desarrollo realizado y poder proporcionar mejores resultados finales (Rodríguez, 2022). Consiste en un conjunto de roles, responsabilidades y eventos diseñados para monitorear el progreso o retrasos. (Redondo & Cárdenas, 2022). Azure DevOps brinda soporte para agregar extensiones, integrarse con otros servicios populares como: (Campfire, Slack, Trello, UserVoice y otras) y desarrollar sus propias extensiones personalizadas (Rossberg, 2019).

Ante estas potentes utilidades, este trabajo pretende poner en práctica los servicios de Azure Devops, se usará la metodología Scrum para solucionar el problema de medir el impacto de la formación médica en atención primaria y salud pública mediante el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) (Trullàs et al., 2022), en el programa de Medicina de la Universidad del Sinú Seccional. Se emplea para ello creaciones literarias construidas a partir de contextos reales que visualicen pacientes en su entorno y como éste influye en su condición de salud, brindan una posibilidad para reflexión y comprensión integral del individuo, su familia, la comunidad y al sistema sanitario y a tener una visión holística del entorno y de los problemas de salud que aquejan la población.

Posteriormente, los estudiantes de medicina analizan estas creaciones literarias que deben estar colgadas en un repositorio y resuelven los casos, se les aplica un instrumento de medición de impacto conformado por un banco de preguntas dividido por competencias (técnicas, metodológicas, participativas, personales, rol del docente). El análisis de cada criterio debe representarse en forma gráfica lo cual permitirá observar la medición de las competencias logradas mediante el ejercicio del ABP, lo cual posibilitará la toma de decisiones sobre cuales competencias fortalecer en la formación de los médicos para los retos de Atención Primaria en Salud y resolución de problemas en Salud Pública.

2. Metodología

El método empleado para la construcción del software se observa en la figura 1. En el cual se describen siete (7) fases para la implementación de Devops.

1. **Planificación:** En esta fase se identifican las necesidades del cliente y se garantiza la comunicación continua con estos. El resultado de su trabajo es una hoja de ruta del producto que guía el desarrollo futuro. (Redondo & Cárdenas, 2022).

2. **Codificación:** Esta fase incluye el diseño y la redacción del código para el software, definir herramientas y complementos para respaldar el proceso de desarrollo, priorizar un estilo de código consistente y evitar vulnerabilidades de seguridad comunes y así como patrones de código no deseados. (Redondo & Cárdenas, 2022)



Figura 1. Fases DevOps por Silvia blog's 2022 <https://viewnext.usal.es/blog/aspectos-devops>.

3. **Compilación:** En esta fase es donde entra en juego DevOps. Cuando los desarrolladores completan sus tareas, envían su código a un repositorio de código compartido. Luego, otro desarrollador revisa y aprueba los cambios, lo que facilita una revisión efectiva para detectar problemas de manera temprana. (Redondo & Cárdenas, 2022)
4. **Pruebas:** Esta fase incluye pruebas continuas, ya sean manuales o automatizadas, para asegurar la calidad de la programación. (Ricachi, 2021)
5. **Despliegue:** Durante esta fase, se utilizan herramientas que le ayudarán a gestionar, coordinar, planificar y automatizar las tareas operativas del lanzamiento de su producto (Ricachi, 2021)
6. **Funcionamiento:** En esta etapa, el software se controla durante el proceso de producción. (Ricachi, 2021)
7. **Monitoreo:** En esta fase, se recopilan y analizan datos para determinar el comportamiento, el rendimiento y los errores del cliente cuando se utilizan en la aplicación. (Redondo & Cárdenas, 2022).

3. Resultados y discusión

En esta sección se explica cómo se integraron las diferentes herramientas que apoyaron el proceso de automatización del desarrollo de software. Se obtiene como resultado los artefactos en cada una de las fases descritas en la metodología de la siguiente forma:

Fase de Planificación: El servicio Board de Azure DevOps permitió construir el producto backlog especificando para la Epica 1: Administrar el sistema, las historias de usuario para este rol son: (Registrar Estudiante, Registrar Dimensiones, Registrar Preguntas, Registrar Creaciones Literarias, Generar reportes. La Epica 2 corresponde a Diligenciar caracterización y encuesta, se identificaron historias de usuario como: Registrar caracterización, Responder Preguntas, Descargar Creación literaria, cargar informe de estudiantes. Tal como se muestra en la figura 2.

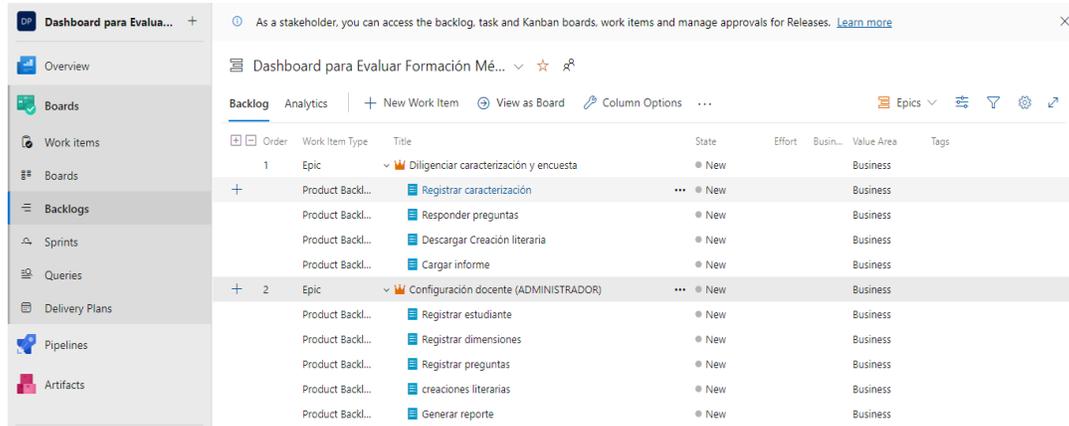


Figura 2. Backlog con historias de usuario de cada Épica en el servicio Boards

El servicio Board también permitió integrar los Widgets, para hacer seguimiento a la fase de planeación tal como se observa en la figura 3.

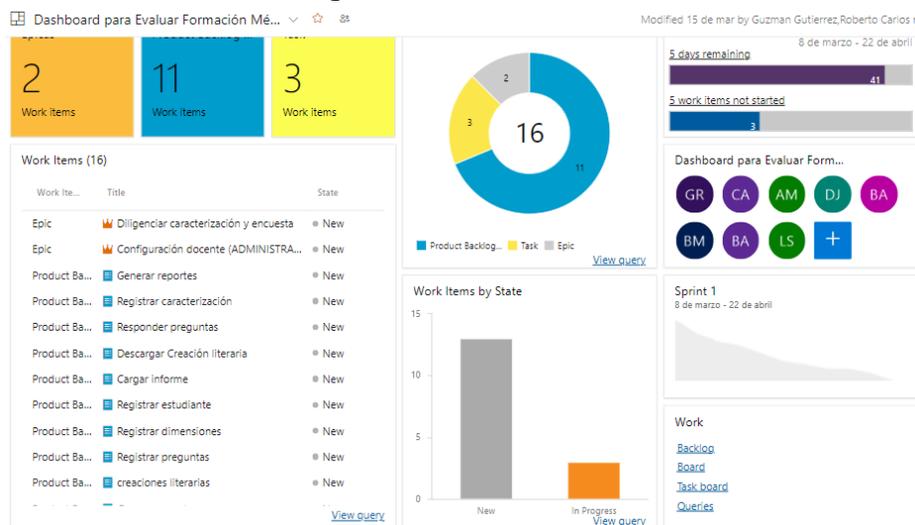


Figura 3. Vista del Dashboard con Widget de seguimiento del trabajo

Mediante el servicio Board de Azure también se realizó la asignación de tareas durante el primer Sprint, cuyo tiempo de duración estimado fue de tres semanas. En la figura 4 se muestra las tareas asignadas en el Sprint 1.

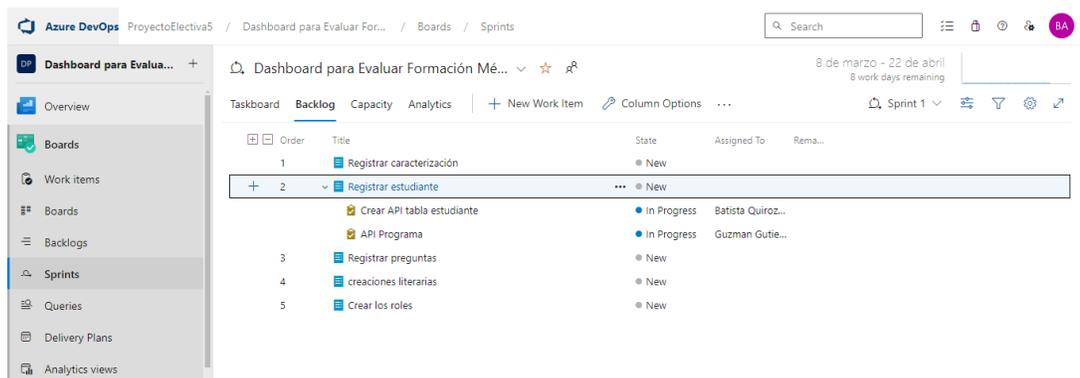


Figura 4. Tareas asignadas en el Sprint 1 al equipo de desarrollo

Fase de Codificación: Se utilizó Github para el control de versiones y el servicio Repos de Azure DevOps como repositorio principal para alojar el código y se asignaron los permisos a cada dependencia, además, los cambios se van a integrar con pull request (ver figura 5). Para el desarrollo del Backend se utilizó el Framework de Laravel 9 con el objetivo de crear todas las API de la aplicación para su uso del lado del frontend.

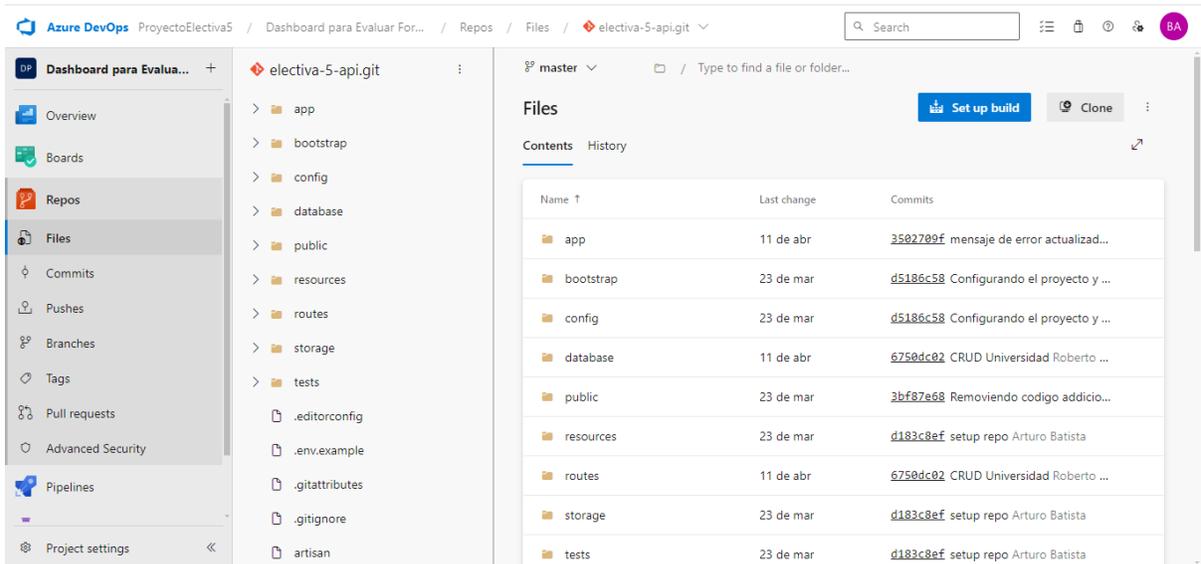


Figura 5. Repositorio Backend de la aplicación

Las confirmaciones de cambios (commits) realizados por los desarrolladores a cargo del Backend, se pueden visualizar en la figura 6.

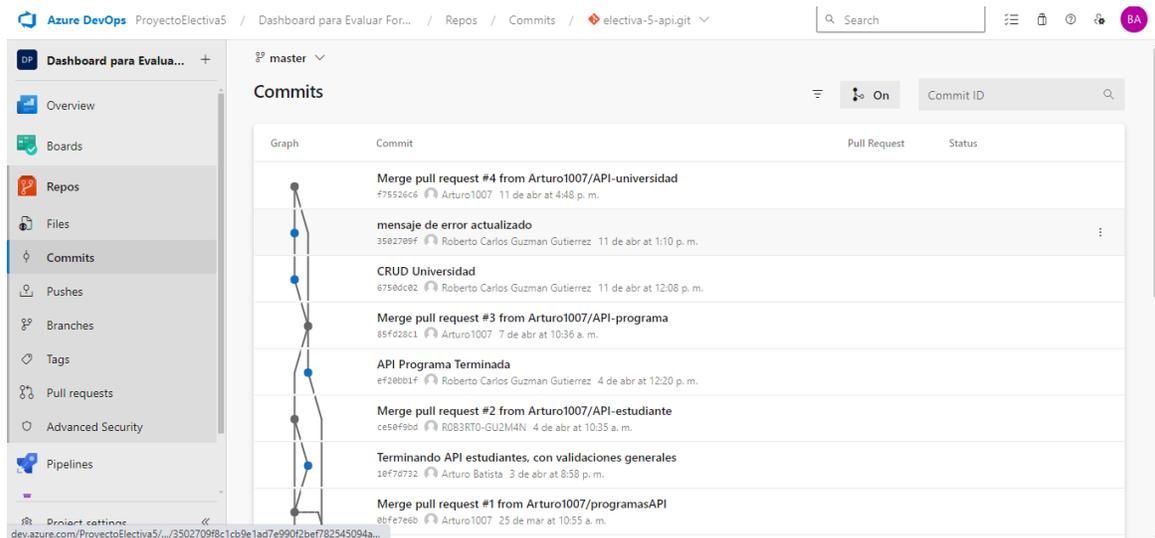


Figura 6. Confirmaciones de commits en el repositorio BackEnd

El Frontend fue dispuesto en otro repositorio es almacenar el código encargado de mostrar la interfaz de usuario consumiendo las API's correspondiente, haciendo uso de las ventajas de React JS, tal como se observa en la figura 7.

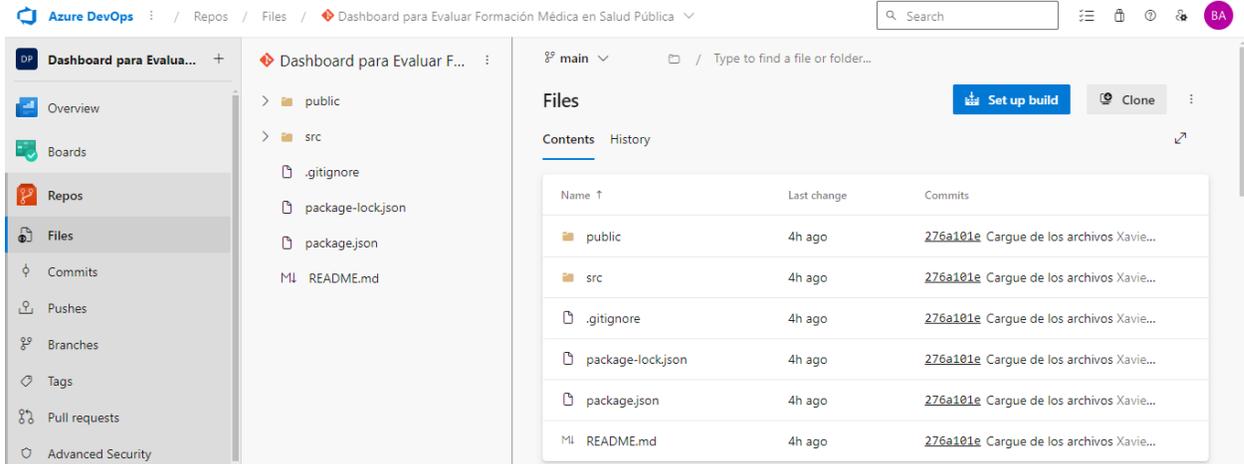


Figura 7. Repositorio FronEnd en Azure Devops

Fase de compilación: El código del FronEnd se compiló desde visual Studio Code (figura 8) realizando los siguientes pasos:

1. Instalamos el Firebase desde la terminal del proyecto **npm install -g firebase-tools**

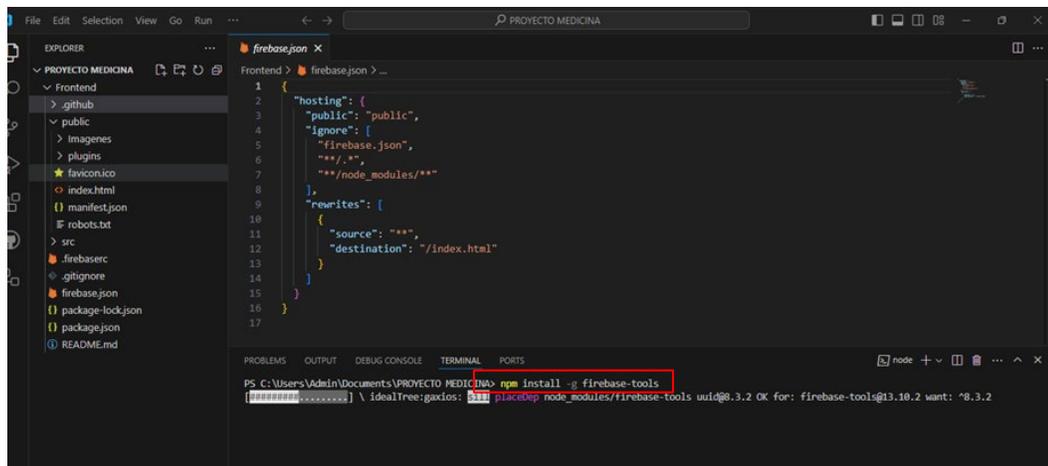


Figura 8. Instalación del Firebase

2. Realizamos la conexión del Visual Studio Code con el Firebase

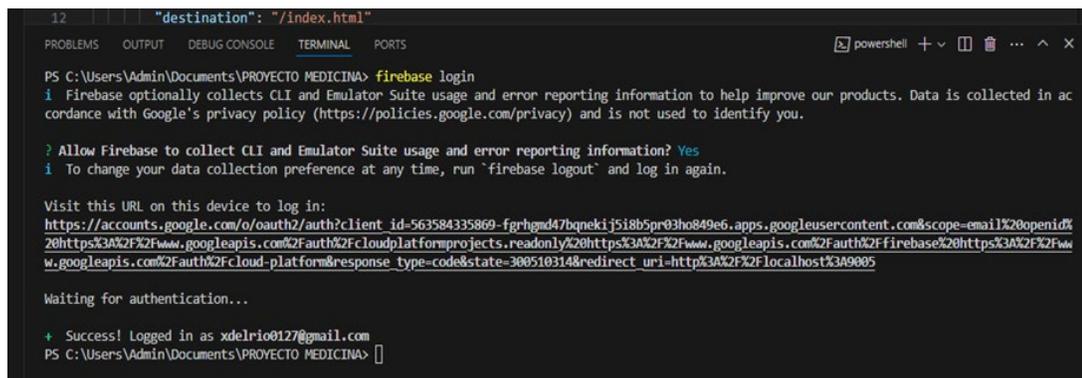


Figura 9. Login con Firebase

3. Inicializamos el firebase en el proyecto con el comando **Firestore init**, como se muestra en la figura 10.

```
+ Success! Logged in as xdelrio0127@gmail.com
PS C:\Users\Admin\Documents\PROYECTO MEDICINA> firebase init

##### 
##      ## ##  ## ##      ##      ## ##  ##      ##
#####  ## #####  #####  #####  #####  #####
##      ## ##  ## ##      ##      ## ##  ##      ##
##      #####  #####  ##      ## #####  #####

You're about to initialize a Firebase project in this directory:

C:\Users\Admin\Documents\PROYECTO MEDICINA

? Are you ready to proceed? (Y/n) [ ]
```

Figura 10. Init Firebase

4. Crear el Archivo de Workflow en GitHub Actions (figura 11)

```
firebase.json x
Frontend > firebase.json > {} hosting > [ ] rewrites > {} 0
  > "hosting": {
PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL PORTS
? Please select an option: Use an existing project
? Select a default Firebase project for this directory: proyecto-xavier (Proyecto-Xavier)
i Using project proyecto-xavier (Proyecto-Xavier)

=== Hosting Setup

Your public directory is the folder (relative to your project directory) that
will contain Hosting assets to be uploaded with firebase deploy. If you
have a build process for your assets, use your build's output directory.

? What do you want to use as your public directory? public
? Configure as a single-page app (rewrite all urls to /index.html)? No
? Set up automatic builds and deploys with GitHub? Yes
+ Wrote public/404.html
+ Wrote public/index.html

i Didn't detect a .git folder. Assuming C:\Users\Admin\Documents\PROYECTO MEDICINA is the project root.
i Authorizing with GitHub to upload your service account to a GitHub repository's secrets store.

Visit this URL on this device to log in:
https://github.com/login/oauth/authorize?client_id=89cf50f02ac6aed34848&state=1017264643&redirect_uri=http%3A%2F%2Flocalhost%3A9005&scope=read%3Auser%20repo%20public_repo

Waiting for authentication...

+ Success! Logged into GitHub as Xavier2710

? For which GitHub repository would you like to set up a Github workflow? (format: user/repository) Xavier2710/Frontend [ ]
```

Figura 11. WorkFlow y cargue del repositorio al Firebase

5. Se generó la construcción del archivo Yml **firebase-hosting-pull-request.yml** donde se integra todo lo necesario para desplegar el proyecto, como se muestra en la figura 12.

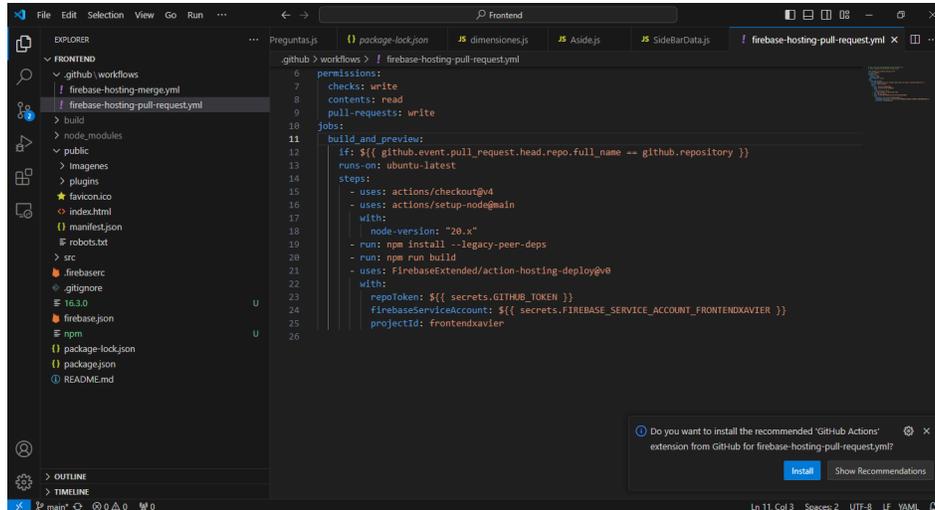


Figura 12. Compilación del código

6. Se configuran los Secretos en GitHub, Nombre el secreto **FIREBASE_TOKEN** y pega el token generado con **firebase login:ci**
7. Se realizan los Commit y Push de los Cambios al repositorio, como se muestra en la figura 13.

git add .github/workflows/firebase-hosting-pull-request.yml.

git commit -m "Añadir workflow de GitHub Actions para despliegue de Firebase Hosting en pull requests."

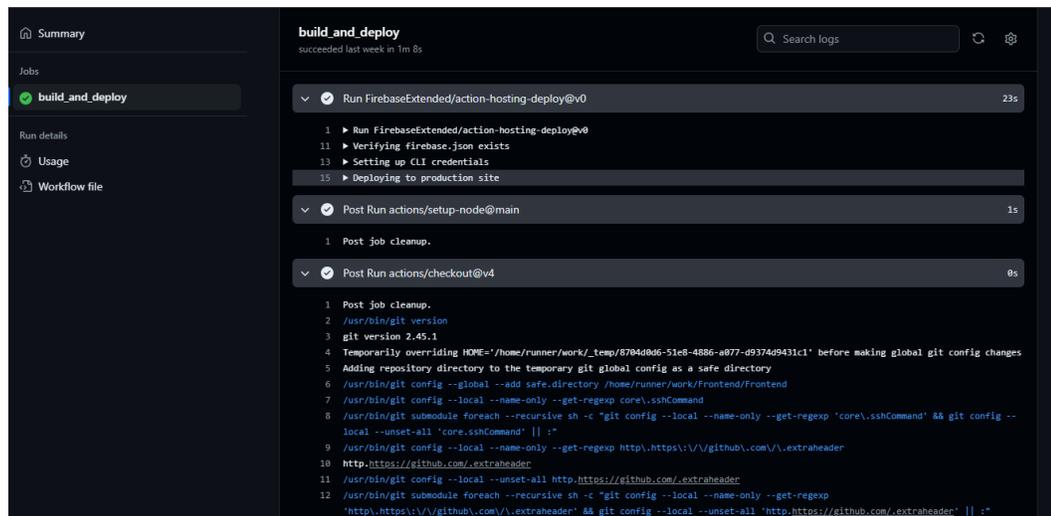


Figura 13. Commit y Push

8. En la pestaña de actions se visualizan los logs del flujo de trabajo para asegurarse de que todo se ejecuta correctamente y el despliegue a Firebase se realiza según lo esperado (ver figura 14).

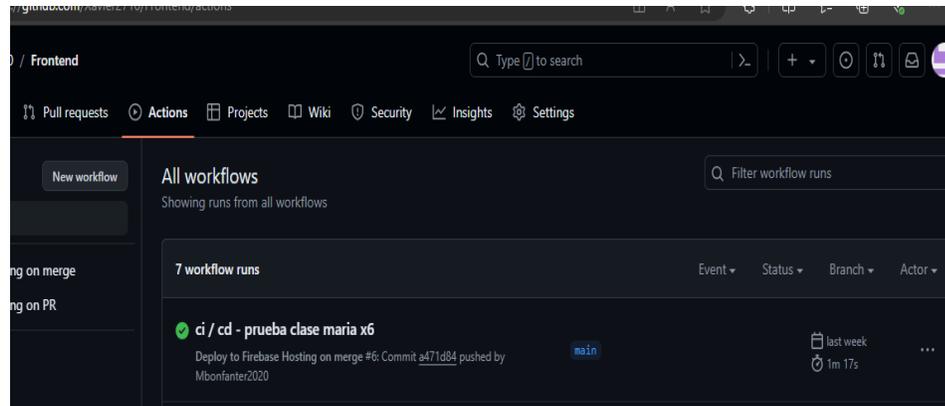


Figura 14. Log del Deploy

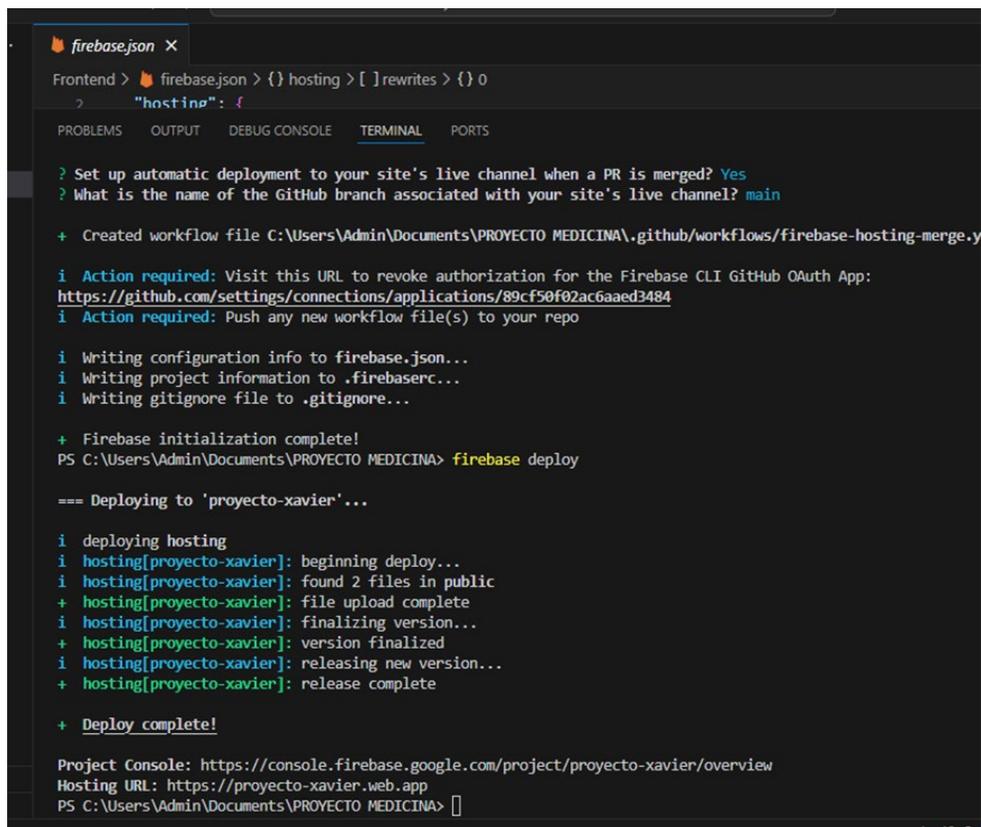


Figura 15. Deploy completo en Firebase

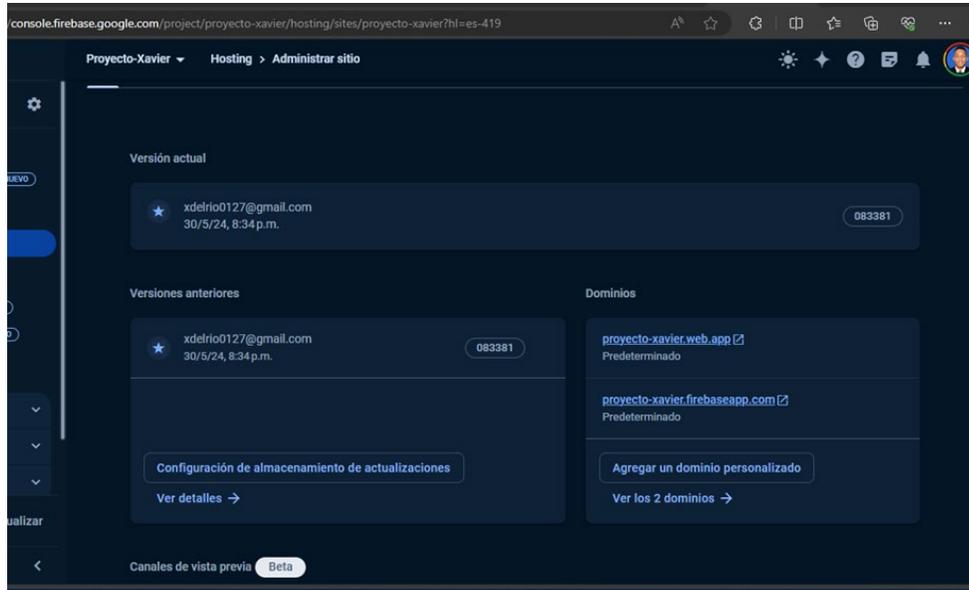


Figura 16. Cargue en Firebase

Para el caso del BackEnd, se siguieron los siguientes pasos.

1. Instalar y configurar Composer y PHP en el sistema para poder inicializar el proyecto en Laravel
2. Programar las rutas, entradas y salidas de las API's del sistema
3. Crear las migraciones para la estructura de la base de datos, y para que los modelos del programa puedan consultarla

Fase de pruebas: Se generaron los siguientes errores de compilación al realizar el build del frontend debido a variables e importaciones no utilizadas (Figura 17). Estos errores fueron corregidos, y se continuó con el proceso, logrando así un build exitoso (Figura 18).

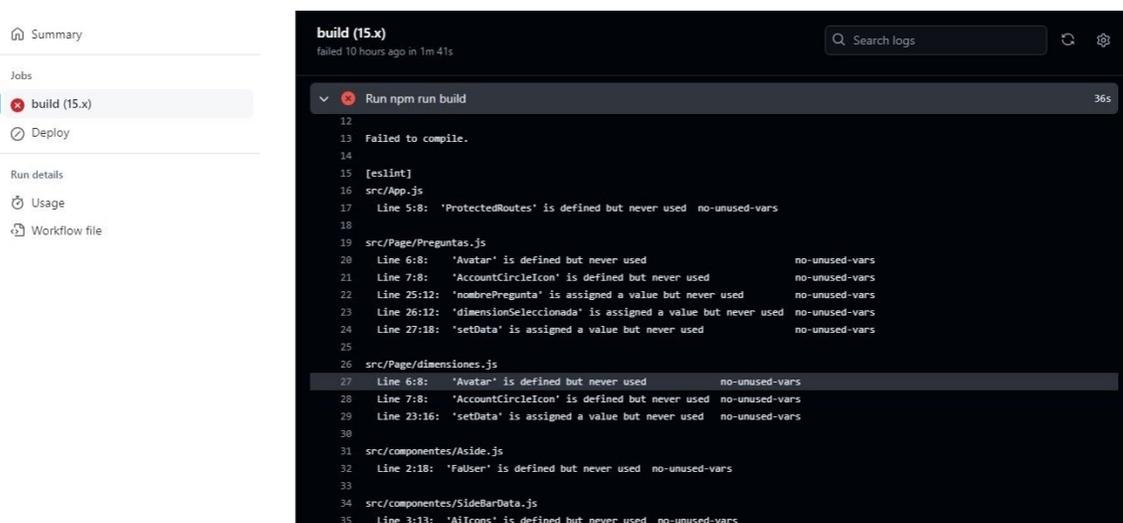


Figura 17. Build del FronEnd

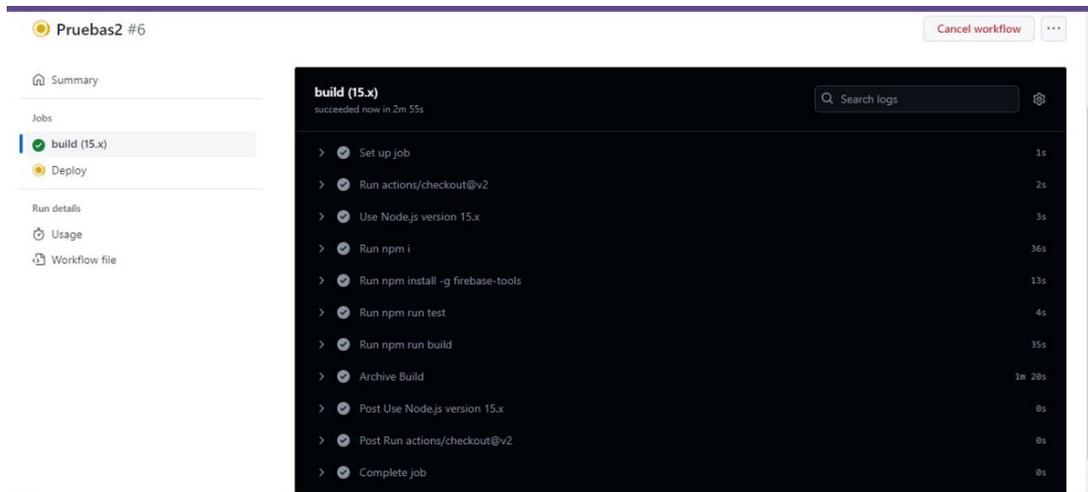


Figura 18. Build exitoso

Al subir el proyecto al servidor se generó un error de base de datos, el archivo de variables de entorno no estaba configurado correctamente para acceder a la base de datos creada

Fase de Despliegue: el FronEnd quedó desplegado empleando los servicios de Firebase en la siguiente ruta: <https://electiva5-17528.web.app/>, como se observa en la figura 19.

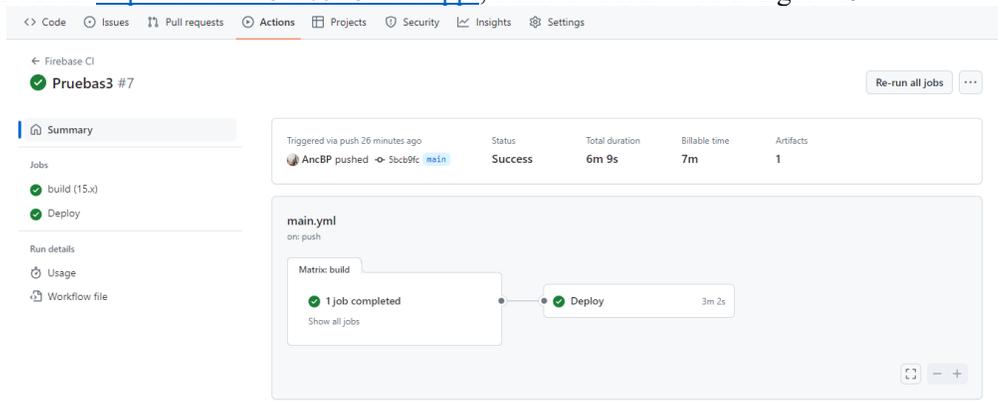


Figura 19. Dashboard desplegado desde Github

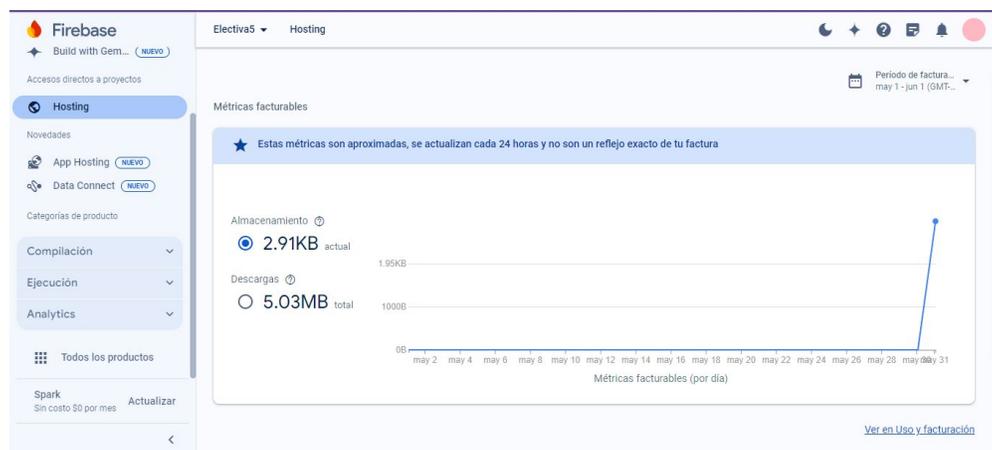
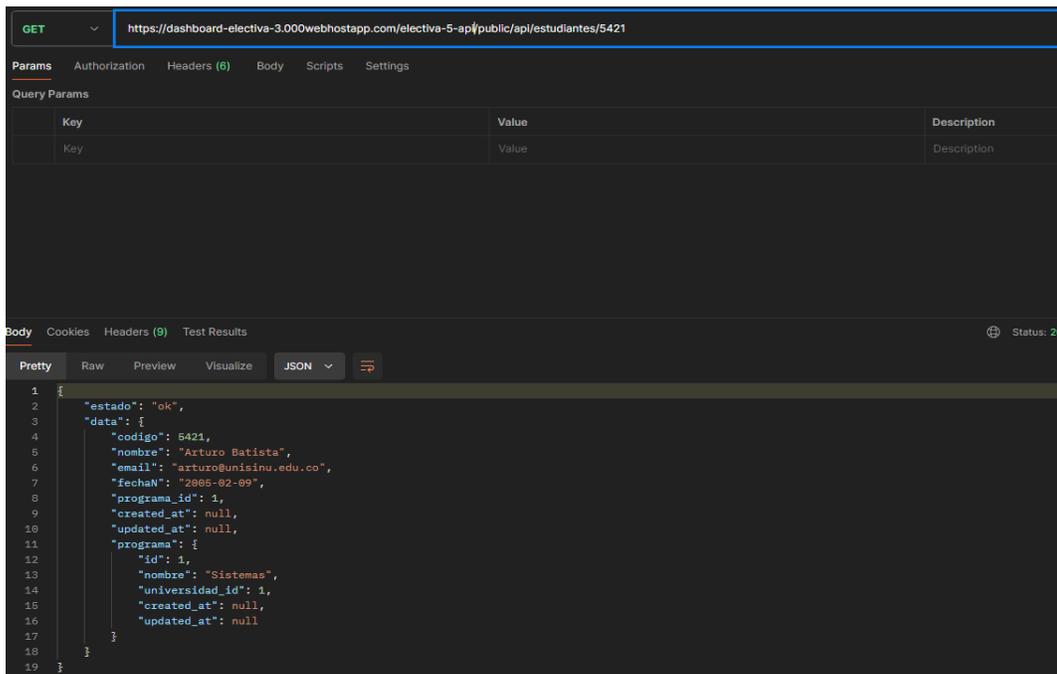


Figura 20. Dashboard desplegado desde firebase

El código del backend construido Laravel se compiló desde visual Studio Code (figura 21), se envió del repositorio al servidor web usando Webhooks y fue desplegado empleando los siguientes pasos:

1. Configuración de las variables de entorno para conectar el programa en Laravel con la BD del servidor Web (Archivo .env)
2. Se ejecutaron las migraciones del proyecto para la creación de las tablas en la base de datos del servidor con el comando “php artisan migrate:fresh”
3. Se ingresó a las rutas creadas para hacer la petición/envió de datos a la base de datos del servidor por medio de las API's con la estructura creada y diseñada en Portman (Figura 9)
4. Consultar la API (Figura 20)



```
GET https://dashboard-electiva-3.000webhostapp.com/electiva-5-api/public/api/estudiantes/5421

Params Authorization Headers (6) Body Scripts Settings

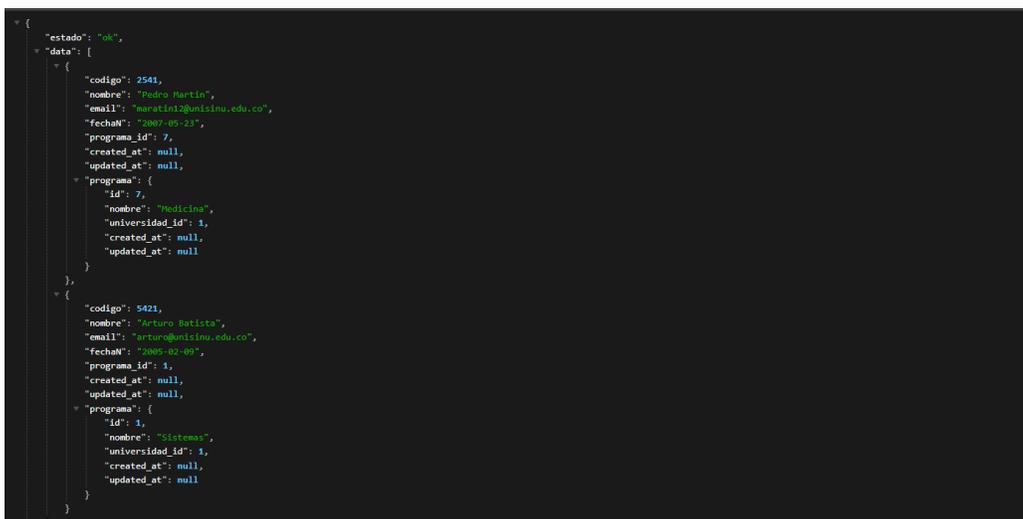
Query Params
Key Value Description
Key Value Description

Body Cookies Headers (9) Test Results Status: 200

Pretty Raw Preview Visualize JSON

1 {
2   "estado": "ok",
3   "data": {
4     "codigo": 5421,
5     "nombre": "Arturo Batista",
6     "email": "arturo@unisinu.edu.co",
7     "fechaN": "2005-02-09",
8     "programa_id": 1,
9     "created_at": null,
10    "updated_at": null,
11    "programa": {
12      "id": 1,
13      "nombre": "Sistemas",
14      "universidad_id": 1,
15      "created_at": null,
16      "updated_at": null
17    }
18  }
19 }
```

Figura 21. Estructura de API's en Postman



```
{
  "estado": "ok",
  "data": [
    {
      "codigo": 2541,
      "nombre": "Pedro Martini",
      "email": "pedro@unisinu.edu.co",
      "fechaN": "2007-09-23",
      "programa_id": 7,
      "created_at": null,
      "updated_at": null,
      "programa": {
        "id": 7,
        "nombre": "Medicina",
        "universidad_id": 1,
        "created_at": null,
        "updated_at": null
      }
    },
    {
      "codigo": 5421,
      "nombre": "Arturo Batista",
      "email": "arturo@unisinu.edu.co",
      "fechaN": "2005-02-09",
      "programa_id": 1,
      "created_at": null,
      "updated_at": null,
      "programa": {
        "id": 1,
        "nombre": "Sistemas",
        "universidad_id": 1,
        "created_at": null,
        "updated_at": null
      }
    }
  ]
}
```

Figura 22. API de estudiantes

4. Conclusión

Los servicios de herramientas como Azure DevOps, Github, Visual Studio Code, Postman, Firebase permitieron la automatización del proceso de desarrollo de software, garantizando la comunicación y cooperación entre los equipos y operaciones para facilitar la implementación constante de actualizaciones a los sistemas productivos de manera estable y eficiente. Se corrobora el enfoque Scrum como un facilitador del trabajo colaborativo y el monitoreo constante del progreso del proyecto de software.

La creación de un dashboard sobre el impacto de la formación médica en atención primaria y salud pública permitió asignar roles clave como el Scrum máster, Product Owner, equipo de desarrollo y tester, la gestión del proyecto mediante siete fases en Azure DevOps, comprendió desde la planificación inicial hasta el monitoreo en el ambiente productivo. Estas fases cubren la identificación de requerimientos, implementación, pruebas, recopilación y análisis de datos para la mejora continua.

Concisamente, la combinación de DevOps y Scrum permite una entrega más ágil del software que se está diseñando, pruebas continuas para asegurar calidad, colaboración efectiva entre equipos y un enfoque en la mejora constante basada en datos reales. Esto sienta las bases para desarrollar un producto de alta calidad alineado con los requisitos planteados inicialmente por el cliente.

5. Agradecimientos

Los autores expresan agradecimiento a la Universidad del Sinú Seccional Cartagena, por financiar esta investigación y a la Escuela de Medicina por aportar toda la información necesaria para su realización

6. Referencias

- Belén Soto Lull (2017). Análisis comparativo de las herramientas software para gestión de proyectos. <https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/90695/Soto%20Lull%20-%20An%C3%A1lisis%20comparativo%20de%20las%20herramientas%20software%20para%20gesti%C3%B3n%20de%20proyectos%20y%20programas.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Guijarro Olivares, J. Caparrós Ramírez, J. & Cubero Luque, L. (2019). DevOps y seguridad cloud: Editorial UOC. <https://elibro-net.bibliotecavirtual.unisinu.edu.co/es/lc/unisinu/titulos/128889>
- José M. Lorente (2015). Implantación JIRA. <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/26598/108946.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Redondo, A. M. F., & Cárdenas, F. J. N. (2022). DevOps: un vistazo rápido. Ciencias Huasteca Boletín Científico de la Escuela Superior de Huejutla, 10(19), 35–40. <https://doi.org/10.29057/esh.v10i19.8121>
- Ricachí, L. J. M. (2021). Análisis de las herramientas DEVOPS en la integración y despliegue de productos software [BABAHOYO: UTB, 2021]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/10557>
- Rodríguez, J. G. (2022). Introducción a DevOps: análisis de la metodología y ejemplo de aplicación práctica. Ujaen.es. <https://crea.ujaen.es/handle/10953.1/19787>
- Rossberg, J. (2019). Agile Project Management with Azure DevOps: Concepts, templates, and metrics. APRESS.
- Santacruz, E. P. C. (2022). ELABORACIÓN DE UNA GUÍA METODOLÓGICA PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE SOFTWARE USANDO MICROSOFT AZURE DEVOPS Y EL MARCO DE TRABAJO SCRUM. Edu.ec.

<https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/13048/2/04%20ISC%20655%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>

SERGIO G. BACHILLER (2015). INTRODUCCIÓN A GIT Y GITHUB - DÍA 1

<https://www.uco.es/aulasoftwarelibre/wp-content/uploads/2015/11/git-cosfera-dia-1.pdf>

Trullàs, J. C., Blay, C., Sarri, E., & Pujol, R. (2022). Effectiveness of problem-based learning methodology in undergraduate medical education: a scoping review. BMC Medical Education, 22(1). <https://doi.org/10.1186/s12909-022-03154-8>

Prototipo de Sistema de Gestión de Laboratorio de Alimentos bajo el enfoque SCRUM

Daniel Andrés Arenas Morales, Camilo Andrés Villalba Gaviria, José Miguel Molina Conrado, Jesús David Rincón Rivera, Jorge Álvarez Arrieta, Libardo José Martelo Orozco, Dylan David Castro Ramos, Carlos Montalvo Rodríguez, María Claudia Bonfante

Escuela de Ingeniería de Sistemas

Resumen. Este trabajo presenta el proceso de construcción de un prototipo de sistema de gestión de un laboratorio de alimentos empleando el enfoque de desarrollo ágil SCRUM. El objetivo de este software es optimizar la generación de resultados de ensayos previamente certificados y aplicados a alimentos en el laboratorio de bromatología de la Universidad del Sinú Seccional - Cartagena. El sistema permite registrar y consultar la información de los clientes, el personal, ensayos y los métodos utilizados, así como generar y enviar reportes con los resultados de los análisis. Se desarrolló siguiendo los principios y fases de la metodología ágil SCRUM, como resultado de la fase de planeación, se obtienen las Épicas como funcionalidades de alto nivel, y las historias de usuario como la especificación de requisitos que fueron priorizadas con la técnica MoSCoW en cuatro categorías de acuerdo con su nivel de importancia y la estimación del esfuerzo y complejidad de estas. En la fase de construcción se obtiene la arquitectura del sistema utilizando el patrón Modelo Vista Controlador y el modelo de datos implementado en el motor MySQL. La fase de revisión se validó el sistema por un grupo de usuarios, que expresaron su satisfacción con la funcionalidad y usabilidad del sistema.

Palabras Claves: Software Quality Management, Risk Management, Sample Organization, Health and Nutrition, SCRUM Methodology

1. Introducción

El manual del sistema de gestión de calidad en el laboratorio (LQMS) publicado por la Organización Mundial de la Salud, proporciona una referencia exhaustiva sobre los estándares de calidad que deben mantenerse en los procesos llevados en los laboratorios de salud, desde los procesos directivos hasta los procesos misionales, este manual trata temas esenciales y las buenas prácticas que permiten a laboratorios clínicos o de salud pública prestar servicios de calidad a sus clientes. Estos manuales están soportados en la norma ISO 15189 y en los documentos GP26-A3 del CLSI 2 (OMS, 2016).

Entre los procesos críticos de un laboratorio de ensayos se encuentra: la recepción o toma de muestras, el procesamiento de muestras, así como la generación de los resultados de ensayos en un laboratorio requiriendo precisión y eficiencia (Unisinú, 2023). No obstante, en el laboratorio de Bromatología la Universidad del Sinú Seccional, que se dedica a estudiar la naturaleza de los alimentos, las causas del deterioro, los principios subyacentes en el procesamiento y la mejora de los alimentos para el consumidor (Innca, 2020), y en especial se dedica a la aplicación de ensayos para determinar proteínas, grasas, fibra cruda, pH y acidez en muestras de alimentos, se realizan las actividades aún de forma manual, lo que

plantea varios desafíos para garantizar las características de calidad en el proceso y la información que se debe mantener. En este trabajo, se exploran estos desafíos y se propone una solución automatizada para garantizar los tiempos de respuesta al cliente y la seguridad y trazabilidad de la información.

La generación manual de ensayos conlleva a riesgos como la pérdida de información y la necesidad de esfuerzos en la presentación de resultados y reportes estadísticos que den cuenta sobre el desempeño del proceso. Otro aspecto crítico es la falta de disponibilidad de información en el momento que se requiera para la toma de decisiones. Además, la entrega no sistemática de resultados puede provocar insatisfacción en el cliente, ya que puede ser lenta y propensa a errores. Ante este contexto se propone la optimización del proceso de generación de resultados de los ensayos realizados a alimentos en laboratorio de bromatología de la universidad del Sinú.

En principal instancia se persigue realizar un aplicativo web en el que se precisen módulos para generar reportes con los resultados de dichos ensayos. A partir de una base de datos relacional (Jiménez-Capel,2015), que contendrá la información de los clientes, personal, ensayos y principales métodos, además de los resultados de los ensayos aplicados a una determinada muestra y sus detalles pertinentes, también se agiliza el envío de estos resultados por correo electrónico mejorando la entrega de informes a los clientes y la eficiencia operativa. Con este sistema se pretende eliminar errores humanos y se garantizará la disponibilidad de información en el momento en que se requiera para agilizar la toma de decisiones con respecto al proceso.

2. Metodología

La metodología adoptada por las organizaciones de la muestra se basa en enfoque ágil Scrum (Heras y Álvarez, 2017) conformada por las fases principales de Planeación, Construcción, Pruebas y Revisión claramente definidas (Srivastava et al., 2017). Este enfoque proporciona un marco colaborativo y flexible que se adapta perfectamente a proyectos dinámicos y cambiantes, como el desarrollo de software. Scrum se divide en roles, artefactos y eventos clave para garantizar la entrega continua de funcionalidad y la máxima calidad (Monte-Galiano,2016).

Los roles están claramente definidos, el Scrum Master y el Equipo de Desarrollo son los actores claves (Schwaber y Sutherland, 2020), los cuales trabajan en estrecha colaboración para maximizar la eficiencia y la transparencia del proyecto. Los artefactos en Scrum son fundamentales para mantener un registro claro y actualizado del trabajo pendiente. La cartera de productos es una lista de todas las características requeridas. La planificación del sprint es una actividad crucial en la que se seleccionan las tareas en el Producto Backlog (Sedano et al, 2019) para el siguiente sprint. Esto permite una entrega incremental de funcionalidad y una mejor respuesta a los requisitos (Cuello y López, 2017) cambiantes.

Los artefactos utilizados por esta metodología son claves para el mantenimiento de la información y el registro de eventos específicos, Scrum proporciona un marco poderoso para

la colaboración, la entrega continua y la adaptación al cambio. Su énfasis en el compromiso activo del cliente, la calidad y la mejora continua lo convierte en una opción valiosa para las organizaciones que buscan ser más ágiles, alineadas con los objetivos del proyecto y capaces de responder con agilidad a las necesidades cambiantes. Los artefactos utilizados se describen en la tabla 1,2 y 3

Tabla 1: Relación de Información de Épicas

Atributo	Descripción
Id Epica	Número de identificación con el cual nos vamos a referir a alguna de las muchas épicas presentadas.
Deseo	Representa el valor principal de la épica, que es lo que se está deseando en el programa.
Para	Explica la finalidad de la épica en base todo el proyecto

Tabla 2. Plantilla de Historias de Usuarios

Atributo	Descripción
Id Epica	Representa la épica a la cual le pertenecen las historias de usuarios.
Id Historia de Usuario	Id de la historia de usuario, para mantener control al momento de las tareas.
Cómo Rol	Representa el rol del usuario que desea implementar esa H.U.
Deseo	Explica de forma breve cuál es el motivo de esa H.U
Descripción	Se intenta detallar la razón de la épica, para que el equipo pueda entender el porqué de la misma.
Criterios de aceptación	Especifica todos los criterios o elementos que debe contener la Aplicación para que se cumpla esa historia.
Observaciones	Indicaciones a tener en cuenta sobre x criterio de aceptación

Tabla 3. Plantilla para Tareas de Historias de Usuario

Atributo	Descripción
Id Tarea	Número de identificación con el cual nos vamos a referir a alguna de las tareas.
Descripción	Describe con detalle la tarea
Observaciones	Explica las observaciones especiales para dicha tarea

Id Tarea	Número de identificación con el cual nos vamos a referir a alguna de las tareas.
Descripción	Describe con detalle la tarea
Observaciones	Explica las observaciones especiales para dicha tarea

Esta tabla representa todas las tareas que se deben cumplir para cada criterio de aceptación con el fin de que estén completos y se cumpla toda la historia de usuario.

En el proyecto, se implementaron diversas estrategias para una gestión eficaz de las funcionalidades del sistema, incluyendo la priorización de las historias de usuario y la estimación del esfuerzo requerido. El método MoSCoW (Mulde,2017), es el principal enfoque utilizado para la priorización, dividiendo las historias en cuatro categorías:

- **Debe tener (Must Have):** Estas son las historias esenciales para el funcionamiento del sistema y se les dio la mayor prioridad.
- **Debería Tener (Should Have):** Estas historias son importantes, pero no vitales, y se abordaron después de las “Debe Tener”, siempre que los recursos lo permitieran.
- **Podría Tener (Could Have):** Estas son funcionalidades deseables, pero no esenciales, que se consideraron si había suficiente capacidad después de cumplir con las categorías anteriores.
- **No Tendrá (Won’t Have):** Estas historias se consideraron para futuras implementaciones y no se incluyeron en la versión actual del sistema.

Además del método MoSCoW, se utilizó una técnica de estimación de esfuerzo basada en puntos de historia. Cada historia recibió una estimación relativa de su complejidad y esfuerzo requerido, basada en la experiencia del equipo. Los puntos de historia permitieron cuantificar el trabajo necesario para cada historia, facilitando así la planificación y asignación de recursos. Finalmente, el proceso de priorización y estimación del esfuerzo en el proyecto utilizó el método MoSCoW para determinar la importancia de cada funcionalidad y los puntos de historia para evaluar la complejidad y el esfuerzo requerido. Estas técnicas proporcionaron un marco sólido para una gestión eficiente del desarrollo del proyecto.

Para la creación de la base de datos en la cual se van almacenar los datos para su utilización, ya sea en la generación de certificados o las vistas de estadísticas, se utilizará el gestor de base de datos relacionales (Jiménez,2015) conocido como MySQL (Cabeza y González, 2021) , que nos permitirá un mejor control de los datos ya que se usan relaciones para conectar la información.

4. Resultados y discusión

Entre los resultados obtenidos por el Product Owner (Schwaber y Sutherland, 2020), se pueden evidenciar el diligenciamiento de cada uno de los artefactos que están relacionados

con los roles especificados que serían coordinador, analista 1 y 2 en la tabla 4 se relacionan las épicas o funcionalidades de alto nivel identificadas.

Tabla 4 - Épicas

ID Épica	Deseo	Para...
01	Administración del sistema por parte del rol(Administradores).	Ingresar parámetros fuentes que permiten el funcionamiento del sistema
02	Generar orden de servicio	Realizar las operaciones de registro de cliente y acuerdos de servicios con ese cliente y aprobación de la orden por parte de los directivos encargados, y garantizar la firma del acuerdo de no conflicto de intereses
03	Gestionar muestras con orden de servicio	Gestionar las muestras, asociación de ensayos, almacenamiento, registro de resultados, revisión y verificación de resultado, y reprocesamiento.
04	Generar Informes de muestras analizadas	Creación de certificados y reportes de muestras con visto bueno de análisis y gestionar el envío de los mismos.
05	Publicar Resultados en la blockchain haciendo uso de Smart Contracts	Publicar los certificados con los resultados obtenidos de las muestras analizadas, con el fin de contar con trazabilidad y proteger la integridad de dichos documentos.

En la tabla 5 se relacionan las historias de usuario fueron identificadas para cada 1 de las épicas

Tabla 5 -. Historias de usuario del rol Coordinador

ID H.U	Deseo	Para...
1	Gestión de Usuarios: Registrar usuarios	Permitir al Coordinador registrar un nuevo usuario en el sistema.
2	Gestión de Usuarios: Actualizar usuarios	Actualizar la información de los usuarios anteriormente registrados
3	Gestión de Usuarios: Listar los usuarios	Listar a todos los usuarios registrados
4	Gestión de Usuarios: desactivar los usuarios	Permitir al Coordinador desactivar o activar a los usuarios para que tengan acceso al sistema.

Con objetivo de demostración se utilizan las primeras 4 historias de usuario que corresponden al rol coordinador con el objetivo de Gestionar los Usuarios. Asimismo, se detallan las tareas pertinentes para la historia de usuario con id 1 de la tabla 5.

Tabla 6 - Tareas de la Historia de Usuario con rol Coordinador

Id Tarea	Estado	Descripción
1	Terminado	Crear Modelo de usuarios en el Back-end para el futuro uso de MVC
2	En Proceso	Crear las rutas pertinentes para la creación de los usuarios
3	Terminado	Estructurar los datos que se van a recibir en la petición
4	Terminado	Validar que los datos que se están agregando no se encuentren registrados en la BD
5	Terminado	Crear el controlador que se va a encargar de redireccionar la lógica
6	En Proceso	Elaborar Front-end para el guardado de dicho usuario

Para calcular la capacidad de trabajo del equipo identificamos el número de personas en el equipo (8), el tamaño del sprint (4 Semanas), Días personas disponibles (108), Número de días para las reuniones (2 Días), Número de Días efectivos (18), el trabajo por día (6 Horas) y horas por sprint (40 Horas).

Con respecto a la priorización y estimación de cada una de las historias de usuario en la tabla 5 se describe la priorización de utilizando la técnica Moscow y la estimación del esfuerzo en horas utilizando la técnica Story Point (Monte-Galiano,2016). Las historias de usuario seleccionadas en el primer sprint fueron: debido a que son las más importantes para la coordinación del laboratorio de bromatología.

Tabla 7. Priorización y estimación de historias de usuario para el sprint 1.

H.U	Prioridad	Estimación (story point)
HU-001	MUST	13
HU-002	MUST	8
HU-004	MUST	3
HU-005	MUST	2
HU-006	MUST	1

En la fase de construcción, se especificó la arquitectura del sistema, para lo cual se seleccionó el patrón de arquitectura de sistema Modelo Vista Controlador(MVC) como se muestra en la figura 1, lo cual asegura una alta cohesión y bajo acoplamiento, facilitando la escalabilidad y el mantenimiento del software.

En el componente Modelo se integran los diferentes métodos o funciones que ejecutan y permiten el flujo de todos los procesos del sistema. El componente Vista, representa las interfaces gráficas de los roles identificados, para la que el sistema sea funcional. Mientras que el componente Controlador, es el intermediario entre la Vista y el Modelo, y tiene la capacidad de capturar las acciones que el usuario ejecuta e invocar las funciones definidas en los modelos de la aplicación.

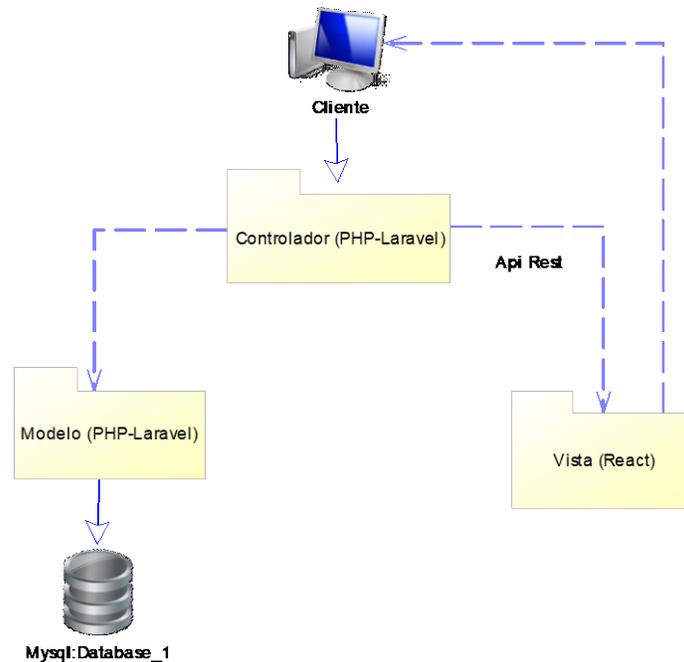


Figura 1. Arquitectura del Sistema Modelo Vista Controlador

El componente Modelo interactúa en el motor de base de datos MySQL, que está soportado por un modelo relacional que se muestra en la figura 2. donde se destacan como principales entidades las siguientes:

La tabla "análisis" incluye información sobre análisis, como un identificador único ("id") y el nombre del análisis. La tabla "certificado_analisis" almacena detalles específicos de los certificados, con campos para mantener el identificador único, la muestra asociada, el número de control y fechas de inicio y final.

La tabla "clientes" contiene detalles de los clientes, como el identificador único, nombre y dirección.

La tabla "dato_login" guarda información de inicio de sesión, incluyendo un identificador único, empleado asociado, correo electrónico, contraseña, y token de acceso. La tabla

"detalles_certificados" proporciona información específica de los certificados, con campos como el identificador único, el certificado asociado, el método utilizado, equipo, y detalles sobre el resultado y margen de error. La tabla "equipos" contiene información sobre equipos, como un identificador único y el nombre del equipo. La tabla "historio_certificados" registra operaciones sobre certificados, con detalles como el identificador único, y el empleado involucrado, certificado afectado, tipo de operación y la fecha de la operación. En la tabla "metodos," se encuentran detalles sobre los métodos utilizados para validar los ensayos, con campos como identificador único, tipo de muestra, análisis y el nombre del método. La tabla "modulos" y "operaciones" definen módulos y operaciones con sus identificadores únicos y nombres respectivos.

La relación entre roles y operaciones se gestiona en la tabla "rol_operacion," con un identificador, rol asociado y el estado de la relación. La tabla "roles" almacena información sobre roles con campos para el identificador único y nombre del rol.

La tabla "tipo_muestra" define tipos de muestra con campos como el identificador único y "nombre" para el nombre del tipo de muestra. Finalmente, la tabla "usuarios" contiene detalles de los usuarios, incluyendo el identificador único, nombre, apellido, numero de contacto, fechaNacimiento, fechaIngreso, y el rol asociado al usuario. Este diseño permite una gestión integral de la información en el laboratorio de nutrición.

La relación entre métodos y análisis se establece en la tabla "metodos," donde se registran identificadores únicos, el tipo de muestra y análisis asociados, y el nombre del método utilizado. La tabla "usuarios" administra información de los empleados, como identificadores únicos, números de identificación, nombres, apellidos, contactos, fechas de nacimiento e ingreso, así como el rol asignado.

La interacción entre roles y operaciones se controla a través de la tabla "rol_operacion," definiendo relaciones y estados, y la tabla "historio_certificados" registra las operaciones realizadas sobre los certificados, proporcionando una trazabilidad completa.

Este diseño de base de datos permite una gestión completa de los procesos analíticos, certificación, y control de acceso en el laboratorio de nutrición, proporcionando un marco integral para la administración de datos.

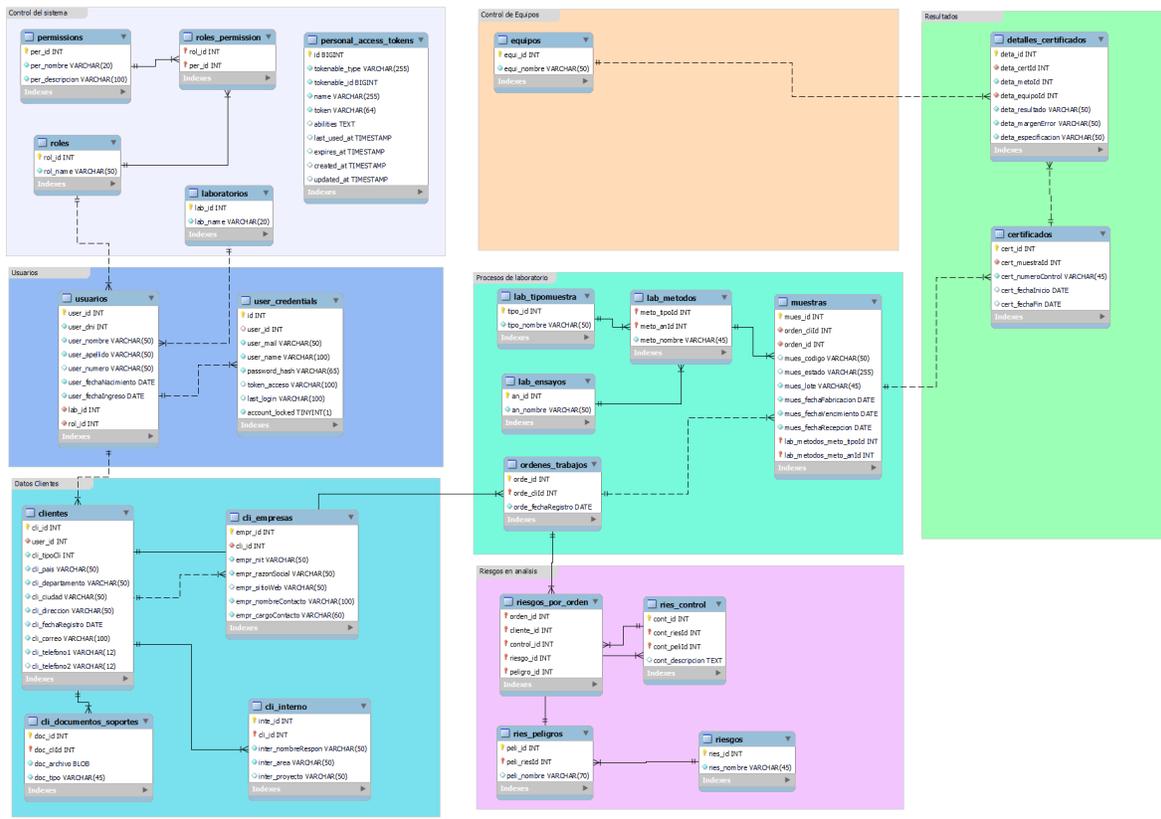


Figura 2 - Modelo Relacional

Se logró generar el primer producto viable, para la Épica 1 “Iniciar Sesión” y las historias de usuario 1 y 2, tal como lo muestran la interfaz gráfica de la figura 3.

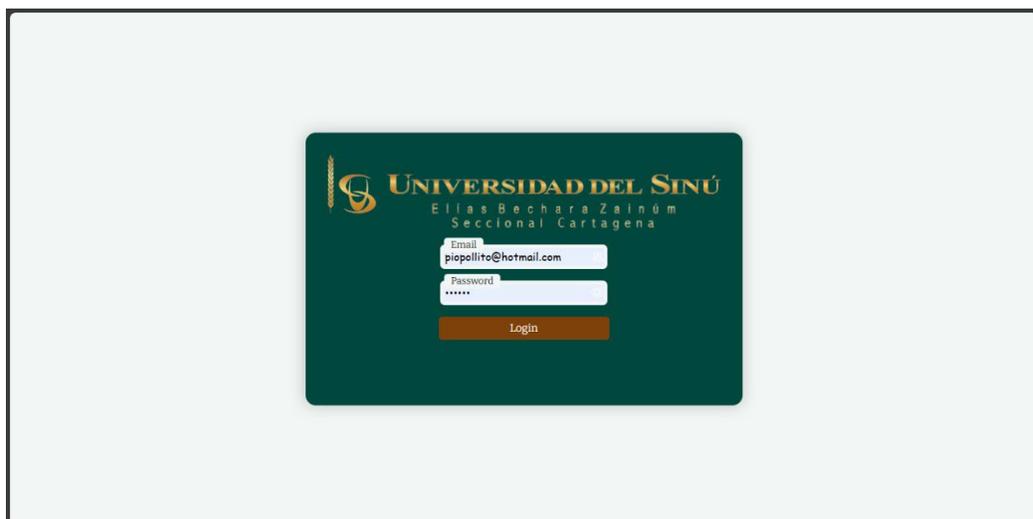


Figura 3. Loguin del sistema

La Épica 4 “Mantener información de clientes”, fue implantada siguiendo las tareas establecidas para ello, logrando la interfaz de que muestra la figura 4.

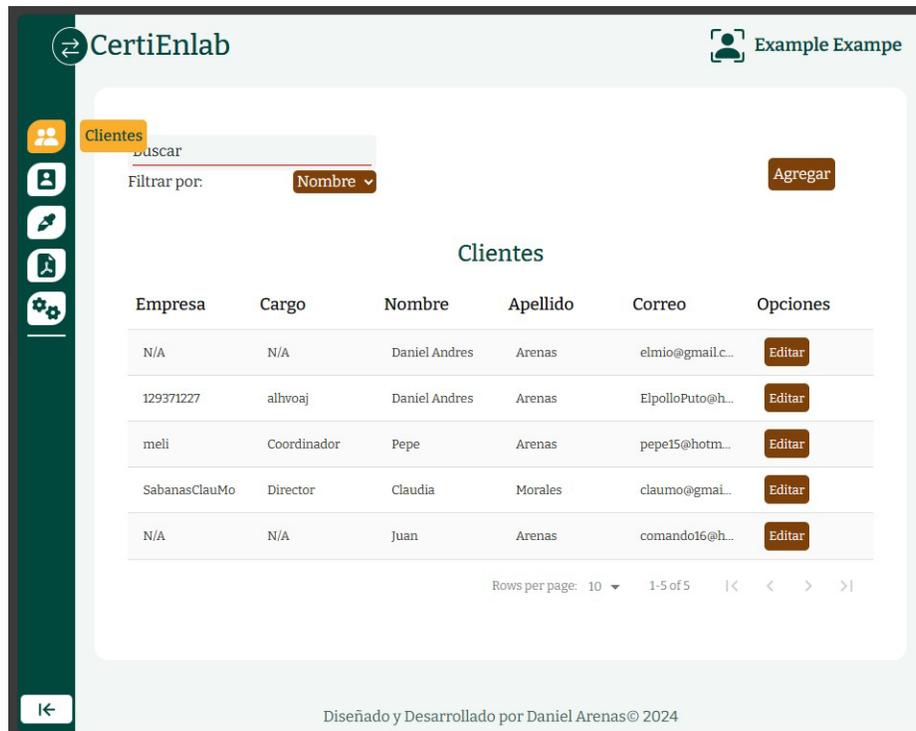


Figura 4 Interfaz Gráfica para el ingreso de Clientes Tipo Persona Jurídica

La interfaz principal de la aplicación se puede evidenciar en la figura 5, donde se muestran las opciones de Clientes, Usuarios, Muestras, Certificados y Parámetros.

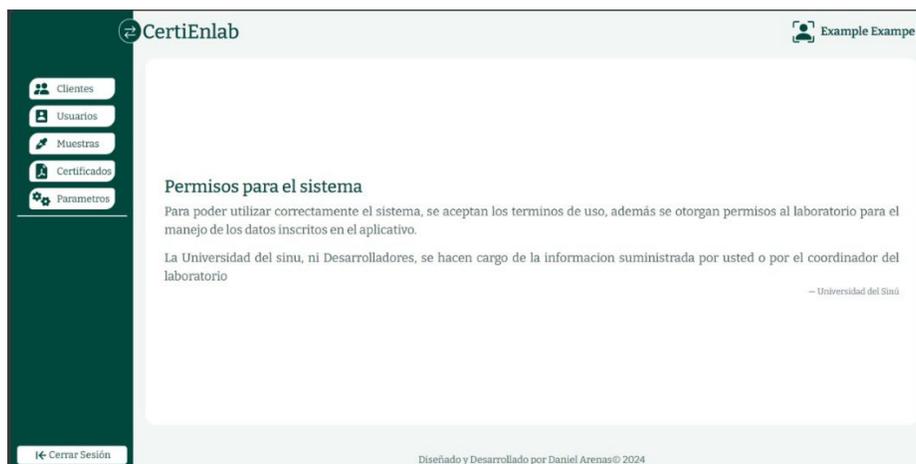


Figura 5 -Menú principal

Para organizar mejor el código se realizó la separación entre FrontEnd y BackEnd utilizando una API-Rest desarrollada en Laravel. Para el caso del BackEnd (php – framework laravel) Se utilizan “Actions” y “Services”, y de esta forma se obtiene un código más mantenible y reutilizable, cómo se muestra en las figuras 6 y 7.

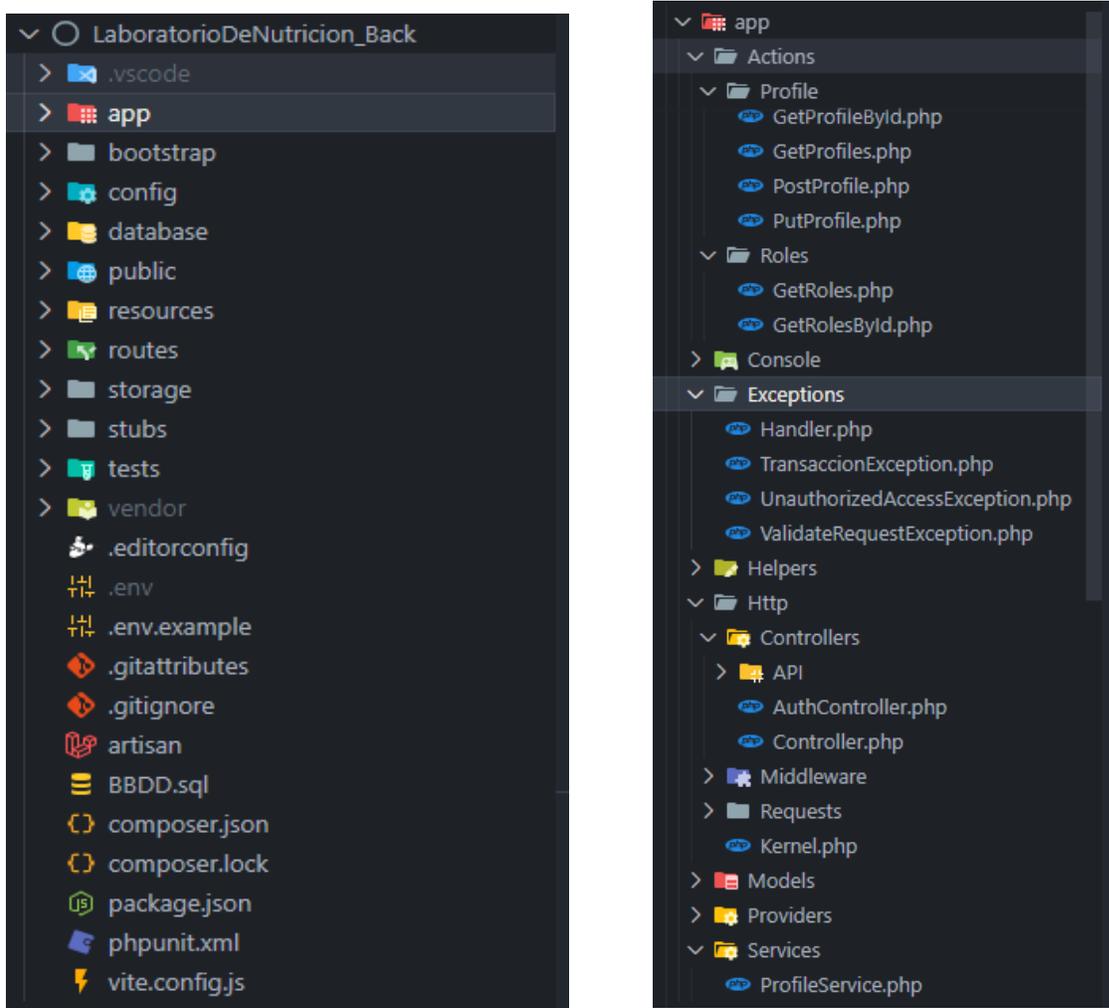


Figura 6. Estructura del BackEnd

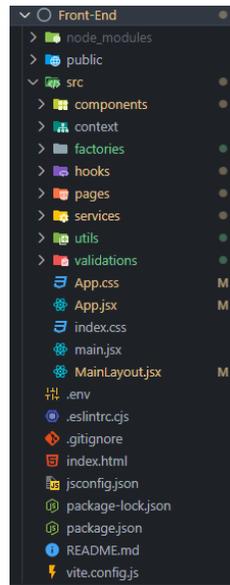


Figura 7. Estructura del FrontEnd

4. Conclusiones

El desarrollo de este aplicativo web para el laboratorio de bromatología cumple con los requerimientos previamente establecidos. Los resultados obtenidos indican que la implementación de esta herramienta tecnológica ha mejorado significativamente la eficiencia y la precisión en la gestión de datos, el seguimiento de análisis bromatológicos y la comunicación interna del laboratorio. La plataforma ha demostrado ser intuitiva y fácil de usar para el personal, lo que ha contribuido a una transición sin problemas hacia su adopción.

La metodología SCRUM como una de las más adoptadas actualmente por la industria de software a nivel global, permitió recopilar todas las funcionalidades claves del sistema propuesta para el laboratorio de bromatología de la Universidad del Sinú, priorizar y estimar el esfuerzo para cada una de las historias de usuario identificadas. Con lo cual se logró abordar los aspectos esenciales de la gestión de información, la eficiencia operativa y la toma de decisiones en procesos misionales.

Cómo trabajo futuro se propone realizar rediseñar el sistema para integrar la tecnología BlockChain, utilizando los Smart Contract para garantizar una mayor seguridad a los certificados de ensayos de alimentos previniendo posibles alteraciones de los resultados.

5. Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad del Sinú Seccional Cartagena por facilitar los recursos necesarios para realizar el proyecto.

6. Referencias

- Cabezas Granado L. M. & González Lozano F. J. (2021). Curso de PHP 8 y MySQL 8, 1. Madrid: Difusora Larousse - Anaya Multimedia,
- Cuello Silvio & López C. (2017), Efectividad metodológica para el levantamiento de requerimientos de aplicaciones web, DOI:10.21158/23823399.v4.n2.2016.1628 Universidad Autónoma de Bucaramanga
- Heras del Dedo R. D. & A. Álvarez García (2017). Métodos ágiles: Scrum, Kanban, Lean. Madrid: Difusora Larousse - Anaya Multimedia.
- Inca P. (2020). Diseño de un manual de seguridad y riesgos para los laboratorios de la facultad de ciencias bloque lateral 1 (laboratorio de operaciones unitarias, laboratorio de química general e inorgánica, laboratorio de procesos industriales, laboratorio de bromatología, laboratorio de bioquímica, laboratorio de biotecnología. Tesis de pregrado Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Facultad de Ciencias Carrera de Ingeniería Química, Riobamba Ecuador
- Jiménez-Capel M. Y, (2015), Bases de datos relacionales y modelado de datos (UF1471). Antequera, Málaga: IC Editorial.
- Monte-Galiano J. (2016). Implantar scrum con éxito. Barcelona: Editorial UOC
- Mulder P. (2017) Método MoSCoW, Recuperado de Toolshero
- OMS, (2016). Sistema de gestión de la calidad en el laboratorio (LQMS) Manual Organización Mundial de la Salud.
- Schwaber K. & Sutherland J. (2020). The Scrum Guide, Creative Commons,
- Sedano Todd; Ralph Paul; Péraire Cécile (2019) The Product Backlog, IEEE/ACM 41st International Conference on Software Engineering (ICSE), 10.1109/ICSE.2019.00036
- Srivastava, A., Bhardwaj, S., & Saraswat, S. (2017). SCRUM model for agile methodology. Proceeding - IEEE International Conference on Computing, Communication and Automation, ICCCA 2017, 2017-Janua, 864–869. <https://doi.org/10.1109/CCAA.2017.8229928>
- Universidad del Sinú (2023), Manual de Calidad Laboratorio de Bromatología, Escuela de Nutrición y Dietética

CAPITULO II

Proponiendo Soluciones a Problemáticas De Infraestructura Local

La infraestructura entendida como el conjunto de sistemas, bienes y servicios básicos que se necesitan para el adecuado funcionamiento de una sociedad y el beneficio de su calidad vida y el impulso de la economía. La ciudad de Cartagena posee una infraestructura variada como la patrimonial histórica con sus fortificaciones y su centro histórico, portuarias con sus puertos y muelles, toda la red vial, infraestructura de servicios públicos, hotelería y turismo, espacios públicos, puentes, canales o plazas de mercado que se deteriora de manera acelerada por la acción severa de sus condiciones climáticas y que ante la ausencia de efectivos planes de mantenimiento éstas se ven agravadas.

Ante este desafío, la escuela de Ingeniería Civil de la Universidad del Sinú Seccional Cartagena, consciente de que la infraestructura impulsa el desarrollo económico de nuestra ciudad, le aporta a la reducción de la desigualdad y la pobreza, se propone reconocer e identificar las diversas deficiencias estructurales y corte ambiental y realizar recomendaciones con soluciones transformadoras y sostenibles haciendo uso de buenas prácticas, estándares y reglamentaciones que permitan mejorar los servicios públicos, el saneamiento básico y la movilización de manera segura y confortable para garantizar el bienestar de nuestras comunidades.

Informe patológico de la plaza Mercado Bazurto en la ciudad de Cartagena

Fabián David Álvarez Campo¹, Álvaro Junior Castilla Pino², Karen Marcela Diaz Castellar³, Jesús Javier Hernández Andrade⁴, Karol Vanesa Palacio Daza⁵, Carlos Andrés Von Hein Villanueva⁶, Edwin Yair Ulloque Cuadros⁷

fabianandavid2411@gmail.com¹, junioralro11@hotmail.com², kdiazcastellar2005@gmail.com³,
jhernandezandrade96@gmail.com⁴, kp849513@gmail.com⁵, carlosvonhein10@gmail.com⁶,
coordininvestigacionescivil@unisinucartagena.edu.co⁷

Escuela de Ingeniería Civil

Resumen. La Plaza de Mercado de Bazurto, un emblemático centro de abastecimiento y comercio de la ciudad de Cartagena enfrenta serios problemas estructurales en la estructura del Cobertizo que comprometen la seguridad de sus usuarios y la integridad de la edificación. Este estudio tiene como objetivo identificar y analizar las principales patologías estructurales de la plaza, estableciendo su causa y origen, para proponer soluciones viables para su recuperación. Se llevó a cabo una investigación que incluyó una revisión bibliográfica, una inspección visual detallada, la elaboración y diligenciamiento de fichas patológicas y un análisis de datos e información. Los resultados destacan diversas deficiencias estructurales que requieren atención inmediata. Además, existen otras carencias como la falta de mantenimiento continuo, la carencia de servicios públicos como agua potable y alcantarillado y se destaca ampliamente la ineficiente gestión de los residuos sólidos que se evidencia en la acumulación de basuras en todo lugar. Finalmente se presentan recomendaciones específicas para la rehabilitación de la plaza, con el fin de garantizar su seguridad y prolongar su vida útil.

Palabras Claves: Plaza de Mercado de Bazurto, patologías estructurales, intervención, seguridad estructural, mantenimiento.

1. Introducción

La Plaza de Mercado de Bazurto, ubicada en el corazón de Cartagena de Indias, Colombia, es un ícono cultural y económico de la ciudad. Desde su fundación en el siglo XIX, ha sido un punto de encuentro fundamental para el comercio, la gastronomía y la vida cotidiana de los cartageneros (Universidad Tecnológica de Bolívar (utb) ; Massachusetts Institute of Technology (mit), 2009). A pesar de su importancia, la Plaza de Mercado de Bazurto enfrenta graves problemas estructurales que ponen en riesgo la seguridad de sus usuarios y la integridad de la edificación. Grietas, fisuras, deformaciones, corrosión y desprendimientos de concreto son solo algunos de los indicadores del deterioro que ha sufrido la estructura con el paso del tiempo.

Ha sido tema de las agendas de las administraciones locales el futuro del Mercado, en las cuales se contemplen desde el rediseño urbanístico hasta su traslado. Algunas de las propuestas más sobresalientes se mencionan a continuación. La primera es “Plaza de Mercado de Bazurto, proyecto integral del Caribe” (Valencia Romero, 2016) , que tiene como objetivo principal reorganizar la plaza actual, con base en lo preexistente integrándolo a un espacio público que tenga como eje principal la estructura ecológica. La Universidad de San Buenaventura también generó una propuesta de gran

impacto titulada "Renovación Urbano Paisajística del Sector Bazurto, Cartagena de Indias" (Medina Buendía, Padilla Florez, & Vilorio Santoya, 2022), la cual trata de intervenir para organizar de forma estratégica el sector donde se encuentra el mercado de Bazurto y zonas colindantes de los barrios Martínez Martelo, Barrio Chino, llevando a cabo una renovación urbano paisajística, dando solución estas problemáticas, con esto mejorar la calidad del espacio y la calidad de vida de miles de familias.

En la actualidad el Mercado de Bazurto se está enfrentando a problemas de infraestructura, como grietas, deflexiones y inclinación de elementos, que ponen en riesgo la seguridad de comerciantes y clientes, así como la viabilidad económica del lugar. Es urgente intervenir estos problemas para asegurar que el mercado sea un lugar seguro y funcional, impulsando así el desarrollo económico local y la sostenibilidad urbana.

El objetivo general es realizar un análisis y estudio patológico del cobertizo del Mercado de Bazurto, donde identificaremos las lesiones que presentan, su causa y origen. Determinaremos el estado de la estructura con base a lo observado en el estudio, y establecido en las normativas legales vigentes, finalizando con las conclusiones del diagnóstico y las recomendaciones a seguir para la intervención adecuada de la estructura.

Los objetivos específicos son:

-
- Diseñar las fichas clínicas correspondientes y de recolección de datos, identificando y clasificando las lesiones.
- Proporcionar un prediagnóstico patológico de la estructura.
- Desarrollar un informe patológico con la información recopilada y recomendaciones para la reparación, rehabilitación y mantenimiento de la estructura para asegurar su integridad y prolongar su vida útil.

Se plantea la hipótesis de que las principales patologías estructurales de la Plaza de Mercado de Bazurto son resultado de la falta de mantenimiento y la exposición a condiciones ambientales adversas

2. Metodología

Para abordar los problemas estructurales y funcionales del mercado de Bazurto en Cartagena, se desarrolló una metodología exhaustiva que incluye varias etapas interrelacionadas. A continuación, se detallan los pasos seguidos.

6



Ilustración 1 Mapa de procesos metodológico

A. Investigación bibliográfica

Se llevó a cabo una investigación bibliográfica que se enfocó en recopilar fuentes académicas y técnicas relacionadas con la problemática del mercado de Bazaruto. Se consultaron bases de datos especializadas y se seleccionaron documentos relevantes que abordan aspectos como la evaluación de la infraestructura del mercado y propuestas de intervención para mejorar su seguridad y funcionalidad.

B. Visita preliminar de inspección visual

Las visitas de inspección tienen como propósito evaluar y documentar el estado físico y las condiciones actuales de una edificación o infraestructura. Durante las visitas de inspección visual realizadas, se evidencio el deterioro en la edificación, también se observó congestión en algunos pasillos y problemas de accesibilidad. Al conversar con los comerciantes, se identificó preocupaciones adicionales sobre el estado del piso, columnas y vigas. Se documentaron todos los hallazgos con fotografías para tener una visión clara de los desafíos estructurales y de seguridad del mercado.

C. Diligenciamiento de fichas patológicas y clasificación de principales afectaciones

Se llevó a cabo un análisis detallado de las condiciones estructurales y funcionales del lugar, junto con el apoyo guía de la administración del mercado. Se comenzó por inspeccionar cada área del mercado, prestando especial atención aquellos puntos identificados durante la inspección previa. También se elaboró un croquis del mercado donde se señaló los elementos estructurales que poseen daños, y así elaboramos fichas patológicas detalladas para cada sección del mercado, registrando información como la ubicación exacta de las patologías, su naturaleza (deformaciones, grietas, corrosión y entre otras).

Esta visita no solo nos permitió obtener una comprensión más profunda de los problemas estructurales del mercado, sino que también nos proporcionó datos concretos y cuantificables que servirían de base para el desarrollo de estrategias de intervención y rehabilitación. Al finalizar la visita contábamos con un registro detallado de las patologías presentes en el mercado los que nos permitiría tomar decisiones informadas y priorizar acciones para su recuperación y revitalización.

Ficha técnica patológica		Diagnostico y descripción patológica		
Proyecto		Análisis Patológico Edificio Mercado de Bazaruto		
Ficha #1	Fecha de medición	4/04/2024	Ciudad	Cartagena de Indias
	Ultima modificación	19/04/2024	Dirección	Av. Pedro de Heredia Barro Martínez Matelo
Localización general	Edificio Bazaruto			
Localización específica	Tipo de lesión			
	Química	Física	Mecánica	Biológica
	Sales del material	Humedad	Deformación	Flujos y materiales
	Sales externas	Filtración	Flecha	Material descompuesto
	Carbonatación	Condensación	Pandeo	Filados
	Reacción Alcali-ágregado	Capilaridad	Desprendimiento de concreto	Organismos animales
	Erosiones	De obra	Alabeo	Insectos
	Oxidación de acero	Suciedad	Grieta	Avés
	Corrosión de acero	Deposito	Carga	Roedores
	Corrosión por aireación	Lavado	Dilatación o contracción	Organismos vegetales
	Corrosión por inmersión	Erosión	Fraura	Hongos
Corrosión intergranular	Atmósfera	Soporte	Otras lesiones	
		Acabado	Desastres naturales	
			Desastres tecnológicos	
Elemento afectado	Lesiones Indirectas			
Voladizo	Diseño	Materiales	Ejecución	Mantenimiento
	Sobrecargas	Mala calidad	Cuántia insuficiente	Falta de mantenimiento
	Vibraciones	Mala dosificación	Recubrimiento insuficiente	Otros
	Cargas dinámicas	Otros	Mala compactación	
	Resistencia inadecuada		Desencofrado precoz	
	Grado de lesión	Elemento estructural	Urgencia de intervención	
	Leve	SI	Leve	
	Moderado	NO	Media	
	Severo		Alta	
	Descripción de la patología		Posibles causas	
	Se ha observado una prolongación de un voladizo metálico con una solución estructural con muchas carencias técnicas, utilizando materiales inadecuados para la edificación, lo que podría generar un riesgo debido a una fijación o adherencia deficiente al voladizo original.		Extensión del voladizo por parte de los comerciantes de manera improvisada.	
			Uso de materiales inadecuados con carencias técnicas	

Ilustración 2 ficha de registro de las diferentes patologías en la estructura del Mercado de Bazaruto.

D. Interpretación y análisis de datos

Al analizar los datos recopilados durante la inspección visual y la elaboración de fichas patológicas en el mercado de Bazurto se pudo comprobar que se encontraron grietas y fisuras en varias áreas del mercado, lo que sugiere problemas estructurales y un deterioro en los materiales de construcción.

Al clasificar las afectaciones según su gravedad, identificamos áreas críticas que necesitan la atención inmediata debido a su impacto en la funcionalidad y seguridad del mercado.

3. Resultados

A continuación, se describen las problemáticas más relevantes identificadas en el estudio patológico, junto con su origen y probables consecuencias.

<p>Falta de Mantenimiento</p>	<p>La deficiente gestión de mantenimiento en la Plaza de Mercado de Bazurto ha generado una serie de patologías que ponen en riesgo la seguridad de los usuarios y la integridad de la estructura.</p> <p>La falta de mantenimiento preventivo ha permitido el deterioro de materiales de construcción como el concreto, la mampostería y el acero, lo que se traduce en grietas, desprendimientos y oxidación, debilitando la estructura y aumentando el riesgo de colapso. Por otra parte, la corrosión de elementos metálicos como vigas, columnas, rejas y barandas reduce su resistencia y capacidad de carga, lo que representa un peligro para la seguridad de los usuarios.</p>
<p>Falta de Alcantarillado</p>	<p>La ausencia de un sistema de alcantarillado adecuado en la Plaza de Mercado de Bazurto ha generado una serie de patologías que impactan negativamente la salud pública, la seguridad de los usuarios y la integridad de la estructura, por otra parte, la acumulación de aguas residuales en el mercado crea un ambiente insalubre con olores desagradables y un alto riesgo de proliferación de vectores de enfermedades como mosquitos y ratas. Esta situación no solo afecta la salud de las personas que frecuentan el lugar, sino que también genera incomodidad y dificulta las actividades comerciales.</p> <p>Las inundaciones recurrentes durante las lluvias, producto del agua estancada, dañan los materiales de construcción, afectan la operación del mercado y representan un riesgo para la seguridad de los usuarios. El agua acumulada puede generar filtraciones, erosionar las estructuras y provocar accidentes por resbalones y caídas. Adicionalmente, la humedad en los cimientos de las estructuras, producto de la acumulación de aguas residuales en el suelo, debilita la base de la edificación y aumenta el riesgo de hundimientos y colapsos.</p>
<p>Acumulación de residuos</p>	<p>La presencia de residuos de animales, como excrementos, plumas y cadáveres, atrae plagas de insectos y roedores, y aumenta el riesgo de propagación de enfermedades. Estos animales pueden dañar los materiales de construcción y poner en peligro la salud de las personas que frecuentan el mercado. La acumulación de basura, además de ser un foco de infección y un atractivo para plagas. La basura también puede obstruir el drenaje del agua de lluvia, lo que aumenta el riesgo de inundaciones y filtraciones. Por otra parte, la acumulación de basura en los techos puede dañar la impermeabilización, generar filtraciones</p>

y provocar el colapso de las estructuras, poniendo en riesgo la seguridad de los usuarios.

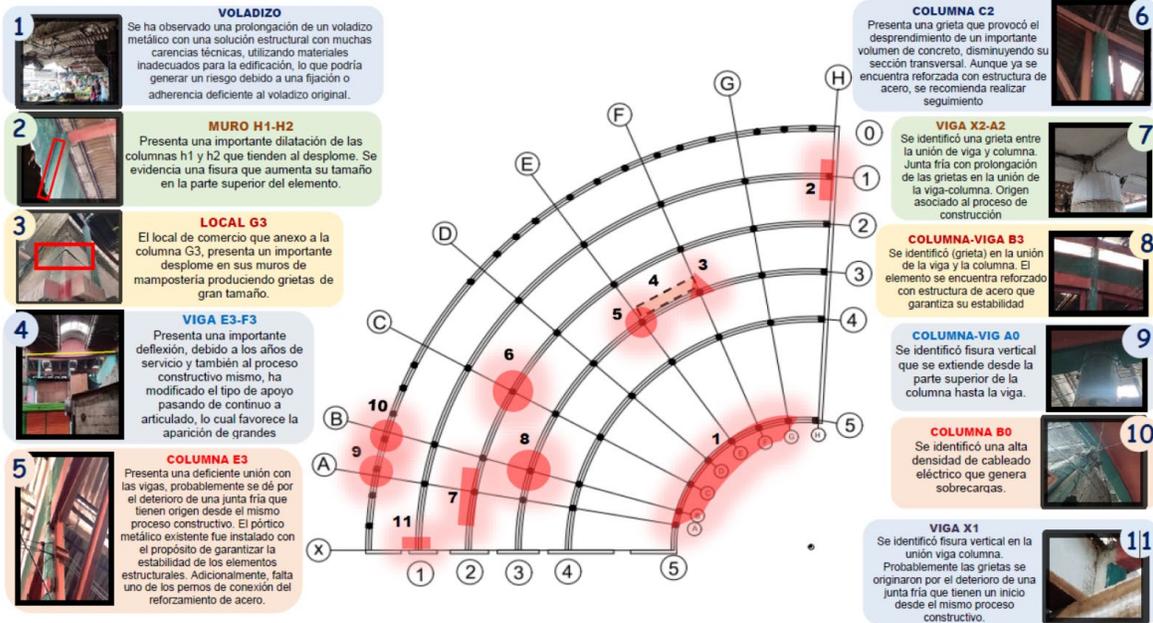


Ilustración 3 resumen general y localización de principales patologías

Desde el punto de vista estadísticos las patologías se pueden reunir como lo describen los gráficos a continuación:

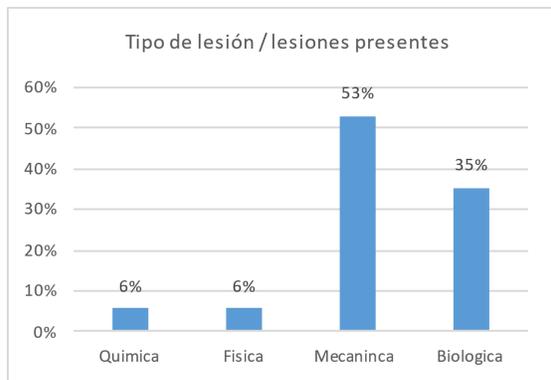


Ilustración 4 Clasificación de las sesiones en función de su tipología

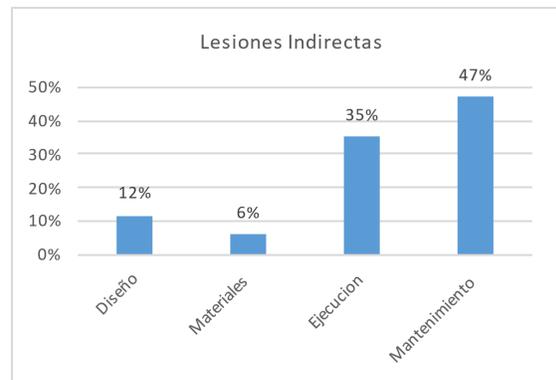


Ilustración 5 Clasificación de las sesiones en función de su origen

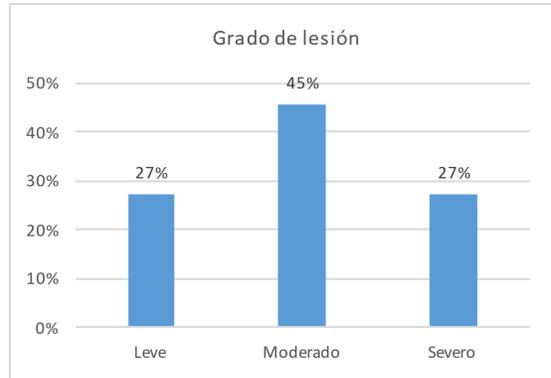


Ilustración 6 Grado de lesión de las patologías identificadas

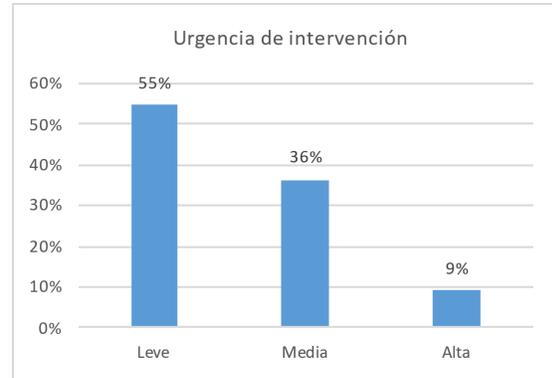


Ilustración 7 Grado de urgencia de intervención en cada uno de los elementos con algún grado de afectación

4. Conclusiones

Con base a la información registrada, se puede evidenciar que la mayoría de los elementos estructurales tienen una urgencia de intervención leve. Pero la intervención de la plaza mercado Bazarro va más allá de un tema estructural porque este lugar es uno de los centros económicos de la ciudad y se encuentra en un estado de decadencia; cuando por la importancia que tiene debería estar en más que óptimas condiciones. Por eso le colocamos una urgencia de intervención media-alta, por qué la plaza de mercado de Bazarro debe funcionar como un edificio insignia de la ciudad de Cartagena no solo económicamente, sino también de manera social, cultural y política.

Se recomienda una intervención inmediata para abordar las diversas deficiencias estructurales identificadas en el mercado de Bazarro en Cartagena. Esto incluye corregir la extensión poco ortodoxa y asegurar la conexión adecuada del voladizo, realizar reparaciones urgentes en muros con desprendimiento de concreto, fortalecer vigas con fallas mecánicas y eliminar agentes biológicos presentes.

5. Agradecimientos

Se expresa un profundo agradecimiento a la Universidad del Sinú Seccional Cartagena por facilitar los recursos necesarios para realización del proyecto y a la gerencia de Centros de Abastecimiento del distrito por su notable colaboración.

6. Referencias

- El Getsemanicense. (20 de febrero de 2019). *Antiguo mercado publico*. (L. y. Francisco, Editor) Recuperado el 18 de abril de 2024, de Elgetsemanicense.com: <https://elgetsemanicense.com/noticia/antiguo-mercado-publico>
- EPA-Cartagena. (s.f.). *MERCADOS*. (EPACartagena, Editor) Recuperado el 18 de abril de 2024, de <https://observatorio.epacartagena.gov.co>: <https://observatorio.epacartagena.gov.co/gestion-ambiental/generalidades-de-cartagena/aspectos-economicos/mercados/>
- Lopez, F., Rodriguez, V., Cruz, J., Torreño, I., & Ubeda, P. (2004). *Manual de patología de la edificación* (Vols. II - Hormigón y Madera). Madrid, España: Departamento de tecnología de la edificación - (E.U.A.T.M) U.P.M.

Medina Buendía , B., Padilla

Florez, M., & Vioria Santoya , M. (2022). Renovación Urbano Paisajística Del Sector Bazurto. Cartagena de Indias, Colombia: Universidad de San Buenaventura Cartagena.

Sanchez De Guzmán, D. (2011). *Durabilidad y patología del concreto Diego*. Bogotá: Asocreto.

Universidad Tecnológica de Bolívar (utb) ; Massachusetts Institute of Technology (mit). (2009). *Mercado de Bazurto: ¿Cómo gestionar el cambio?* Cartagena de Indias, Colombia. Recuperado el abril de 2024, de <https://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2016/10/MERCADO-BAZURTO.pdf>

Valencia Romero, M. (2016). Plaza de mercado de Bazurto, proyecto integral del Caribe. Colombia. Recuperado el 2024, de <http://hdl.handle.net/10554/20213>

Análisis e identificación de las problemáticas de saneamiento de aguas pluviales en el canal Amador y Cortés del barrio Boston de la ciudad de Cartagena de Indias

Juan Camilo Correa Angulo¹, Andrés Jesús Díaz Muñoz², Elías Josué Guerra Castillo³, Lili Marlen Monterrosa Escobar⁴, Moisés Rebolledo Machacon⁵, Daniel Alejandro Teheran Mariote⁶, Edwin Yair Ulloque Cuadros⁷

juancamilocorrea25@gmail.com¹, luisfon062@gmail.com², eguerracastillo22@gmail.com³, lilimonterrosa99@gmail.com⁴, rebolledomoises549@gmail.com⁵, danielteheranmariote@gmail.com⁶, coordininvestigacionescivil@unisinucartagena.edu.co⁷

Escuela de Ingeniería Civil

Resumen. La comunidad del barrio Boston de la ciudad de Cartagena enfrenta serias consecuencias debido a la contaminación del canal Amador y Cortes. Las viviendas más cercanas a la desembocadura del canal sobre la Ciénaga de la Virgen presentan inundaciones recurrentes, causadas por el inadecuado flujo de agua, acumulación de sedimentos y residuos sólidos, generan problemas significativos para los residentes, incluyendo malos olores y la proliferación de mosquitos, lo que representa un riesgo considerable para la salud pública. La contaminación también afecta negativamente a la Ciénaga de la Virgen, un cuerpo de agua vital. El estudio realizado el marco de actividades de la estrategia de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) por un grupo de estudiantes de cuarto semestre de Ingeniería Civil de la Universidad del Sinú, seccional Cartagena, tuvo como objetivos diagnosticar el estado del canal, caracterizar su infraestructura y recomendar programas educativos para la gestión de residuos y mejora del comportamiento social. La metodología incluyó encuestas, entrevistas, visitas de campo y análisis de documentos. Se trató de una investigación descriptiva y no experimental, con una muestra no probabilista e intencional de los habitantes del barrio. Los resultados revelaron varias problemáticas: deterioro de la infraestructura del canal, presencia de plaquetas de concreto rotas, tramos sin muros de concreto, flujo de aguas residuales en un canal pluvial, vegetación y residuos sólidos obstruyendo el canal, y sedimentación excesiva. Las causas incluyen conexiones directas al canal, falta de mantenimiento, vertimiento irresponsable de residuos por locales comerciales. Para mitigar estos problemas, se recomendaron varias acciones, como la creación de un comité ambiental comunitario, reconstrucción de la infraestructura, instalación de tanques de residuos, y campañas de concientización.

Palabras Claves: Agua pluvial, Canal, Ciénaga, Diagnosticar, Infraestructura, Inundaciones, Residuos.

1. Introducción

La gestión adecuada de los cuerpos de agua y la infraestructura de saneamiento es fundamental para el bienestar de las comunidades, la preservación del medio ambiente (Organización Mundial de la Salud, 2024) así como del buen manejo de los cuerpos de agua (Ghosh & Maji, 2011). En el contexto colombiano, diversas normativas y resoluciones han sido implementadas para abordar estos desafíos. Según la Ley 99 de 1993 (Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 1993), se establece la necesidad de una gestión integral del medio ambiente y los recursos naturales renovables, destacando la importancia de prevenir y controlar la contaminación. Además, la Resolución 330 de 2017 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (Ministerio de Vivienda, 2017), refuerza la necesidad de planes de manejo y recuperación ambiental para cuerpos de agua afectados por actividades humanas.

En el barrio Boston de Cartagena, la comunidad enfrenta una disminución de su calidad de vida debido a la contaminación y las condiciones desfavorables en términos de infraestructura del canal Amador y Cortes. Estas inundaciones, acumulación de sedimentos y residuos sólidos en el canal han generado afectaciones a la población local. Los malos olores y la proliferación de mosquitos y otros vectores de enfermedades representan un riesgo constante para la salud de los habitantes, alineándose con las preocupaciones destacadas por la Organización Mundial de la Salud en relación con la falta de saneamiento adecuado y sus implicaciones para la salud pública. Además, la contaminación del canal tiene un impacto negativo en la Ciénaga de la Virgen, un cuerpo de agua vital que recibe las aguas del canal. La contaminación de la ciénaga no solo afecta a la biodiversidad local, sino que también compromete los medios de vida y la seguridad alimentaria de las comunidades que dependen de este recurso. La Resolución 122 de 2005 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015) subraya la importancia de proteger los ecosistemas acuáticos y la necesidad de implementar estrategias efectivas para su conservación.

Desde el punto de vista de la hidráulica, la presencia de residuos sólidos ha supuesto un problema en cuanto a la eficiencia hidráulica de este cuerpo de agua, siendo este efecto similar al presentado en tuberías de aguas residuales y redes de alcantarillado pluvial, donde autores como (Littlewood, 2000) han corroborado sobre los efectos de cambios en las condiciones de flujo en conductos con presencia de residuos sólidos.

En este artículo, se presentarán las causas y problemáticas encontradas por el grupo de investigación de cuarto semestre de Ingeniería Civil de la Universidad del Sinú, seccional Cartagena a través de la estrategia de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). En este estudio se analizan los factores que contribuyen a la contaminación y deterioro de la infraestructura del canal Amador y Cortes, así como la propuesta de soluciones para mitigar efectos adversos sobre este y que ayuden en la mejora de la calidad de vida de la comunidad del barrio Boston y protección de la integridad medioambiental de la Ciénaga de la Virgen.

2. Metodología

La metodología del proyecto se basa en un enfoque participativo que involucra a las personas de la comunidad mediante encuestas y entrevistas, registrando las problemáticas relacionadas por los mismos habitantes. La investigación es de tipo descriptivo con un diseño no experimental y transversal. La población objetivo está compuesta por los habitantes aledaños al canal Amador y Cortés del barrio Boston. Las técnicas de recolección de datos incluyen visitas de campo para la observación directa del estado del canal de aguas pluviales y la recolección de opiniones de los residentes sobre las condiciones de este entre los moradores.

Las actividades principales del proyecto incluyen visitas de campo, encuestas y análisis de documentos. Durante las visitas de campo, se evaluó el estado actual del canal y se documentaron las problemáticas que afectan a la infraestructura y el bienestar de la comunidad, tales como grietas, filtraciones, derrumbes, sedimentación, crecimiento de vegetación, y presencia de residuos sólidos. Las entrevistas aplicadas a los residentes del sector permitieron conocer su percepción sobre las condiciones del canal y las problemáticas que enfrentan, obteniendo información detallada y precisa sobre la frecuencia y el impacto de estos problemas en su vida diaria.

El análisis de datos se llevó a cabo mediante la interpretación cualitativa de las observaciones y entrevistas para identificar las problemáticas del canal de aguas pluviales. Asimismo, se analizaron documentos relacionados con el Canal Amador y Cortes, como informes técnicos y estudios ambientales, para complementar la información recolectada. Este enfoque integral permitió no solo diagnosticar la situación actual del canal, sino también elaborar recomendaciones y posibles soluciones, atendiendo a las necesidades y preocupaciones expresadas por los habitantes del barrio Boston.

3. Resultados

Se obtiene la caracterización de los sistemas estructurales identificados a lo largo del canal, así como cada una de las principales patologías, problemáticas y sus causas, así como un resumen de las necesidades prioritarias de la comunidad.

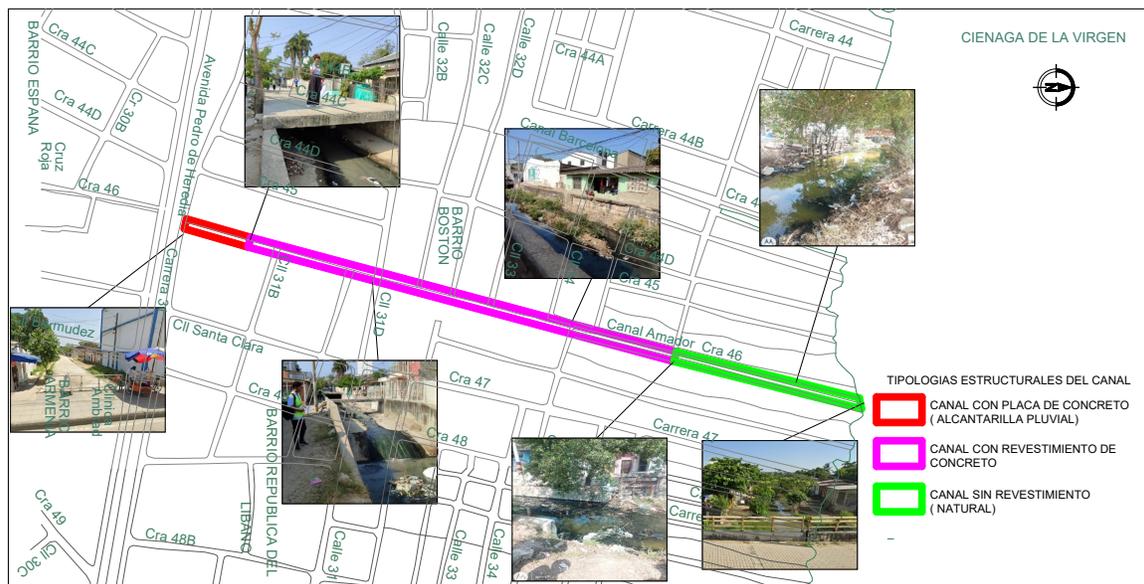


Ilustración 8 Caracterización del sistema de drenaje a lo largo del canal

3.1 Características de la infraestructura del canal:

- **Sección transversal de canal con placa de concreto:** el primer tramo con una longitud de 80 metros posee una geometría similar a un Box-culvert. La placa de fondo, la tapa y las paredes son en concreto reforzado con un espesor promedio de 25 cm. Las tapas de concreto sirven para cubrir accesos al canal, registros o tuberías. Pero, si están rotas o mal selladas, pueden permitir la entrada de residuos sólidos al canal. A modo general se encuentran en buen estado.

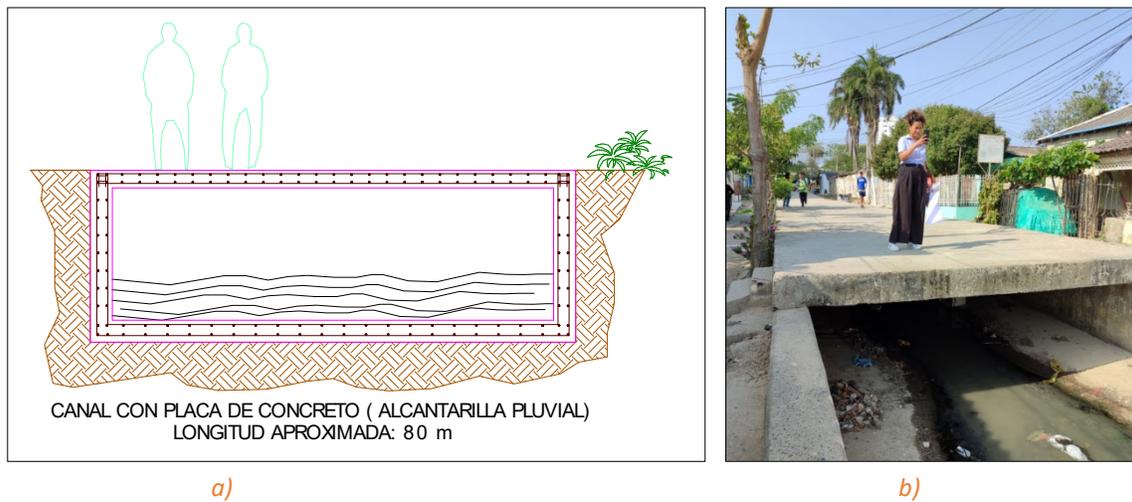


Ilustración 9 a) Sección transversal de canal con placa de concreto (Alcantarilla pluvial) b) fotografía de final del canal.

- **Sección transversal de canal con revestimiento en concreto:** Este tramo del canal posee una longitud cercan a los 530 metros. Se caracteriza por ser un conducto abierto con paredes y placa de fondo en concreto con un espesor promedio de 25cm. Su estado de conservación es muy variable, los primeros tramos se encuentran en un buen estado, sin embargo, aguas abajo su infraestructura se encuentra totalmente deteriorada desde desplome en muros hasta acero expuesto en su totalidad.

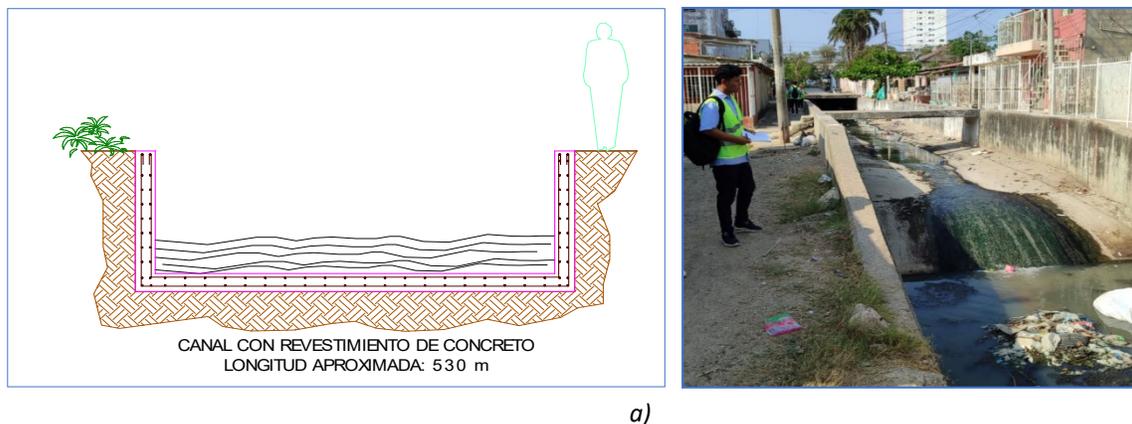
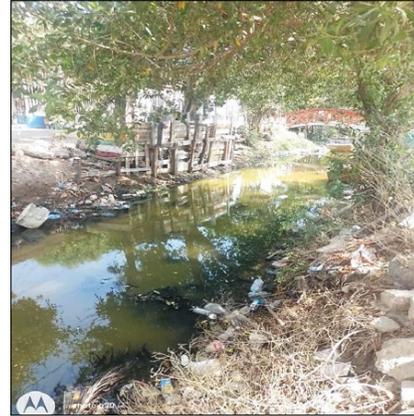
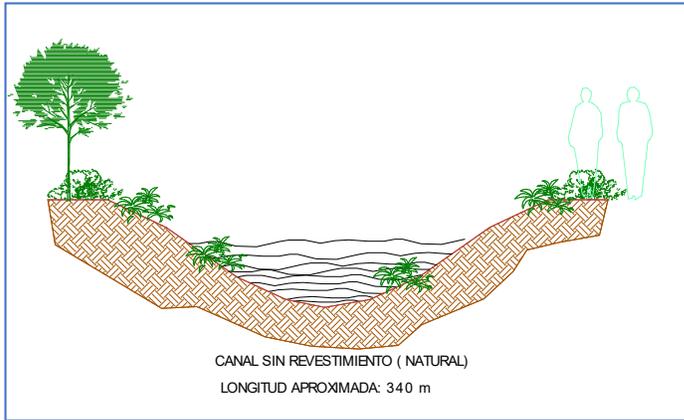


Ilustración 10 a) Sección transversal de canal con revestimiento en concreto b) fotografía del canal.

- **Sección transversal de canal sin revestimiento:** Este es el tramo final de canal, clasificándose como un canal sin revestimiento o natural. Es el sector más cercano a la desembocadura sobre la ciénaga de la Virgen. Algunas afectaciones pueden identificarse como la excesiva sedimentación, abundante crecimiento vegetal e importante acumulación de basuras. La falta de muros en el tramo final del canal contribuye a la erosión del suelo, desbordamientos y dificultades para el control del flujo de agua.



a)

b)

Ilustración 11 a) Sección transversal de canal sin revestimiento (Natural) b) fotografía del canal natural.

- **Puentes Peatonales:** se identificaron 12 de puentes peatonales que facilitan la movilidad de los habitantes de un lado al otro del canal. Algunos se encuentran en buenas condiciones estructurales, pero otros ameritan la sustitución total, ya que presentan deflexiones excesivas y corrosión de las barras de acero.



Ilustración 12 puentes peatonales sobre el canal

3.2 Problemáticas identificadas:

Deterioro de infraestructura: Dentro del canal se detectaron importantes patrones de agrietamiento, desprendimientos de material, filtraciones y derrumbes parciales. Afectando a la capacidad estructural del canal y aumentando el riesgo de inundaciones y colapsos.



Ilustración 13 desprendimientos parciales del concreto y acero expuesto y con pérdida casi total de su sección transversal debido a la corrosión

Vertimientos de aguas sanitarias: La presencia de aguas residuales en el canal, durante la época de verano, indica que existen conexiones directas o filtraciones de aguas residuales al canal. Esto genera un grave problema de contaminación ambiental y riesgo para la salud pública.



Ilustración 14 vertimientos directos de aguas sanitarias, debido a la ausencia de sistema de alcantarillado en algunos sectores.

Residuos sólidos: la presencia de residuos sólidos a lo largo de todo el canal evidencia una falta de manejo adecuado de los residuos por parte de la comunidad o de las autoridades locales. Esto contamina el agua y afecta la estética del entorno generando problemas de salud



Ilustración 15 obstrucción del flujo de por acumulación de residuos sólidos con los muros del puente o box culvert vehicular, en el paso por la avenida Pedro Romero.

Abundante vegetación dentro del canal: el crecimiento excesivo de vegetación obstruye el flujo de agua, reduce su capacidad y puede ocasionar inundaciones. Además, la vegetación muerta y los residuos que genera pueden contaminar el agua



Ilustración 16 esta zona del canal presenta un crecimiento vegetal que ha obstruido en su totalidad el flujo de agua

Presencia de sedimentos: En el sector donde hay más presencia de sedimentos disminuye la profundidad del canal y la capacidad de flujo de agua. Además, los sedimentos pueden contener contaminantes que afectan la calidad del agua.



Ilustración 17 importante sedimentación que evidencia la ausencia de actividades de mantenimiento.

3.3 Causas de las problemáticas

Las causas de problemáticas identificadas se pueden evidenciar en la tabla 1.

Tabla 1. Problemáticas del canal y sus causas

Problemática	Causas
Conexiones directas al canal	La falta de mantenimiento o el inexistente sistema de alcantarillado ha conllevado a vertimiento de aguas residuales directamente hacia el canal. Parte del origen de estas problemáticas es el crecimiento descontrolado normalmente conocidos como invasiones.
Mantenimiento y falta de conciencia ciudadana	La falta de mantenimiento regular del canal, junto con la falta de conciencia ciudadana sobre el buen uso y manejo de los residuos sólidos, generan los vertimientos directos al canal.
Vertimiento de residuos sólidos por parte de locales comerciales	Algunos negocios, como restaurantes o talleres, pueden estar vertiendo sus residuos sólidos al canal de manera ilegal o irresponsable.
Estancamiento de residuos sólidos en puentes	los muros centrales del puente localizado sobre la avenida Pedro Romero, actúan como una barrera que facilita la obstrucción y acumulación de residuos sólidos, disminuyendo la eficiencia del canal.

3.4 Recomendaciones

Entre las recomendaciones se pueden mencionar para minimizar el impacto de estas problemáticas se encuentra las siguientes:

- Existen tramos del canal que ameritan la reconstrucción total de las partes afectadas, debido a su deterioro total.
- Construir placas a modo de tapa sobre el canal podría favorecer la disminución de residuos sólidos que son arrojados.
- Realización de campañas de concientización para educar a la comunidad sobre la importancia del manejo adecuado de las aguas residuales y los residuos sólidos, y promover prácticas responsables.
- Crear un comité ambiental comunitario. Este comité sería responsable de reportar sobre el estado de limpieza y el mantenimiento. Además, realizaría un seguimiento periódico del estado del canal, identificando nuevas problemáticas evaluando la efectividad de las acciones es realizada.

4. Conclusiones

A través de la estrategia de ABP, se logró identificar que el canal Amador y Cortes ubicado en el barrio Boston de la Ciudad de Cartagena, se encuentra en un regular estado lo que representa un grave riesgo para la salud pública y el medio ambiente. Las problemáticas identificadas en el estudio, como la presencia de aguas residuales, sedimentos, residuos sólidos, vegetación excesiva y deterioro de la infraestructura son el resultado de factores, incluyendo la falta de limpieza periódica, la falta de mantenimiento sistema de alcantarillado, la ausencia de conciencia ciudadana y el vertimiento irresponsable de residuos por parte de locales comerciales.

Las consecuencias de estas problemáticas son eventuales inundaciones, malos olores y la presencia de mosquitos que generan incomodidad, riesgo de enfermedades, y la contaminación del agua afecta

a la Ciénaga de la Virgen, un cuerpo de agua de gran importancia para la zona estudiada y para la ciudad de Cartagena.

5. Agradecimientos

Se expresa un profundo agradecimiento a la Universidad del Sinú Seccional Cartagena por facilitar los recursos necesarios para realización del proyecto.

6. Referencias

- Ghosh, S., & Maji, T. (2011). An environmental assessment of urban drainage, sewage and solid waste management in Bardhaman municipality, West Bengal. *International journal of environmental sciences*, 92-104.
- Littlewood, K. (2000). Movement of gross solids in small diameter sewers. *Diss. Imperial College London (University of London)*.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). Cuenca Hidrográfica Río Bogotá. Bogotá D.C. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/documento-normativa/resolucion-122-de-2015/>
- Ministerio de Hacienda y Crédito Público. (1993). Bogotá: Diario Oficial No. 41 146. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=297>
- Ministerio de Vivienda, C. y. (2017). Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS. Bogotá .
- Organización Mundial de la Salud. (2024). <https://www.who.int/es/>. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/sanitation>

CAPITULO III

Soluciones Optimas en Operaciones Comerciales y Logísticas Hacia una Industria Sostenible

La industria sostenible es un actual concepto que busca optimizar los procesos de una fábrica para que estén en línea con los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS). Esto conlleva a diseñar estrategias para minimizar los desperdicios, la contaminación, y conservar la energía y los recursos naturales. Así se construye significativamente a garantizar el valor de productos, servicios y los recursos en el mayor tiempo posible, lo que ayuda a reducir los desechos, aprovechar los recursos y mejorar el desempeño de los procesos y actividades de producción, en consonancia con el ambiente y las necesidades de generaciones futuras.

Entre los retos actuales, a los que se enfrentan la Escuela de Ingeniería industrial de la Universidad del Sinú Seccional Cartagena, es generar una cultura de valor compartido con los grupos de interés que le apueste a soluciones innovadoras y creativas para las pymes que emergen en un contexto de desafíos en materia de automatización de procesos, brecha digital, integración de buenas prácticas, y falencias en los eslabones de la cadena de suministro que las limitan al alcance de los ODS contemplados en la agenda 2030 y que detienen el impulso y la generación de sostenibilidad para todos los stakeholders involucrados en la industria local y regional.

Deficiencias en el proceso de aprovisionamiento, despacho e inventario en la papelería de la Universidad del Sinú Seccional Cartagena

Camilo Rodríguez-Jimenez¹, Deimer Monterrosa-Zambrano², Yulian Torres- Martínez³, Andrea Matos-Arevalo⁴, Yolimar Rodríguez -Zambrano⁵, Leonardo Olarte⁶

¹camilorodriguezrf@gmail.com, ²22018Deimer@gmail.com, ³tyulianandrea@gmail.com,

⁴amattosarevalo@gmail.com, ⁵rodriguezyolimar132@gmail.com, ⁶Leonardo.olarte@unisinucartagena.edu.co

^{1,2,3,4,5,6}Escuela de Ingeniería de ingeniería Universidad del Sinú Cartagena

Resumen. El proyecto de investigación se centra en las deficiencias en el proceso de aprovisionamiento, gestión de compras e inventarios en el área de papelería de la Universidad del Sinú, Cartagena. Se identificaron problemas como la insuficiente de materiales, la falta de registros de productos y la adquisición de productos a proveedores externos. Con un enfoque metodológico cualitativo basado en encuestas y entrevistas, se recopilieron datos clave que destacan la necesidad de un sistema más eficiente para el control preciso de inventarios y la planificación de compras. En respuesta a estas necesidades, se desarrolló un pseudocódigo que abarca la gestión de pedidos, almacenamiento y despacho de productos, con el objetivo de proporcionar beneficios significativos, como la reducción de errores, mayor transparencia y mejor planificación de recursos. La implementación de esta propuesta no solo resolverá problemas actuales, sino que también establecerá una base para una gestión más eficiente y sostenible a largo plazo, lo cual es crucial para satisfacer a los usuarios internos, como estudiantes y personal docente /administrativo, que actualmente enfrentan dificultades debido a la falta de insumos suficientes.

Palabras Claves: Aprovisionamiento, Insumos, Deficiencias, Diagnóstico, Gestión de compras, Logística.

1. Introducción

El proceso de aprovisionamiento y adquisición de materias primas e insumos es un aspecto crítico para cualquier empresa (Galy, 2019) , independientemente de si se trata de una organización de producción o de servicios. Este proceso, que implica la obtención de los recursos necesarios para las operaciones diarias, es fundamental para garantizar la continuidad y eficiencia de cualquier actividad empresarial. Una gestión eficaz del aprovisionamiento no solo asegura la disponibilidad oportuna de los insumos, sino que también optimiza los costos, minimiza el desperdicio y fortalece la capacidad de la empresa para responder a las demandas del mercado (Iglesias, 2010). Sin embargo, cuando este proceso no se gestiona adecuadamente, puede convertirse en uno de los puntos más neurálgicos y complejos dentro de una organización, generando cuellos de botella que impactan negativamente en toda la cadena de valor (Velasco, Villa, & Camacho, 2023).

Las deficiencias en la gestión de aprovisionamiento pueden tener repercusiones significativas, desde la interrupción de la producción o la prestación de servicios hasta la pérdida de competitividad en el mercado (Rocha, Gutierrez, & Espitia, 2020). Esto se debe a que la falta de insumos o materias primas clave puede paralizar completamente las operaciones, afectando la

capacidad de la empresa para cumplir con los plazos establecidos y satisfacer las expectativas de los clientes (Torres, 2023). Además, la gestión ineficiente del aprovisionamiento puede llevar a un exceso de inventario, lo que aumenta los costos de almacenamiento y el riesgo de obsolescencia de los productos (Meana, 2017). En este sentido, una gestión inadecuada del aprovisionamiento no solo pone en riesgo la operatividad diaria de la empresa, sino que también compromete su sostenibilidad a largo plazo (Lopez, 2021).

En el ámbito de la logística, el principio de Just in Time (JIT) ha ganado una relevancia considerable. Este enfoque busca minimizar los niveles de inventario mediante la sincronización precisa de la producción y la entrega de insumos, asegurando que los materiales lleguen exactamente cuando son necesarios en el proceso productivo (Benitez, Cruz, & Valdez, 2022). Si bien el JIT puede mejorar significativamente la eficiencia operativa y reducir costos, también hace que las empresas sean más vulnerables a cualquier interrupción en su cadena de suministro. Una falla en el aprovisionamiento bajo un sistema JIT puede tener consecuencias graves, ya que la falta de insumos disponibles en el momento preciso puede detener la producción y, en consecuencia, impactar negativamente la satisfacción del cliente y la sostenibilidad del negocio (Rodolfo, 2022).

En la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad del Sinú, seccional Cartagena, sede Plaza Colón, se han identificado problemas específicos relacionados con la satisfacción de los usuarios internos, tales como estudiantes y docentes. Estos problemas están directamente vinculados a la gestión de aprovisionamiento en áreas clave como la papelería, un recurso esencial para las actividades académicas diarias. La carencia y el desabastecimiento de insumos en la papelería afectan la capacidad de la universidad para proporcionar un servicio óptimo, lo que resulta en insatisfacción entre los usuarios internos y, a su vez, afecta negativamente la experiencia educativa y laboral (Rocha, Gutierrez, & Espitia, 2020).

Este escenario no solo refleja un problema operativo, sino que también subraya la importancia de integrar la teoría y la práctica en la formación de los estudiantes de Ingeniería Industrial. Frente a esta situación, un grupo de estudiantes de segundo semestre de la carrera, matriculados en la asignatura de Recibo y Almacén, han decidido enfrentar este desafío como parte de su formación académica. Estos estudiantes ven en este problema una oportunidad para aplicar las competencias adquiridas en su formación, demostrando resultados de aprendizaje en áreas clave como la logística de aprovisionamiento, gestión de inventarios y procesos de despacho. Este enfoque práctico no solo les permite enfrentar problemas reales en un entorno controlado, sino que también refuerza su capacidad para resolver problemas complejos, una habilidad esencial en su futura carrera profesional (Velasco, Villa, & Camacho, 2023).

El proyecto en cuestión tiene como objetivo realizar un diagnóstico exhaustivo del estado actual del proceso de aprovisionamiento, gestión de compras e inventarios en la papelería de la

Universidad del Sinú, seccional Cartagena. Este diagnóstico es fundamental, ya que proporcionará una visión clara de las debilidades y fortalezas del sistema actual, sirviendo como base para el diseño de propuestas de mejora. En este sentido, los estudiantes están utilizando un algoritmo desarrollado en PSeInt, una herramienta didáctica utilizada en la enseñanza de la programación y la lógica (Aguilera & Gomez, 2022). Este algoritmo está diseñado para optimizar el proceso de aprovisionamiento, garantizando que los insumos necesarios estén disponibles cuando se necesiten, al tiempo que se minimizan los costos y se maximiza la eficiencia operativa (Velez, 2021).

El levantamiento de información es un paso crítico en este proyecto. Para ello, se están utilizando metodologías cualitativas como entrevistas, grupos focales y encuestas, dirigidas a los usuarios internos de la papelería, incluidos estudiantes y docentes (Alvira, 2011). Estos métodos permiten recopilar datos clave sobre las percepciones y experiencias de los usuarios con respecto al proceso actual de aprovisionamiento, proporcionando una base sólida para el análisis y la resolución de los problemas identificados. Este enfoque cualitativo es especialmente relevante en un contexto educativo, donde la satisfacción del usuario es un indicador crítico de la calidad del servicio (Denzin & Lincoln, 2015).

La implementación de las mejoras propuestas no solo busca resolver los problemas actuales, sino que también tiene como objetivo establecer un sistema más resiliente y sostenible a largo plazo. En un entorno académico, donde las demandas pueden variar significativamente a lo largo del tiempo, la capacidad de adaptarse a estos cambios es crucial. Un sistema de aprovisionamiento optimizado no solo mejora la eficiencia operativa y reduce los costos, sino que también contribuye a la sostenibilidad institucional, alineándose con las mejores prácticas de la gestión moderna de la cadena de suministro (Iglesias, 2010).

2. Metodología

La metodología adoptada en este artículo se enfoca en la investigación cualitativa. En cual se realizó la recopilación de datos, a través de la implementación de encuestas y entrevistas a un grupo focalizado, para posteriormente analizar e interpretar la información obtenida sobre el proceso de aprovisionamiento e inventario del área de papelería de la universidad del Sinú. Dicha información nos permitió desarrollar un pseudocódigo. que permitirá la optimización del proceso de aprovisionamiento en el are de papelería, este código se divide en 3 fases: proceso de pedido, proceso de almacenamiento y proceso de despacho (Denzin & Lincoln, 2015).

El seudocódigo desarrollado es clave para la optimización del proceso de aprovisionamiento, además, que nos permite tener un registro específico sobre los productos en existencia (Aguilera & Gomez, 2022), control sobre el descuento de productos y registro de los productos agotados con mayor frecuencia. El desarrollo de dicho código se puede evidenciar en la imagen.

2.1 Análisis de datos

Encuestas realizadas a personal encargado de papelería

Con esta encuesta nuestro propósito es tener en claro las deficiencias presentes en el área de papelería de la universidad y saber la opinión del personal de esta área, de esta manera, aclarar cuáles son las necesidades reales de los usuarios para poder saber los puntos de mejora a tener en cuenta.

NOMBRE
1 respuesta
Maria Diaz

CARGO
1 respuesta
Administradora de la sede bravos unisinu

¿Cuál es el proceso actual para realizar pedidos de productos de papelería?
1 respuesta
Se solicitan a los proveedores

¿Con qué frecuencia se realizan los pedidos de productos de papelería?
1 respuesta
Una vez por semana

¿Quién es responsable de realizar los pedidos de papelería?
1 respuesta
La administradora de la sede en este caso (mi persona)

¿Cómo se determina la cantidad de productos a pedir en cada ocasión?
1 respuesta
Por el descuento de inventario en el sistema

¿Qué proveedores utilizan para adquirir productos de papelería?
1 respuesta
Papelerías más grande que vendan al por mayor

¿Cuánto tiempo suele tardar desde que se realiza un pedido hasta que se recibe la mercancía?
1 respuesta
El mismo día nos hacen la entrega

¿Se lleva un registro de los productos que se agotan con mayor frecuencia?
1 respuesta
Si

¿Cómo se organiza y gestiona el almacenamiento de los productos de papelería?

1 respuesta

Por medio del inventario

¿Existen dificultades específicas al recibir y almacenar los productos de papelería?

1 respuesta

No

¿Qué medidas se podrían implementar para optimizar el proceso de abastecimiento y evitar el desabastecimiento en el futuro?

1 respuesta

En cuanto a papelería lo que se hace es mantener el inventario actualizado para cubrir los productos que se estén acabando y así evitar su agotamiento dentro de la sede

Es escuela de ingeniería el encargado en realizar los pedidos de suministro para el área de papelería?

1 respuesta

No

¿Cómo manejan los pedidos para grupos de estudiantes que requieren grandes cantidades de productos? ¿se les otorga algún descuento?

1 respuesta

No, mantienen el precio

Imagen [1] encuesta a encargada de papelería

3. Resultados y discusión

De acuerdo con la encuesta realizada, encontramos datos significativos que proporcionan información sobre la percepción de los encargados de proceso de abastecimiento de papelería:

- Se encontró que la mayoría de los usuarios de la universidad recurren a establecimientos externos para adquirir materiales de papelería, lo que sugiere que la oferta de papelería en la universidad puede no ser suficiente para satisfacer las necesidades.
- En cuanto al proceso de pedidos y gestión de inventarios, se determinó que los pedidos se realizan una vez por semana. Sin embargo, no se lleva un registro de los productos que se agotan con mayor frecuencia, lo que puede contribuir al desabastecimiento de productos clave.
- Finalmente, se descubrió que no existe una estrategia sobre el abastecimiento de pedido de papelería, los usuarios solucionan buscando periódicamente cuando se les acaba o se toma de otra oficina prestado.

Los resultados de la encuesta y las entrevistas con la encargada de compras del área de papelería, dan pie al reconocimiento de falencias arraigadas directamente a la capacitación en modelos de inventarios eficientes; además se hace evidente la necesidad de realizar análisis detallados de las necesidades de los usuarios internos y llevar un registro de productos agotados según la demanda de estos, para establecer patrones de consumo que ayuden a generar mejoras en los procesos de pedidos y mantener puntos de reorden.

3.1 Proceso de Pedido

Aplicando las habilidades adquiridas en la materia de lógica y algoritmo se ha diseñado un pseudocódigo para recibir y procesar la entrada de datos proporcionada por el encargado de realizar los pedidos (Campo, 2021). Este proceso incluye las siguientes características y pasos:

1. **Catálogo de Productos:** Incorpora un catálogo de los productos disponibles en la papelería, lo que facilita la selección rápida y precisa de los artículos necesarios.
2. **Ingreso de Información:** Durante el proceso de pedido, el pseudocódigo solicita información clave, como la elección del producto, la cantidad de unidades requeridas y el precio por unidad.
3. **Cálculos Automáticos:** Con base en la información proporcionada, el pseudocódigo realiza automáticamente los cálculos necesarios para determinar el valor total y el subtotal de cada producto. Esto es especialmente útil cuando se necesitan varios productos, ya que facilita una visión clara y detallada de los costos involucrados.
4. **Validación de Datos:** El pseudocódigo incluye mecanismos para validar la exactitud de los datos ingresados, garantizando que los pedidos se realicen correctamente y evitando errores comunes.

3.2 Proceso de Almacenamiento

El prototipo optimiza la gestión del inventario a través de los siguientes pasos:

1. **Análisis de Inventario:** Al recibir la cantidad de productos solicitados, el pseudocódigo verifica la cantidad de unidades existentes en el inventario actual.
2. **Actualización de Inventario:** Una vez confirmado el pedido, el pseudocódigo actualiza automáticamente el inventario, reflejando la nueva cantidad de unidades disponibles. Esto asegura que el inventario esté siempre actualizado y preciso, facilitando la planificación y gestión de recursos.

3.3 Proceso de Despacho

El prototipo mejora la eficiencia del proceso de despacho mediante:

1. **Registro de Productos:** Utiliza el registro de productos y las unidades disponibles en el inventario para gestionar el despacho de manera efectiva.
2. **Despacho Eficiente:** Permite el despacho de uno o varios productos de forma simultánea, asegurando que los productos correctos se entreguen en las cantidades adecuadas.
3. **Actualización en Tiempo Real:** Al completar un despacho, el pseudocódigo actualiza en tiempo real el inventario, proporcionando una visión clara y actualizada del stock disponible.

3.4 Beneficios Adicionales

El desarrollo y la implementación de este pseudocódigo traen múltiples beneficios adicionales al área de papelería del departamento de ingeniería industrial como:

- **Eficiencia Operativa:** Automatiza procesos clave, reduciendo el tiempo y el esfuerzo necesarios para gestionar el inventario.
- **Reducción de Errores:** La automatización y validación de datos minimizan errores humanos, mejorando la precisión de los pedidos y la gestión de inventarios.
- **Transparencia y Control:** Proporciona una visión clara y en tiempo real del estado del inventario, lo que facilita la toma de decisiones informadas y estratégicas.
- **Mejora en la Planificación:** Al contar con datos precisos y actualizados, es posible planificar mejor las compras y la gestión de recursos, optimizando costos y evitando el desabastecimiento.

El prototipo pseudocódigo desarrollado con PSeInt no solo aborda las necesidades actuales de la papelería del área de ingeniería industrial, sino que también sienta las bases para una gestión más eficiente y efectiva a largo plazo (Muñoz, 2020).

4. Conclusiones

Este artículo ha abordado la problemática relacionada con el aprovisionamiento, la gestión de compras y los inventarios en la papelería de la Universidad del Sinú Seccional Cartagena, identificando las principales deficiencias mediante un análisis exhaustivo apoyado en encuestas y entrevistas (Velasco, Villa, & Camacho, 2023). Los datos recopilados revelaron que la oferta actual de papelería no cubre plenamente las necesidades de los usuarios, lo que genera una dependencia innecesaria de proveedores externos. Además, se detectaron fallos significativos en la gestión de inventarios, como la falta de registro de productos agotados con mayor frecuencia, una metodología de pedidos ineficaz y la ausencia de descuentos para grupos estudiantiles con altas demandas (Rodolfo, 2022).

En respuesta a estos desafíos, se ha propuesto un prototipo optimizado para la gestión de aprovisionamiento, inventarios y despachos en la papelería, desarrollado en el lenguaje de programación PSeInt (Velez, 2021). Este prototipo incluye un catálogo de productos, mecanismos eficientes de ingreso y validación de datos, cálculos automáticos, actualización en tiempo real de inventarios y registro de productos despachados, ofreciendo así una solución integral para las deficiencias detectadas.

La implementación de este prototipo promete múltiples beneficios, como una mayor eficiencia operativa, reducción de errores, aumento de la transparencia y control, mejoras en la planificación y una optimización en los costos asociados. Asimismo, este sistema proporciona una base sólida para una gestión más efectiva a largo plazo, permitiendo el análisis de patrones de consumo, la toma de decisiones basadas en datos y la implementación de estrategias de mejora continua (Silvera, 2022).

Se recomienda implementar este prototipo en la papelería de la Universidad del Sinú Seccional Cartagena, con el objetivo de optimizar los procesos de aprovisionamiento, compras e inventarios. Es crucial realizar un seguimiento constante del impacto del prototipo en la satisfacción de los usuarios, así como en la eficiencia operativa y la optimización de costos en la adquisición de productos y materias primas. Además, se sugiere extender la investigación a mediano plazo para incluir otros factores que puedan influir en el aprovisionamiento, como la demanda estacional, las políticas institucionales y la relación con los proveedores.

Finalmente, es esencial fomentar la capacitación continua del personal de la papelería en gestión de inventarios, logística y uso de herramientas tecnológicas, así como establecer canales de comunicación efectivos con el alumnado para informar sobre las mejoras implementadas. En resumen, la investigación realizada y el prototipo desarrollado demuestran que es viable optimizar el proceso de aprovisionamiento, gestión de compras e inventarios en la papelería, contribuyendo significativamente a la satisfacción de los usuarios, la optimización de recursos y la sostenibilidad de la universidad (Denzin & Lincoln, 2015).

5. Agradecimientos

Los autores extienden su agradecimiento a la Universidad del Sinú Seccional Cartagena por facilitar los recursos para la ejecución del proyecto “**Deficiencias en el proceso de aprovisionamiento, despacho e inventario en la papelería de la universidad del SINU seccional Cartagena**”, ya que esta herramienta sistemática se considera una solución óptima al recurso de papelería y útiles necesarios para las actividades diarias de la universidad.

6. Referencias

- Aguilera, R., & Gomez, E. (2022). Metodología de la programación; Conceptos, Lógica y programación. Bogotá, Colombia: Alpha Editorial S.A.
- Alvira, F. (2011). La encuesta; una perspectiva general metodológica. Barcelona, España: Alianza Editorial.
- Benitez, G., Cruz, M., & Valdez, M. (2022). Herramientas y técnicas de aplicación logística para áreas estratégicas de la cadena de suministro. Ciudad de México: Itaca.
- Campo, A. (2021). Preparación de pedidos. Madrid, España: Paraninfo S.A.
- Denzin, N., & Lincoln, V. (2015). Métodos de recolección y análisis de datos. Barcelona, España: Gedisa Editorial.
- Galy, D. (2019). Control del aprovisionamiento de materias primas 2.a edición. Colombia: Ediciones Paraninfo.
- Iglesias, A. (2010). La gestión de la cadena de suministro. Madrid, España: Esic Editorial.
- Lopez, R. (2021). Logística de aprovisionamiento. Madrid, España: Ediciones nobel.
- Meana, P. (2017). Gestión de inventario. Madrid, España: Ediciones nobel.
- Muñoz, A. (2020). Planificación de la logística. Madrid, España: Elearning S.L.
- Rocha, L., Gutierrez, A., & Espitia, F. (2020). Gestión empresarial de la cadena de suministro. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.
- Rodolfo, S. (2022). Logística Estadística, gestivo e indicadores en la cadena de suministro. Bogotá, Colombia: ECOE EDICIONES.
- Silvera, R. (2022). Ciclos logísticos; Planeación y estrategias en la cadena de suministro. Bogotá, Colombia: ECOE EDICIONES.
- Torres, C. (2023). Gestión de la atención al cliente/consumidor. Bogotá, Colombia: IC Editorial.
- Velasco, N., Villa, S., & Camacho, S. (2023). Gestión de la cadena de abastecimiento; Eslabones, herramientas y tendencias. Bogotá, Colombia: Ediciones uniandes.
- Velez, P. (2021). Diseño Estructurado de algoritmos aplicados en PSEINT. Guayaquil, Ecuador: Grupo Compas.

Concientización sobre el Aprovechamiento de Aceite de Cocina Usado a Partir de la Elaboración de Velas Aromáticas

Esteban Ferrer Gill¹, Rubén David Barrios Narvaez², William Feria Pacheco³, Alix Andrea Cala Solano⁴, Gerardo Andrés Cano Henríquez⁵, Vanessa Suarez Barreto⁶, Angie Paola Barreto Morales⁷, Diego Martelo Tous⁸, Elizabeth Zarate Zabaleta⁹, Carolina Herrera Solera¹⁰

¹ Ferrergilesteban@gmail.com, ² Rubendavid.barriosnarvaez@gmail.com, ³ w.sferiapacheco@gmail.com, ⁴ alixandreacaso@gmail.com, ⁵ Gach0507@gmail.com, ⁶ Yannessa211@outlook.es, ⁷ Angiebarretho@outlook.es, ⁸ Diegomartelo30@hotmail.com, ⁹ Elizabeth.zarate.z28@gmail.com, ¹⁰ cherrerasolera@gmail.com

^{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10} Escuela de Ingeniería de Industrial Universidad del Sinú seccional Cartagena

Resumen. Este estudio resalta la importancia de la colaboración ciudadana y la responsabilidad de los productores y distribuidores en la gestión de aceites usados para promover una economía circular y mitigar el impacto ambiental. En la metodología se incluye la identificación del problema, la identificación de actores, el establecimiento de formatos y criterios para la recolección de datos mediante encuestas y entrevistas. Los resultados muestran una baja tasa de reciclaje y participación en campañas de concientización ambiental entre los encuestados. Para abordar estos problemas, se propone una iniciativa educativa y lúdica para reciclar aceite usado mediante la elaboración de velas aromáticas.

Palabras Claves: Aceite de cocina usado, contaminación, concientización ambiental, economía circular, velas aromáticas.

1. Introducción

A nivel doméstico, institucional y comercial hay gran consumo de aceite vegetal para cocina. El aceite y la leche son los protagonistas en la canasta familiar colombiana, según un estudio de tendencias de consumo elaborado por Nielsen en 2016, en el cual se analiza la manera de compra de alimentos. El aceite registró una participación en las preferencias de 57 % siendo el producto de canasta familiar más comprado por los colombianos. En el país se venden a los hogares más de 172 millones de litros de aceite de cocina al año y cerca del 35 % se convierte en residuo al terminar su vida útil y al ser desechado de manera incorrecta, pone en inminente riesgo la vida del planeta entero al sumarse a cientos de maneras de contaminar en este caso los recursos hídricos, avanzando esto diariamente ante la indiferencia de muchos y la preocupación de pocos. Y es que en la mayoría de las ocasiones en cuanto al cuidado del ambiente se peca por ignorancia y se siguen ejemplos tradicionales sin reflexionar en el impacto de estas acciones.

Así es como muchas personas desechan el aceite usado de cocina, vertiéndolo directamente en el desagüe porque es como tradicionalmente se ha hecho en su familia, pero si esas personas supieran

que un solo litro de ese aceite tiene el alcance de contaminar 1.000 litros de agua que no alcanza a cubrir ni la mitad del consumo de agua de una persona adulta en su hogar durante un año, considerarían tomar una acción más responsable frente a este desastre ambiental y contribuir al reutilizar este desecho tan abundante en la sociedad ya que hay empresas donde tras oportunos tratamientos de este aceite de cocina usado se obtienen materias primas para la producción de biodiesel, biogás, pintura, entre otros (Valderrama Aranda, 2018).

El vertido inapropiado de aceite usado, comúnmente proveniente del proceso de preparación de alimentos como los buñuelos, conlleva graves consecuencias ambientales y de salud pública. Este aceite, al ser arrojado en lavaplatos o sifones, no sólo obstruye el sistema de alcantarillado, sino que también contamina cuerpos de agua como quebradas y ríos. Un litro de aceite usado puede contaminar hasta 40,000 litros de agua, generando una carga contaminante significativa (González & González, 2014).

En términos de costos, depurar este aceite resulta 700 veces más caro que el tratamiento de agua residual (González & González, 2014). A nivel ambiental, la liberación de aceites y grasas en cuerpos de agua afecta la oxigenación del agua y su calidad físico-química, poniendo en peligro la vida acuática. Los peces pueden sufrir asfixia y muerte debido a la cobertura de aceite en sus branquias y piel. Por lo tanto, es crucial recoger el aceite usado mediante empresas especializadas para su disposición adecuada, como la incineración o la producción de biocarburantes y otros productos químicos.

La gestión inadecuada de aceites de cocina también puede afectar las redes de alcantarillado, formando bolas de grasa que bloquean las tuberías y aumentan el riesgo de desbordamientos de aguas residuales. Para abordar este problema, se promueven acciones como el uso de rejillas en lavaplatos, la limpieza adecuada de utensilios antes de lavarlos y la utilización de puntos de acopio para el aceite usado. La concientización y colaboración ciudadana son fundamentales para mitigar este problema y proteger el medio ambiente (Secretaría Distrital de Ambiente, 2019).

2. Metodología

1. Identificación del Problema

El manejo inadecuado del aceite usado puede causar graves problemas ambientales y de salud pública. Cuando el aceite usado se vierte en desagües o se elimina incorrectamente, puede contaminar el suelo y el agua, afectando a los ecosistemas y a la vida acuática. Además, puede obstruir los sistemas de alcantarillado y causar daños a la infraestructura (ver anexo 1).

El vertido de aceite contribuye a la acumulación de grasas en las tuberías, lo que puede resultar en obstrucciones y sistemas de alcantarillado ineficientes (Secretaría Distrital de Ambiente, 2019). El uso inadecuado de aceites usados representa un grave problema para el medio ambiente y la salud humana. Este tipo de desecho puede contaminar el suelo y el agua de manera significativa si no se gestionan de forma adecuada. Si el aceite es desechado incorrectamente en el suelo, puede generar problemas de contaminación, afectando la calidad del suelo y los cultivos (Secretaría Distrital de Ambiente, 2019). El vertido de aceite de cocina usado en desagües puede contaminar cuerpos de agua, afectando la calidad del agua y dañando los ecosistemas acuáticos. Los componentes tóxicos presentes en el aceite, como ácidos grasos y compuestos orgánicos, pueden tener efectos negativos en la fauna y flora acuáticas. Además, cuando se queman de forma inapropiada, los aceites usados

liberan compuestos nocivos para la salud, como óxidos de azufre y de nitrógeno, que pueden causar problemas respiratorios y contribuir al cambio climático.

Por otro lado, el uso inadecuado de aceites usados también puede afectar la biodiversidad, ya que la contaminación del suelo y del agua puede perjudicar a las plantas y animales que dependen de esos ecosistemas para sobrevivir. Para abordar este problema, es fundamental implementar medidas de gestión adecuadas para los aceites usados, como su recogida separada en puntos especializados y su posterior reciclaje o tratamiento adecuado. Asimismo, es importante concienciar a la población sobre la importancia de no verter estos residuos de manera indiscriminada y optar por alternativas que aumenten su aprovechamiento.

2. Identificación de actores

Actores internos.

En la presente investigación se determinó que los actores internos son los estudiantes de la universidad del Sinú seccional Cartagena de indias, en las diferentes carreras que actúan en la sede de Plaza Colon.

También se encuentran las personas que trabajan en dicha sede como lo son los docentes, administrativos y empleados.

La relación que se origina con estos diferentes actores es directa, cada uno interviene directamente sobre el problema en cuestión lo que los hace partícipes de la investigación.

Identificación de actores externos.

Al identificar los actores internos pudimos descubrir también a los actores externos que actúan sobre esta investigación, los cuales son:

- Empresas presentes en plaza colon.
- ONG
- Visitantes de la universidad.
- Visitantes de plaza colon.

3. Formatos, criterios y rúbricas

En este punto se identificó el formato de registro de datos para las técnicas de recolección seleccionadas: Encuestas y Entrevistas. Se tuvieron en cuenta los criterios para evaluar la efectividad y la eficiencia en la disposición de aceite usado. Estableciendo el siguiente banco de preguntas:

Encuesta:

1. ¿Cómo se almacena el aceite usado en el lugar de uso?
2. ¿Quién es responsable de manipular el aceite usado?
3. ¿Se utilizan medidas de seguridad al trabajar con aceite usado?
4. ¿Cuál es el proceso de eliminación del aceite usado?

Entrevistas individuales:

1. ¿Cuál es el propósito principal de utilizar aceite usado en su cocina, es rentable darle uso días seguidos?

2. ¿Qué cantidad generan de aceite usado y con qué frecuencia?
3. ¿Qué consideraciones tienen al seleccionar el aceite para su aplicación?
4. ¿Cuáles son los beneficios percibidos y los desafíos asociados con el desechar el aceite usado?

Entrevistas grupales:

Observación directa:

1. ¿Cuál es la percepción de la juventud sobre el impacto ambiental del uso de aceite usado?
 2. ¿Cuáles son las prácticas más efectivas en la gestión del aceite usado, según la experiencia de los estudiantes de la universidad del Sinú?
 3. ¿Qué recomendaciones tienen para mejorar la gestión del aceite usado a nivel organizacional?
- Para visualizar los resultados, ver anexo 2.

4. Definición de la Propuesta

Para definir adecuadamente esta propuesta se inició con una búsqueda de otros proyectos similares a este que nos permitan tener idea de lo que se ha realizado, encontrando varios proyectos de esta índole como lo son:

- Elaboración de Velas Aromáticas con aceite usado como estrategia para la prevención de la contaminación en fuentes hídricas. (Coronado, 2022)

Esta nos permitió contextualizar sobre el como debemos hacerlo y nos géneros objetivos del proyecto como el impacto ambiental que esta genera al impedir que muchos litros de aceite usado de cocina lleguen a nuestras fuentes hídricas.

- Elaboración de Velas A Partir de Aceite Reciclado de Cocina. (MazFel, 2018)

Este proyecto nos permitió saber las cantidades que debíamos usar para la elaboración de nuestras velas aromáticas.

A partir de lo anterior identificamos que el centro de nuestra propuesta sería crear una experiencia única y atractiva para los estudiantes, que les motive a participar activamente en el reciclaje de aceite usado de cocina como residuo aprovechable en la elaboración de velas aromáticas. Utilizamos un enfoque visual atractivo y moderno en todos nuestros materiales de comunicación, como carteles, folletos y publicaciones en redes sociales, para captar la atención de los estudiantes y generar interés en la iniciativa. Además, ofrecemos una experiencia interactiva y educativa a través de talleres prácticos y actividades relacionadas con el reciclaje de aceites usados, que permiten a los estudiantes aprender de manera práctica y divertida. Nuestro objetivo es no solo informar, sino también inspirar a los estudiantes a ser agentes de cambio en la protección del medio ambiente, a través de una experiencia de diseño innovadora y significativa.

3. Resultados y discusión

Teniendo en cuenta las preguntas y respuestas realizadas en la encuesta realizada, se obtuvo que:

1. Reciclaje de aceite de cocina:

- El 46,4% de las personas encuestadas no reciclan el de cocina
- El 25% lo reciclan a veces
- El 28,6 si lo reciclan

2. participación en campañas de concientización ambiental:

- El 76% de las personas encuestadas no han participado en campañas de concientización ambiental relacionadas con el manejo de aceites.
- El 21,4% si han participado en estas campañas.

Adicionalmente, se plantearon las siguientes dinámicas y lúdicas:

Adivina el aroma:

- Recipientes pequeños con diferentes aceites esenciales en una mesa.
- Tarjetas con los nombres de los aromas.
- Los visitantes cerrarán los ojos y olerán cada uno de los recipientes, tratando de adivinar de qué aroma se trata.
- Quien gane obtendrá premios por adivinar correctamente varios aromas.

Elaboración de mini velas:

- En la mesa estarán todos los materiales necesarios para hacer mini velas aromáticas, como recipientes pequeños, cera de soja, mechas, aceite usado de cocina, aceites esenciales, y utensilios para mezclar.
- Los visitantes a participaran en la elaboración de sus propias mini velas aromáticas.
- Tendrán las indicaciones de cómo se deben realizar.
- Al final, los visitantes pueden llevarse sus mini velas como recuerdo del evento.

Juego de preguntas y respuestas:

- Dentro de una serie de preguntas relacionadas con el reciclaje de aceite usado de cocina y la elaboración de velas aromáticas.
- Se lanzan las preguntas y se otorgan puntos a los equipos por respuestas correctas.
- Al final del juego, el equipo con más puntos puede recibir un premio o descuento en la compra de productos.

Los costos generados en la elaboración de las eco velas se especifican en el anexo 3. Por otro lado, las evidencias de la elaboración de las eco velas se observan en el anexo 4. y las evidencias de la participación ExpoFeria STEAM 2024 primer semestre se encuentra en el anexo 5.

4. Conclusiones

Existe una baja tasa de reciclaje de aceite de cocina entre las personas encuestadas, ya que más de la mitad indicaron que no lo reciclan o solo lo hacen a veces. La participación en campañas de concientización ambiental relacionadas con el manejo de aceites de cocina es aún menor, lo que sugiere una falta de conciencia sobre la importancia de esta práctica. Sería importante promover campañas de concientización para aumentar la participación en el reciclaje de aceite de cocina y fomentar prácticas sostenibles en el hogar.

La falta de información de las personas en base a el uso y desecho de aceites es bastante notoria, por lo que se hace pertinente fomentar su buen uso y así crear una buena cultura social y ambiental.

El fomento e impulso de la responsabilidad a los productores y distribuidores de aceites para que se encarguen de la gestión de los residuos generados por sus productos, puede ser una buena estrategia que posibilite e incremente la protección del medio ambiente ya que el aceite usado puede ser altamente contaminante si no se gestiona adecuadamente, pudiendo afectar a los suelos, cuerpos de agua y ecosistemas en general. Al hacer que los productores y distribuidores se hagan responsables de la gestión de los residuos que generan, esto permite promover una mayor conciencia ambiental y se evita la contaminación.

Otro punto de vista estratégico sería que al fomentar responsabilidad de los productores y distribuidores de aceite generarían una economía circular, donde los residuos se convierten en recursos y se cierra el ciclo de vida de los productos, esto puede generar nuevas oportunidades de negocio y empleo en torno a la gestión de residuos, como el reciclaje y reutilización de aceites usados; si se implementa esta idea bajo el cumplimiento de normativas ambientales que imponen la responsabilidad a los productores y distribuidores de estos productos. Por medio de la participación en la Expo Feria STEAM se pudo crear conciencia en los asistentes sobre la buena disposición final que se le debe dar al aceite usado de cocina y a su vez mostrar la oportunidad de negocio que existe al usarlo como materia prima en la elaboración de velas aromáticas que posteriormente pueden ser vendidas para generar nuevas fuentes de ingreso.

5. Agradecimientos

Los autores extienden su agradecimiento a la Universidad del Sinú Seccional Cartagena por facilitar espacios como la Expo Feria STEAM donde se pueden visibilizar las iniciativas realizadas por sus estudiantes.

6. Referencias

Coronado, M. F. (2022). *Elaboración de Velas Aromáticas con aceite usado como estrategia para la prevención de la contaminación en fuentes hídricas*. Colombia .

EPA. (2022). *Regulación de aceite usado de cocina en Cartagena*. Cartagena.

González, & González. (2014). *Aceites Usados De Cocina. Problemática Ambiental. Incidencias En Redes De Saneamiento Y Coste Del Tratamiento De Depuradoras*. Consorcio De Agua Bilbao Bizkaia.

MazFel, P. (2018). *Elaboracion de Velas A Partir de Aceite Reciclado de Cocina*. ALVARADO.

Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (01 de 03 de 2018). *Resolución 0316 de 2018*. Obtenido de <https://www.andi.com.co/Uploads/Resoluci%C3%B3n%20316%20de%202018-.pdf>

Secretaria distrital de ambiente. (2019). *Aceite de cocina, otra amenaza para los acuíferos*. Obtenido de <https://oab.ambientebogota.gov.co/aceite-de-cocina-otra-amenaza-para-los-acuiferos/>

Valderrama Aranda, N. (2018). *Producción y difusión de documental sobre " manejo responsable del aceite usado de cocina "*. Obtenido de <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/14965>

Análisis de los factores que inciden en la competitividad y sostenibilidad de los puertos

colombianos en la actualidad

Ballesteros Ávila Andrés Camilo¹, Flórez Aguas Camilo Alejandro², Isaza Rúa Lendy Daniela³, Medina Terán Jesús Alberto⁴, Mejía Castro Ana María⁵, Olivella Duarte Jicelis⁶, Alexandra Tilvez Rodríguez Camilo Andrés⁷, Marriaga González Cielo Ester⁸, Jaime Eduardo Gonzalez Diaz⁹

¹⁻⁸ Escuela de Ingeniería Industrial Universidad del Sinú Cartagena

⁹ Programa Administración de Negocios Internacionales Universidad del Sinú Cartagena

Resumen. En el entorno del comercio internacional, los puertos representan conexiones vitales en la movilización de bienes, productos y servicios entre naciones, desempeñando un rol integrador en el comercio exterior, de allí que mediante una investigación tipo exploratorio surja la necesidad de comprender los factores que inciden en su competitividad. Esta investigación busca reconocer el funcionamiento del sistema portuario colombiano, considerando su eficiencia operativa, tiempos de tránsito y costos asociados. Asimismo, se analizan aspectos geopolíticos que condicionan la elección de los usuarios. Se pretende, entonces proporcionar una visión integral sobre la justificación de la ubicación de los puertos colombianos en el ranking mundial, visibilizando desafíos los que se enfrentan, sus políticas y prácticas adoptadas en pro de generar sostenibilidad en las dinámicas de resiliencia y adaptación que demanda el comercio internacional. Los resultados del estudio conducen a identificar los factores que afectan la competitividad y sostenibilidad de los puertos colombianos actualmente.

Palabras Claves: Competitividad, Objetivos de Desarrollo Sostenible, Sistema Portuario, Sostenibilidad,

1. Introducción

Los puertos, se constituyen en zonas primarias, centros de distribución y mediadores de la globalización económica. En los mismos se realizan actividades tales como: Operaciones de transbordo, aduaneras, control de carga, uso, almacenaje, cargue y descargue servicios de turismo en cruceros, servicios transitorios entre otros. Dentro de esta dinámica, se identifica que la competitividad de un puerto puede depender en gran manera del desarrollo de capacidades que a futuro se convierten en factores de éxito materializados en: Captación de clientes, concentración, manejo y distribución de mercancías, interconexión tecnológica con redes portuarias que facilitan su participación y la ampliación de su radio de influencia a nivel local, regional o global y que al resultar asistidas por conexiones marítimas, terrestres o ferroviarias en una red de transporte multimodal activa y eficiente consolidan su potencial

Asimismo, otro de los factores que inciden fundamentalmente en su grado de competitividad es su posicionamiento como unidad integradora en las cadenas globales de valor, para la generación de soluciones útiles para los actores logísticos que convergen en la comunidad portuaria. Para generar competitividad debe construirse un plan de desarrollo logístico y portuario pues es claro que, de existir falencias en la planificación, será muy difícil contar con un nodo portuario competitivo. En sincronía con lo anterior el grado de integración de la unidad portuaria y las estrategias comerciales existentes

entre los actores que conforman la denominada comunidad portuaria, determinan el movimiento óptimo y continuo del volumen de carga que se moviliza anualmente, así como la capacidad instalada para el cargue/descargue de mercancías, espacios adecuados para almacenamiento de la carga de acuerdo a su naturaleza a corto y mediano plazo, y las conexiones para el movimiento de la carga hacia y desde el puerto

El sistema portuario, dentro del comercio exterior, es un componente importante para las actividades comerciales entre economías globales; pues en el mismo se alinean las operaciones de transporte marítimo en un marco organizado y controlado que genera dinamismo económico y facilita las actividades logísticas en los procesos de exportación e importación, por lo cual la elección del puerto al momento de planear una operación de comercio exterior, resulta una decisión relevante, pues de esta dependerá la gestión óptima de factores como: Tarifas, seguridad, itinerarios de líneas marítimas que realizan actividades en dicho puerto, equipos, canales de acceso y los servicios que se ofrecen, entre otros. Es así, como la actividad portuaria a nivel internacional, es sinónimo de competitividad, reflejándose en tarifas que varían entre los mismos y que generan distintas opciones a los empresarios en un mercado que se rige por la ley de la oferta y la demanda. (Diario La República, 2010)

De igual manera, la actividad portuaria se basa en incremento de productividad, eficiencia en los eslabones de cadenas productivas en torno al ciclo producto que se refleja en su competitividad, participación, sostenimiento y expansión en los mercados globales y sostenibilidad para los stakeholders que constituyen la comunidad portuaria. Los puertos marítimos, promueven entonces, el desarrollo de las operaciones comerciales en Colombia, pues más del 90% de las exportaciones e importaciones que realiza el país se efectúan por esta vía. (Zuluaga, competitividad de los puertos en Colombia, 2013). En la actualidad este porcentaje se mantiene.

En consonancia, con lo anterior en Colombia, la Política Nacional de Productividad y Competitividad surgió, orientada al desarrollo del Plan Estratégico Exportador, en el cual el Ministerio de Comercio Exterior asumió la función de potenciar y establecer una política garante para impulsar el desarrollo exportador del país, en el cual se propiciara un espacio para cubrir la necesidad en ese entonces de aumentar y diversificar la oferta de tal manera que se trascendiera de acuerdo a los estándares logísticos y aduaneros, potenciando calidad y productividad en la producción nacional y eliminando obstáculos a la misma. (Zuluaga, competitividad de los puertos en Colombia, 2013)

Actualmente, se han inscriptos avances significativos en el sistema portuario colombiano con respecto a la incorporación de tecnología y herramientas que les permita innovar su proceso de convertirse en puertos líderes en competitividad en América Latina de primer nivel orientados a suplir las necesidades que demanda el escenario internacional. Desde esta perspectiva el puerto de Buenaventura, se ha convertido en un centro logístico y operativo para las actividades portuarias de economías y empresas extranjeras que interactúan en el mismo. De igual manera, el puerto de Cartagena, continúa presentando constantemente un avance en modernización, tecnología e infraestructura portuaria lo que le facilita el manejo de grandes volúmenes contenedores, lo cual es producto de una alta inversión que es recompensada en la proyección de su imagen en el contexto global en el cual ha sido reconocido como un portal a la vanguardia de avances tecnológicos y controles que garantizan la seguridad de los servicios y operaciones que ofrecen.

Sin embargo, es claro que el fortalecimiento de la infraestructura portuaria en el país mediada por la tecnología e innovación implica una alta capacidad de endeudamiento para los puertos que la implementan y para los usuarios de comercio exterior, puede representar si se observa de forma ligera un incremento que garantice el retorno la inversión y que termina afectando la cotización del producto frente a la competencia en el mercado global. No obstante, si esta misma situación se observa desde otra perspectiva el retorno de la inversión para el puerto se reflejará en altos estándares de productividad, conectividad, trazabilidad, transparencia, seguridad que conlleva a la satisfacción

y preferencia de sus clientes representada en utilidades, competitividad y sostenibilidad.

En esa relación, las entidades que conforman el sistema Portuario Colombiano, aúnan esfuerzos para impulsar el comercio exterior, comprendiendo la importancia de los puertos para potenciar la sostenibilidad del país.

Aunque, lo anterior implique enfrentarse a los desafíos que imponen las dinámicas de funcionamiento reflejadas en situaciones en exceso de congestión y demoras para el ingreso de los buques a los muelles, potenciadas por calado de escasa profundidad o los bloqueos aduaneros que dificultan las salidas de mercancías acorde a las exigencias de cutoff físico o documental establecidos por puertos para que estas salgan hacia su destino final, lo que termina afectando el flujo logístico del movimiento portuario y el comercio exterior colombiano.

Se adiciona, inseguridad en las carreteras nacionales, pérdidas o daños en las mercancías, incremento en tiempos de traslados de las mismas desde el interior del país a los puertos de conexión para la salida al resto del mundo por derrumbes o deterioro de la red vial que se convierten en viajes estimados hasta de diecisiete horas o más (Villamil, logística de puertos a nivel, 2020). Resulta entonces de especial interés en el marco de investigación formativa analizar y responder al interrogante ¿Cuáles son los posibles factores que pueden incidir en la competitividad y sostenibilidad de los puertos colombianos?

2. Metodología

La metodología, utilizada en esta investigación formativa de tipo exploratorio se originó a partir de la implementación de una ruta que propende por una estrategia de aprendizaje significativo en la asignatura seminario I con énfasis en logística portuaria para identificar el estatus actual de los puertos marítimos colombianos en términos de productividad, competitividad y sostenibilidad”, para lo cual se consultaron, artículos, revistas, diarios, reportes e información contemplada en sitios y portales webs, y siguiendo las fases que se describen en la ilustración 1:



Ilustración 18 Metodología

3. Resultados y discusión

En la década de los noventa, los puertos marítimos colombianos emprendieron un camino para demostrar estar a la altura de los niveles de competitividad y eficiencia que demandaban las operaciones de comercio exterior en referencia a la apertura económica. Surgiendo, entonces la necesidad crear mecanismos y herramientas que contribuyeran a optimizar estructura, infraestructura, gestión administrativa y operativa del funcionamiento del sistema portuario colombiano para responder a las exigencias de las operaciones logísticas y aduaneras que demandaba el nuevo modelo económico, es así como en materia de normatividad se crea la ley primera de 1991, vigente en la actualidad y que se constituyó en un valioso instrumento para la dinamización del comercio exterior al propiciar el camino para la modernización de los puertos marítimos colombianos en ese proceso de adaptación y que se enuncian a continuación:

Especializados: Muelles marítimos, especializados en productos de exportación tradicionales tales como: el petróleo, carbón, frutas, etc.

Privado. Muelles marítimos, operados por agentes que realizan dentro de sus instalaciones todo tipo de actividades de comercio exterior e invirtiendo en los mismos para facilitar en sus espacios la optimización de los procesos en torno a los productos de exportación que ofrecen en los mercados internacionales.

Sociedades portuarias regionales: Se consideran zonas primarias donde se efectúan principalmente operaciones de cargue y descargue de mercancías, actuando en alianzas con las entidades regulatorias del comercio exterior colombiano para facilitar el control y la transparencia de los procesos en sus recintos para todos los actores de la cadena de suministro.

Sin embargo, pese a la creación de este instrumento para facilitar el funcionamiento del sistema portuario colombiano, existen circunstancias dentro del territorio colombiano que afectan la dinámica en estos nodos logísticos y aduaneros y que se ven reflejadas en obstáculos a los que se enfrentan los exportadores al pretender posicionar sus productos a un precio de venta competitivo en el mercado global. Las causas, de la circunstancia mencionada puede tener su origen en la existencia de rutas de acceso inadecuadas, riesgos en materia de seguridad, pérdida y daño de mercancía en carretera desde el lugar de origen hasta el puerto de embarque, reprocesos y tiempos de respuesta deficiente entorno movilización de las cargas, tramites documentales y aduaneros ante las entidades de control dispendiosos en los puertos y que repercuten en la salida de mercancías a su destino justo a tiempo (Baquero, 2022.). Situación que se traslada, no solo a un flujo discontinuo de mercancías en los mercados nacionales e internacionales que repercute en el costo de venta del bien o producto a comercializar, si no que se refleja en la percepción en torno a la productividad, competitividad y reputación del puerto marítimo ante sus clientes y las líneas marítimas que lo visitan y evalúan su gestión y asimismo en su aporte para generar sostenibilidad en el país.

Resulta vital entonces, identificar qué factores influyen en la competitividad y sostenibilidad del sistema portuario colombiano, tal como se ilustra en la ilustración 2.

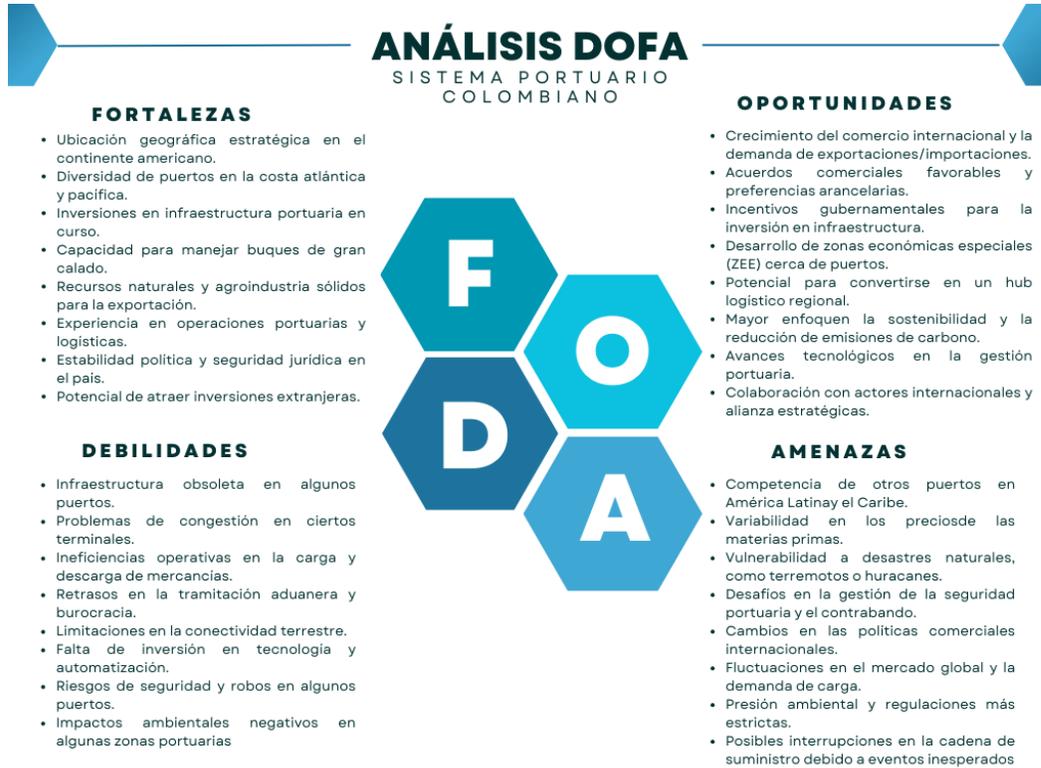


Ilustración 19 Matriz DOFA factores que influyen en la competitividad del sistema portuario colombiano

Dada la importancia del sistema portuario, su incidencia y evolución, resulta vital, realizar un análisis profundo de los factores que inciden en la competitividad de las sociedades portuarias regionales en Colombia y que trascienden en su consolidación como terminales pilares para potenciar la economía y el desarrollo económico del país, ya sea por su ubicación geoestratégica o porque se destacan por sus constantes avances en infraestructura, tecnología o servicios logísticos de calidad. Para este análisis, en este estudio se incluyen las principales sociedades portuarias regionales del país que se destacan en la actualidad:

Puerto de Barranquilla

El puerto de Barranquilla se encuentra ubicado sobre la margen occidental del río Magdalena, a 22 km de su desembocadura en el mar Caribe, posee las instalaciones portuarias más extensas del país, ocupando 200 hectáreas y cuenta con terreno disponible para seguir expandiéndose. Asimismo, recientemente, se ubicó una sociedad portuaria sobre la margen oriental del río, la cual, aunque geográficamente pertenece a la jurisdicción del Departamento de Magdalena, administrativamente hace parte de la zona portuaria de Barranquilla.

Ocupa, el cuarto lugar en relevancia en torno a volumen de volumen de carga transportada en el país, es reconocido como el puerto multipropósito más importante de la región Caribe, dado que el de Cartagena se ha especializado en el transporte de contenedores y Santa Marta en graneles secos. (Otero, 2023)

Sin embargo, presenta inconvenientes en su estructura asociados principalmente a la profundidad en

sus aguas marítimas, que impiden el ingreso a sus muelles de grandes embarcaciones. Este problema de profundidad del puerto se remonta a los años treinta, cuando este aún se localizaba en el municipio de Puerto Colombia, decidiéndose su traslado a Bocas de Ceniza con el objetivo de aumentar la profundidad del muelle., con la construcción del nuevo puerto, se visiono que a futuro no habría necesidad de realizar más inversiones ni mantenimientos, sin embargo, en 1942, debidoa la alta sedimentación del río, ocurrió la primera gran formación de la barra y su posterior deslizamiento, por lo que en 1947 se realizó el primer trabajo de dragado para aumentar el calado del puerto. En la actualidad el canal de acceso tiene la mayor parte del año un calado de 36 pies y aunque las operaciones de dragado no se requieren con tanta frecuencia como antes, el principal problema del puerto no se encuentra dentro del canal sino fuera de este.

Pues, aunque las obras de ingeniería realizadas aumentaron el caudal del río para que la corriente misma arrastre los sedimentos y evite su acumulación dentro del canal, esta obra también ha contribuido a la formación de una barra que se encuentra en el mar a la entrada del canal, dado que mientras más corriente tenga el río, más sedimentos arrastrará y arrojará al mar. (Otero, 2023), adicional, se suman las condiciones climatológicas adversas, que suelen presentarse en la temporada de huracanes en Bocas de Ceniza que cuando se juntan causan el encallamiento de algunas embarcaciones en su intento de superar la barra con la que se enfrentan al tratar de ingresar al canal, razón por la cual los pilotos prácticos de la Capitanía de Puerto adoptan distintas maniobras para el ingreso y salida de buques del canal de acceso

Si bien, no se puede desconocer que las condiciones de navegación del puerto han mejorado, el calado de 36 pies aún no es suficiente, pues pone en desventaja a Barranquilla, en términos de competitividad, frente a los puertos de Cartagena (hasta 45 pies de calado) y Santa Marta (hasta 60 pies de calado) que se reflejan en los costos de los fletes, de hecho estas mismas condiciones inciden que por restricciones de profundidad, en este puerto no se reciban buques Panamax (294,1 metros de eslora y 39,5 pies de calado), buques que representan el tamaño máximo permitido que pueden atravesar por el Canal de Panamá, y tampoco puede albergar los buques Post-Panamax (400 metros de eslora y 50 pies de calado), que son barcos que al permitirse transportar mayor cantidad de carga obtienen mayores beneficios de las economías de escala del transporte marítimo.

Lo anterior, denota que, en este puerto, frecuentemente solo se reciben buques con un calado autorizado de 30 pies, aunque en algunas ocasiones dependiendo de las condiciones de navegación del día pueden ofertar servicios a embarcaciones con un calado superior.

Asimismo, se destaca entre sus ventajas frente a los puertos de Cartagena y Santa Marta, su posibilidad de expansión a medida que crecen las necesidades de almacenamiento e incremento de operaciones portuarias, aduaneras y logísticas en la Región Caribe. Esta capacidad, se constituye en una fortaleza materializada en la construcción de un gran patio para almacenamiento de carbón en orientada a satisfacer las necesidades de las empresas exportadoras de carbón, teniendo en cuenta que el manejo de este producto exige ciertos requerimientos en términos de espacio (como que el patio donde se almacena el mineral se encuentre apartado de las demás bodegas de almacenamiento), pues la altura máxima de los arrumes de carbón es de 5 metros para evitar incendios, y se debe completar en pilas de ese tamaño la carga necesaria para llenar un buque carbonero. (Otero, 2023)

De igual forma, este puerto condiciona y facilita el transporte multimodal, al conectar a menos de una hora de distancia a las principales troncales del país que transportan la carga por vía terrestre o haciendo uso del Río Magdalena hacia el interior del país, facilitando un costo más bajo en contraste con el con el transporte por carretera. En la ilustración 3 refleja de manera específica los factores que inciden en la competitividad y sostenibilidad del puerto de Barranquilla

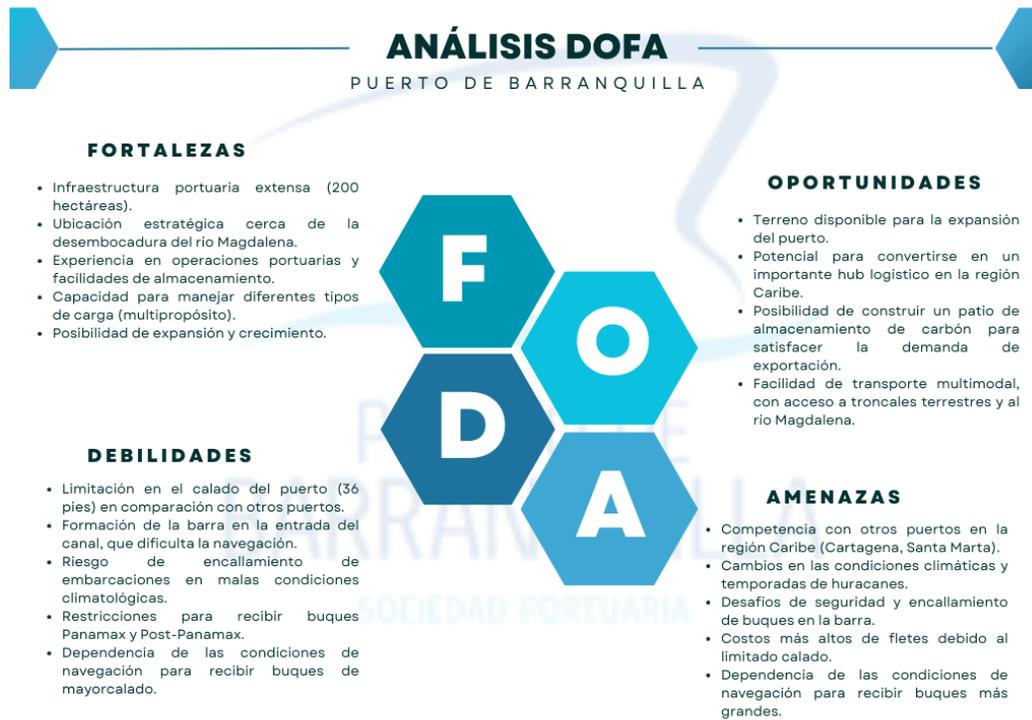


Ilustración 20 Matriz DOFA Puerto de Barranquilla

Puerto de Cartagena

Se destaca, como puerto innovador en cuanto a la identificación del uso de la tecnología y buenas prácticas en pro de la optimización de los servicios que presta para el manejo de la carga y las embarcaciones que lo visitan, consolidándose como un grupo que sostenible que cuenta con infraestructuras de terminales modernas y oferta de servicios óptimos que lo posicionan como uno de los actores más destacados dentro del ámbito portuario a nivel mundial que ingreso en el Top cinco de esta medición en el año 2023 tal como lo muestra el índice de Desempeño de los puertos de contenedores (CPPI) del Banco Mundial. En consonancia, con lo anterior y en la actualidad ocupa en el mismo Ranking el puesto número tres, ratificándose como un puerto eficiente y sostenible a nivel global.

Igualmente, el puerto ha sido designado en diez oportunidades con el galardón que ofrece Caribbean Shipping Association, entidad encargada de facilitar el desarrollo de una industria eficiente y viable del transporte marítimo del Caribe; que lo destaca terminal de contenedores líder en la innovación tecnológica que ofrece un amplio portafolio de servicios con alto valor agregado.

De igual forma, el grupo en el año 2024, obtuvo el premio “GRI infra Awards Andean 2024” por su proyecto “Port Oasis Ecopark” Pues, este funciona como un centro de conservación, investigación y rehabilitación de fauna silvestre, reforzando su compromiso con el alcance del ODS 15, al promover el cuidado y conservación de los ecosistemas terrestres, específicamente en lo que respecta a la flora y la fauna del Caribe Colombiano, que lo posiciona como un referente en la región y un ejemplo global de conservación y turismo sostenible y responsable con el medio ambiente. Por su parte la CEPAL lo reconoció como el puerto con mayor movimiento de carga en América latina y la

UNTACD, ha elevado a la condición, del puerto con mayor conectividad en la región.

Lo anterior, es sinónimo de una gestión eficiente que se refleja en la recepción de aproximadamente más de 30 líneas navieras en sus terminales de carga a las cuales ofrece conexión con más de 700 puertos en 140 países, incorporando tecnología de punta e infraestructura y procesos, lo cual lo proyecta como el puerto mejor opción para operaciones de transbordo.

Antes, de la década de los años ochenta, el puerto presentaba un esquema de funcionamiento deficiente, que dista mucho del modelo que se convirtió al adoptar el esquema de concesión portuaria, bajo el marco legislativo se remonta de la ley 1 de 1991, que le concedió el uso exclusivo los terrenos delimitados para el desarrollo de actividades portuarias; servicios para carga suelta y contenerizada desde su ubicación en la Bahía de Cartagena en el Barrio Manga y en la Zona Industrial de Mamonal. (Bolívar, 2016). Convirtiéndose, en la actualidad en un modelo portuario que ofrece servicios a la carga y a embarcaciones que visitan la ciudad.

Asimismo, su excelente, posición geográfica, favorece su condición de puerto de trasbordo (73% del total de las mercancías); grandes líneas navieras, lo eligen en primer lugar como su centro de distribución de mercancías, entre estas destaca Hamburg-Sud quien moviliza, aproximadamente el 60 % del comercio bilateral por los Estados Unidos. Se suma su adecuada infraestructura, en movilización de carga auto rodante, que lo convierte en un aliado estratégico especializado para la gestión de automovilística en el mercado nacional y regional para este tipo de carga extra dimensionada, que ingresa por CONTECAR. (Bolívar, 2016)

De igual forma, otra de las ventajas que potencia la productividad de este puerto es que en el interior de sus instalaciones converge un ecosistema de sinergia y colaboración con entidades con actores de comercio exterior y entidades de control como el ICA, DIAN, INVIMA, Antinarcóticos entre otros, facilitando simultáneamente la verificación de carga en un entorno de eficiencia y seguridad.

Sin embargo, una de los desafíos actuales que presenta este grupo portuario se materializa en su necesidad de expansión, pues los terrenos que ocupan actualmente no son suficiente para expandir sus operaciones. De la misma manera, se hace necesario seguir equipando al puerto con sistemas modernos para racionalizar los procesos documentales internos y de ensamble (Baquero, 2022). Pese, a estos desafíos, se destaca que en el mismo la productividad e innovación se incrementa continuamente, lo cual se refleja en las operaciones propias que surgen en sus recintos y que lo destacan como una plataforma logística para el comercio global que actúa con un concepto innovador de Centro de distribución Internacional (CDI), ofreciendo un portafolio de servicios exclusivo que se adapta y personaliza de acuerdo a las necesidades de sus clientes con soluciones a la medida que lo consuman como un fuerte aliado estratégico.

Su condición de CDI, también lo faculta para operar como una terminal habilitada por la Dirección de Impuestos y Aduanas nacionales (DIAN) no solo para prestar servicios logísticos y de almacenamiento de mercancías hasta por un año o más si no que al mismo tiempo permite a los clientes que ingresan mercancías sometidas a un régimen aduanero que en el mismo recinto puedan realizar diferentes procesos de conservación, acondicionamiento, empaque, clasificación entre otros.

Relacionado, con esta condición, este grupo se constituye en la principal plataforma exportadora del país, consolidándose como un nodo integrador que contribuye a facilitar el comercio exterior, dada su competitividad que incentiva y promueve el desarrollo nacional, generando miles de empleos directos que dinamizan la economía local y que lo convierten en una empresa atractiva para invertir en Latinoamérica y el Caribe; debido que cuenta con los mejores estándares de seguridad y de calidad en sus servicios portuarios., brindando un valioso aporte para que América Latina sea una región competitiva e integrada a un comercio global. En la ilustración 4 refleja de manera específica

los factores que inciden en la competitividad y sostenibilidad del Grupo Puerto de Cartagena.

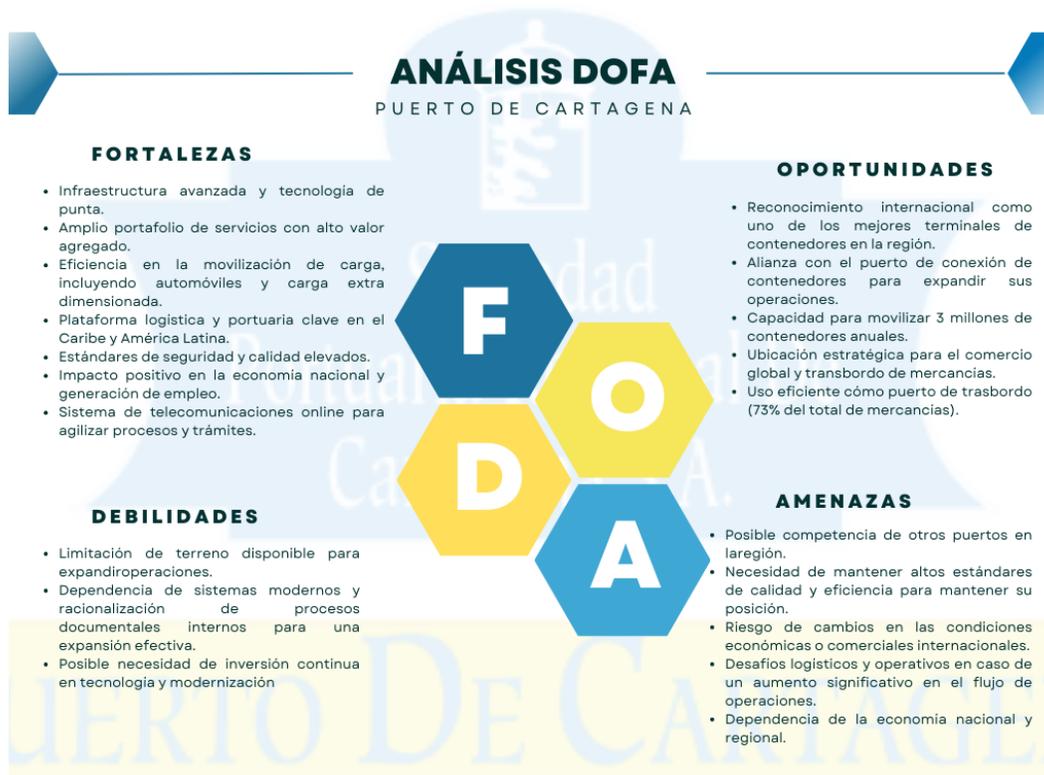


Ilustración 21 Matriz DOFA Puerto de Cartagena

Puerto de Buenaventura

Es la terminal marítima más importante del Océano Pacífico, por la que se moviliza más del 50% del comercio del país y es uno de los puertos más cercanos a la zona del lejano Oriente. Esta característica se ha convertido en un motivo para que el gobierno nacional haya asumido el compromiso de apoyar a acondicionar una infraestructura portuaria que facilite la aplicación de los nuevos tratados celebrados con los países de Asia.

Esta terminal, presta servicios logísticos con énfasis en servicios de carga a granel como sólido y líquido, resultando, este servicio atractivo, especialmente para los empresarios colombianos exportadores de café al resto del mundo.

Por otra parte, en dimensión y tamaño es el puerto más grande con del país, sin embargo, presenta problemas de operatividad asociados a su profundidad, pues el drenaje el máximo que puede alcanzar es de 13.5 metros, lo que implica que una mega nave, necesita al menos 19 metros de profundidad para poder ingresar al muelle. Sumado a lo anterior, las grandes compañías navieras exigen altos estándares de seguridad para arribar y facilitar el anclaje de sus embarcaciones en el mismo, debido a la inseguridad que se experimenta en la zona geográfica, relacionada con el conflicto armado que se produce en la región del Pacífico. (Baquero, 2022).

Posee, 14 zonas de atraques, de las cuales 12 son operados por la Sociedad de Buenaventura y 2 bajo otra concesión. Cuenta además con una línea de atraque de 1.050 m; un terminal con reach stackers con montacargas de diferentes capacidades para movimiento de contenedores con una línea de atraque de 525 m; 2 terminales multipropósito, uno con una línea de atraque de 204 m equipado con 3 grúas móviles con capacidad de mover hasta 104 toneladas, y otro multipropósito, para el manejo de graneles sólidos (carbón), graneles líquidos y carga general con una línea de atraque de 190 m. (Logimov, 2018), Su canal de acceso presenta canal una Longitud 31.5 Kilómetros equivalente a 17 millas náuticas. La profundidad es 13.5 metros con marea baja (igual cero) en la parte exterior y en la bahía interior la profundidad es de 12.5 metros en marea baja. Amplitud del canal de acceso 200 m en la parte exterior y 160 metros en la parte interior. (Logimov, 2018)

En cuanto a su ubicación geográfica, este puerto se encuentra ubicado en el departamento del Valle del Cauca, su cercanía con las principales rutas marítimas que se movilizan a nivel global en todas las direcciones, de norte a sur y de oriente a occidente, lo convierten en uno de los puertos más reconocidos del continente. (Logimov, 2018). En consonancia, con lo anterior, está posicionado en un buen nivel de competitividad que se refleja en la diversidad de productos que ofrece en su portafolio de ofertas de servicios dirigida al mercado internacional y el amplio reconocimiento en el territorio nacional como zona económica de exportación que lo consolida como el puerto más importante de la costa del Pacífico que se refleja en el movimiento de grandes volúmenes de carga y su óptima infraestructura especializada en el manejo de contenedores, granos, carga a granel y multiusos. (Logimov, 2018)

Su condición, geográfica de punto equidistante entre el norte y el sur del continente, permite que desde el mismo sea más económico llegar de un extremo u otro del mismo. De allí que transportar una unidad de carga desde la terminal de Buenaventura a Estados Unidos o a Europa cuesta entre un 40% y 13% respectivamente menos que en otro puerto del país. Asimismo, se requiere de un 50% y 25% menos de tiempo, en comparación con el puerto de Valparaíso en Chile, de igual forma si se desea movilizar un contenedor desde el puerto Santos en Brasil hacia Japón cuesta un 30% más y requiere 30% más tiempo en comparación si el mismo contenedor saliese del puerto de Buenaventura al mismo destino. Lo anterior, posibilita la conexión con cerca de 300 puertos o lugares distintos en todo el mundo, lo que les brinda una condición insuperable con respecto a los otros puertos del país, facilitando estratégicamente circuitos de tráfico internacional de carga marítima. En la ilustración 5 se especifican los factores que inciden en la competitividad y sostenibilidad del puerto de Buenaventura

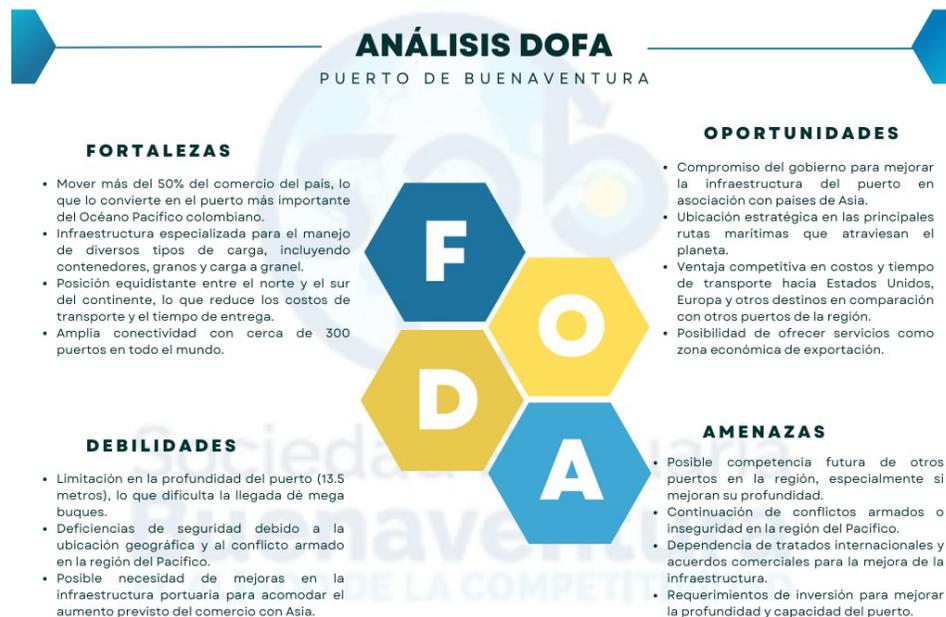


Ilustración 22 Matriz DOFA Puerto de Buenaventura

Puerto de Santa Marta

El puerto de Santa Marta se encuentra ubicado en el Mar Caribe, proyectándose como un importante puerto comercial, que se registra principalmente importaciones de granos, manejo de carga general, exportaciones de productos tales como: carbón, café empacado en bolsas, frutas, aceite de palma y combustible, posicionándose a nivel nacional como el puerto por el cual se moviliza el mayor volumen de carga en el país, facilitado por la adecuación de su moderna terminal de contenedores y su óptimo equipamiento entre los que se destacan dos grúas como Post-Panamax (STS) y Transtainers (RTG).

Considerado, de gran importancia para el país, debido a la forma estratégica como condiciona el funcionamiento del transporte multimodal, destacándose como el único puerto de la Costa Atlántica que cuenta con servicio de ferrocarril, condición que le posibilita generar operaciones de cargue y descargues directos, facilitando la manipulación de carga a granel. (Legiscomex, 2023). Asimismo, su privilegiada ubicación geográfica, lo dota de un calado natural que beneficia el arribo de buques de grandes dimensiones en sus muelles para operaciones de cargue y descargue de mercancías, sin ningún tipo de inconvenientes, pues se encuentra categorizado como el puerto más profundo de América, lo que facilita el arribo de estas embarcaciones comerciales provenientes de cualquier punto del mercado global. (Legiscomex, 2023)

Cabe anotar, que al igual que en otras sociedades portuarias que operan en el país, esta terminal presta sus servicios de forma ininterrumpida durante las 24 horas del día, durante los siete días de la semana ofreciendo servicios de almacenamiento en un entorno seguro y práctico en sus bodegas y patios, tratando de aprovechar al máximo su infraestructura y capacidad instalada, aunque actualmente opera solo con el 60% de su capacidad total en el cual su ocupación está representada

por un 90% de carga importada contenerizada. Asimismo en sus instalaciones el descargue de la carga a granel es automatizada en silos (600 - 800tm / h) para una escotilla y existe adicional la modalidad de descargue o alternativa por agarre a camiones, apoyándose para este tipo de operaciones en un operador externo que ofrece el servicio de manipulación, y empaque de productos en sacos para las operaciones que se requieren en el muelle. (logistics Glusters, 2023)

Asimismo, el puerto, enfrenta el reto de aumentar su capacidad anual para el albergue de contenedores en la terminal, apoyado en su factor diferenciador de ser el único muelle en la costa atlántica que ofrece el servicio ferroviario con posibilidad de cargue y descargue directo en muelles, lo que minimiza costos y tiempos para los usuarios de comercio exterior. Por lo anterior, pretende aprovechar esta ventaja gestionando un aval ante el gobierno nacional que permita la construcción de una variante de cargaferroviaria de 17.5 km, que facilite la conexión de esta terminal con el centro del país. (logistics Glusters, 2023).

En consonancia, con lo anterior el terminal marítimo proyecta su expansión, a través de la ampliación del patio de contenedores y la construcción de un nuevo muelle de aguas profundas, se espera que este plan contribuya al aumento del movimiento de carga, acompañado de obras civiles y tecnológicas orientadas a modificar la entrada del puerto, ampliar los canales de acceso a la terminal portuaria, incorporando para ello básculas de entrada y salida, pretendiendo facilitar un acceso directo, ágil y seguro de los vehículos a cada una de las operaciones que se ejecutan dentro de este recinto.

Frente a este reto el puerto ha gestionado un proyecto para la construcción de un puerto multimodal en el río Magdalena, mediante una alianza creada por la SPSM y la compañía Operador Logístico (OPL, que se encarga de prestar servicios de logística, operación portuaria y almacenamiento de carga a los clientes), con el propósito de transportar la carga de exportación entre el interior del país y el puerto de Santa Marta, así como de recibir mercancías importadas con destino a las demás ciudades de Colombia. (Legiscomex, 2023)

Adicional, al reto anterior, esta terminal debe trabajar en contraste con su competencia portuaria en gestionar la optimización de los tiempos de respuesta en los servicios a la carga contenerizada, pues la preferencia de atención a atraque de cruceros y a la exportación de productos perecederos, en algunos casos suele causar retrasos en las operaciones que demanda la carga de importación contenerizada. En la ilustración 6 se presentan los desafíos y oportunidades de esta terminal portuaria.

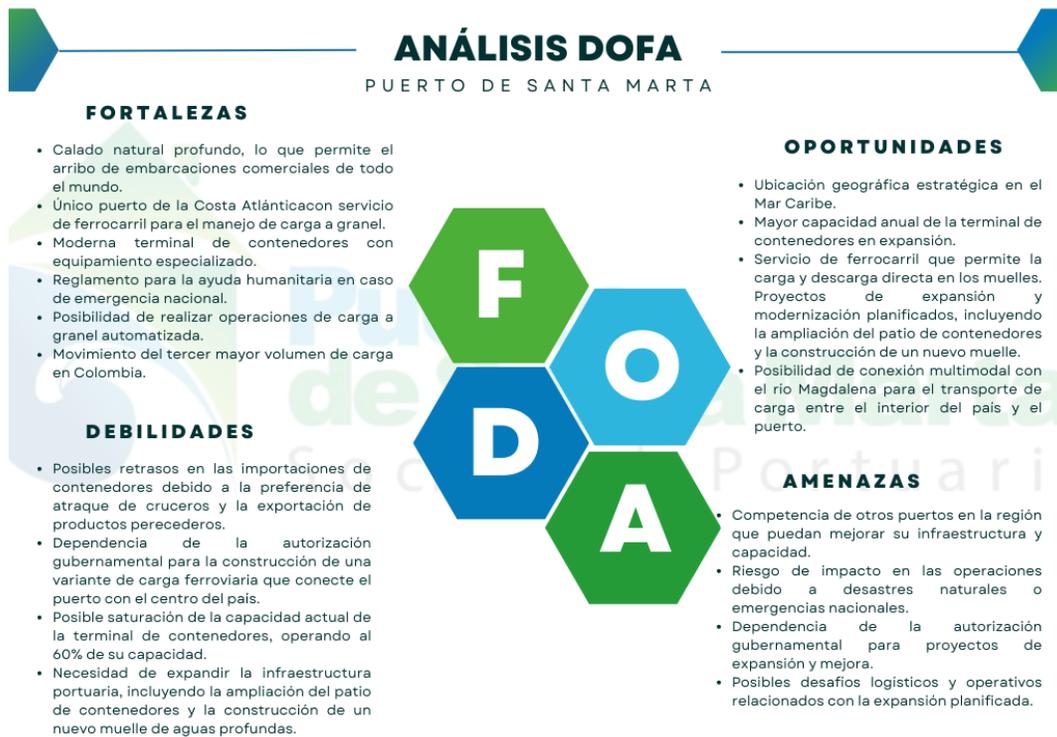


Ilustración 23 Matriz DOFA Puerto de Santa Marta

Puertos marítimos colombianos: Indicador competitividad en el ranking global

La logística, es esencial en el funcionamiento óptimo de las cadenas de suministros, en el contexto global, por ello resulta clave medir el desempeño y el nivel de competitividad de los países frente a esta gestión, de tal manera que los actores que convergen dentro del comercio internacional puedan obtener una perspectiva transparente y real de las condiciones ofertadas por un país para el comercio global. Por lo cual, los rankings de logística surgen para evaluar los factores que determinan la competitividad de los puertos, considerando aspectos tales como: Eficiencia en la gestión de carga y descarga, infraestructura, conectividad terrestre y marítima, condiciones de seguridad, entre otros.

Es necesario, entonces realizar un análisis sobre el nivel de ubicación en logística de los puertos colombianos dentro de este tipo de rankings. En primera instancia, se observa que el país parece presentar rezagos en la eficiencia de la operación aduanera que afectan la gestión de los usuarios de comercio exterior e incidiendo en incremento de tiempos y sobrecostos que finalmente se extienden a las operaciones logísticas contenidas dentro de la cadena de suministro. Acentuándose, esta situación en la última década, es así como en el ranking del informe del Índice de Desempeño Logístico (LPI), publicado por el Banco Mundial en el año 2023, el país perdió ocho lugares en el ranking, ubicándose en el puesto 66 entre 139 naciones participantes con respecto al puesto 58 que ocupó en el año 2018. El diagnóstico que arroja el ranking, ofrece un panorama revelador pues presenta resultados negativos en cuatro de seis componentes del ranking LPI. En envíos internacionales, existe una variación de (-11) puestos, en el componente de aduanas (-9), seguimiento y localización (-9) y competencia logística y calidad (-1). No obstante, a lo anterior, se destaca que Infraestructura y puntualidad resultaron como los dos componentes que arrojaron resultados

positivos al ascender en ranking los puestos 14 y 16 puestos, respectivamente.

No obstante, a lo anterior, si se analizan los resultados del informe (LPI) 2014, frente a los resultados obtenidos del año 2023, se evidencia un nivel de crecimiento, identificando una notable mejoría en varios componentes, tales como: crecimiento de 2.44 a 2.9 en infraestructura, envíos internacionales (de 2.72 a 3.0), competencia y calidad logística (de 2.64 a 3.1) y seguimiento y localización (de 2.55 a 3.1). en torno a este análisis, el presidente de la Asociación Nacional de Exportadores (Analdex), señaló que el sector aduanero debe orientarse a tomar medidas para mejorar los niveles de competitividad e invita al aprovechamiento del potencial ofrecido por los puertos colombianos que resulta atractivo a nivel global, tal como se lo ratifica la ubicación del puerto de Cartagena entre los diez más importantes de la región y su ubicación en el top 3 del ranking global. Sin embargo, se hace necesario, brindar celeridad a los procesos aduaneros al implementar avances tecnológicos, digitalización e implementación de tecnologías disruptivas como el blockchain. Convirtiéndose en una ventaja comparativa que fortalecería al país en el derrotero para incrementar su nivel de competitividad frente a otros países de la región” tal como lo indica Díaz Molina. (Escobar, 2023). En la ilustración 7 se presentan la evolución del LPI, por componente para Colombia desde el año 2014 al 2023.

Evolución del LPI para Colombia desde 2014 por componente						
Componente	2014	2016	2018	2023	Cambio 23/18	
Ranking	LPI General	97	94	58	66	▼ -8
	Aduanas	79	129	75	84	▼ -9
	Infraestructura	98	95	73	59	▲ 14
	Envíos internacionales	95	103	46	57	▼ -11
	Competencia logística	91	81	56	57	▼ -1
	Seguimiento y localización	108	96	53	62	▼ -9
	Puntualidad	111	78	81	65	▲ 16
Puntuación	LPI General	2,64	2,61	2,94	2,9	▼ -0,04
	Aduanas	2,59	2,21	2,61	2,21	▼ -0,4
	Infraestructura	2,44	2,43	2,67	2,9	▲ 0,23
	Envíos internacionales	2,72	2,55	3,19	3,0	▼ -0,19
	Competencia logística	2,64	2,67	2,87	3,1	▲ 0,23
	Seguimiento y localización	2,55	2,55	3,08	3,1	▲ 0,02
	Puntualidad	2,87	3,23	3,17	3,2	▲ 0,03

Fuente: Analdex con datos del Banco Mundial, 2023

Nota: Para los reportes de 2014, 2016 y 2018 el ranking se debe comparar frente a 160 países. En el de 2023 son 139 países los que agruparon el LPI.

Ilustración 24 Evolución del LPI para Colombia 2014-2023

En concordancia, con estos resultados y evaluando los resultados críticos del sector aduanero, la dirección de impuestos y aduanas nacionales (DIAN), en la actualidad, se encuentra implementado acciones para acondicionar su modernización, expedición de normas que permitan facilitar los trámites y operaciones para los usuarios de comercio exterior de tal manera que estos puedan responder ágilmente a los desafíos globales, tal como se propone en el decreto 0659 del 22 de mayo del 2024, cuyo objetivo principal es reducir los tiempos y costos logísticos en el desaduanamiento de mercancías. Asimismo, pretende fortalecer medidas para minimizar el contrabando y mejorar el control fronterizo incluyendo entonces estrategias tales como: Armonización con las normas internacionales, fortalecimiento del sistema de gestión de riesgos, optimización de condiciones logística y de dinamización del comercio exterior

Aunque, no se puede desconocer que la expedición de este tipo de normas, denota un gran esfuerzo en la ruta que conduce al fortalecimiento del comercio exterior colombiano, más allá del marco legal urge la generación de soluciones inmediatas para hacer frente a desafíos como cualificación de talento humano en tecnologías disruptivas y bilingüismo, optimización de infraestructura (inversión en la red vial, adopción de tecnología en procesos internos de la cadena de suministro, conexión ágil de pymes del sector rural con las redes portuarias), minimización de costos operacionales, diseño de una red multimodal, creación de planes estratégicos organizacionales resilientes, adopción de prácticas sostenibles, articulación entre el sector público y privado en un ambiente de colaboración mutua de tal manera que se propicie un contexto de adaptación constante al cambio que adecue condiciones óptimas para los usuarios que interactúan en el ecosistema del comercio exterior para que puedan prosperar en un ambiente creativo que conduzca al desarrollo de nuevas ideas, creación de soluciones innovadoras que garanticen su crecimiento e incursión con éxito al mercado global y generación de sostenibilidad.

En la consecución, de esta ruta, los puertos colombianos que han sido analizados en este estudio, han demostrado su compromiso en asumir el rol de plataformas logísticas integradoras a nivel global, tal como se destaca en la última actualización año 2024 para reflejar el índice de desempeño elaborada por el BM y el S&P Global Market Intelligence, en la cual dos puertos colombianos registran en el top 50 del ranking, ubicándose así: Grupo puerto de Cartagena, en el tercer lugar y el puerto de Buenaventura el puesto 44, respectivamente (ver ilustración 8)

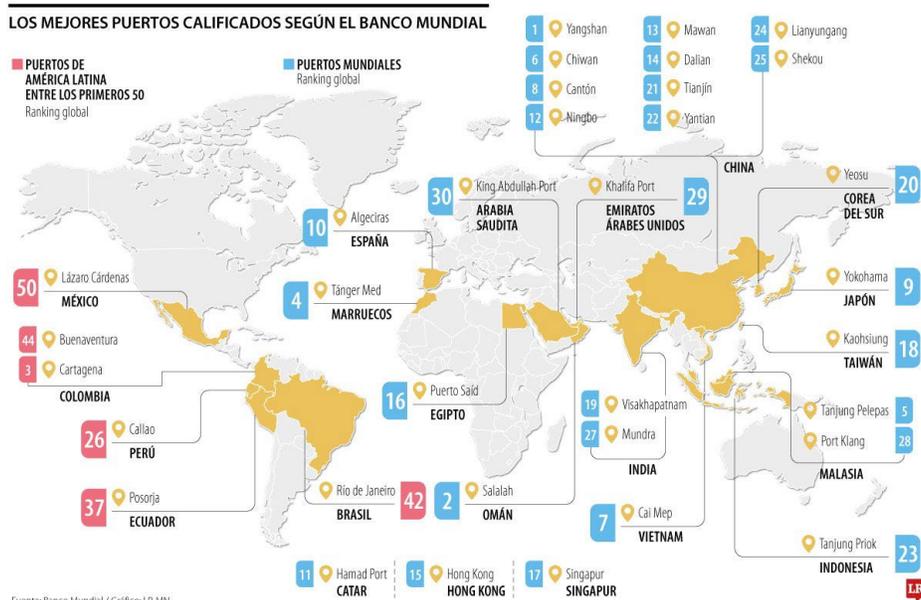


Ilustración 25 Principales puertos calificados ranking Banco Mundial

Fuente Diario la república, tomada fuente directa BM.

La categorización del grupo Puerto de Cartagena, refleja una apuesta y el compromiso de la entidad en su constante búsqueda en inversión en tecnología, infraestructura, conectividad, cualificación de equipos que permeen el alcance de este nivel, aunando esfuerzos traducidos en eficiencia y calidad para todos los usuarios, lo que la potencia como una organización que tipifica el concepto de sostenibilidad en un caso de éxito global. Asimismo, la Sociedad Portuaria regional de Buenaventura sigue aprovechando la oportunidad estratégica que le brinda contar con un canal de acceso cuya longitud es de 31,5 (km), amplitud de 200(mts) en la parte exterior, 160 (mts) en la parte interior,

profundidad de 9,1(mts) con marea baja en la parte exterior y de(12,5mts) en su bahía interior, condición que ha facilitado que se destaque como un nodo clave para atender a más del 40% del comercio exterior que se moviliza en esta ruta. (Diario la republica 2024). Es vital entonces, en la ruta de fortalecer la competitividad para todos los puertos Colombianos, comprender que no basta solo la ubicación de un puerto entre los primeros puestos del ranking mundial su posición geográfica o los factores enunciados aquí en este estudio, pues tal como concluyo (Jiménez, et 2019), un puerto es mejor en la medida que satisface las características de oportunidad y conformidad para satisfacer las expectativas de los usuarios, lo cual está relacionado con el nivel de infraestructura y gestión de plataforma TIC y regulación de la actividad lo que genera un conjunto de variables que determinan la eficiencia y la calidad de los servicios,

Iniciativas y prácticas de los puertos colombianos para la sostenibilidad ambiental

Bajo el marco de la agenda 2030, existen preocupaciones en las cadenas de suministros globales, en torno a generar acciones que contribuyan al alcance de los objetivos de desarrollo sostenible. Los puertos como nodo conector entre un país con el resto del mundo dentro del comercio internacional, generan utilidades, puestos de trabajo y competitividad logística, lo cual se puede relacionar simultáneamente con un aporte la dinamización de la economía en la región en la cual operan, pese a esta identificación resultaría vago y sumamente peligroso excluir la responsabilidad social de los mismos en el alcance de los ODS. De allí que deba existir un compromiso genuino de participar activamente con programas de alto impacto en todas las aristas que componen la sostenibilidad, resultando relevante la reivindicación ambiental, debido a que el recalado de buques en sus terminales son una fuente potencial de emisiones nocivas y por ende de contaminación ambiental. (Moyano, Á. P., & JUAN, D. (2021).

Por lo anterior, la responsabilidad social de los puertos a nivel global debe conducirlos a trabajar continuamente por convertirse en Green Ports(puertos verdes), de tal manera que su visión organizacional se enfoque en crear un ecosistema mediado por el alcance de los ODS, que se evidencie en prácticas de gestión sostenible que accionen en pro de conservar y proteger el medio ambiente, es por eso que la CIP, diseño, la “Guía para la certificación Ambiental y para la Elaboración de Reportes de Sostenibilidad para los Puertos de América latina”, la cual se constituye en una herramienta valiosa de consulta e información para establecer planes de acción y compromisos de mejora continua a disposición de los puertos y terminales de la región.

Asimismo, La agenda 2030, ha contribuido, notablemente, a que los puertos reconozcan su responsabilidad y ejecuten planes efectivos que conlleve a minimizar su impacto ambiental y a crear un entorno propicio en sus campos de influencia para generar sostenibilidad, es así como (Hinojoza, et 2023) refleja que entre las tendencias relevantes en el sector en la actualidad registra puertos inteligentes “Smart Port” y Green Ports, lo cual denota que existe una revolución en el sector en pro de actuar responsablemente ante el daño ambiental.

Bajo esta perspectiva, Los puertos, colombianos se han unido a iniciativas y acciones que propenden por el cuidado del medio ambiente y el bienestar social, de tal manera que les facilite reconocimiento en el contexto global, A continuación, se describen, acciones realizadas en torno a esta gestión por los puertos objeto de análisis en este estudio.

Puerto de Santa Marta: En esta terminal se han implementado diversas medidas y políticas para minimizar su impacto en el medio ambiente y contribuir a la sostenibilidad del planeta. Estas iniciativas se enmarcan Dentro del sistema de Gestión ambiental, energético y estrategias de Responsabilidad Social que persiguen promover el desarrollo sostenible y el bienestar de las comunidades locales, como se muestran en la ilustración 9.

 <p>AIRE</p> <ul style="list-style-type: none">• Humectación de patios de almacenamiento.• Sistema de cargue directo a buques.• Monitoreo de calidad del aire, niveles de ruido y emisión de gases.• Descargue, almacenamiento y transporte de graneles con equipos completamente confinados.	 <p>AGUA MARINA</p> <ul style="list-style-type: none">• Instalación de superficies de retención entre el buque y la línea de muelle durante descargue de graneles.• Instalación de barreras de contención marina durante cargue y descargue de graneles líquidos.• Inspección de equipos previo a operaciones de trasiego, cargue y descargue de graneles líquidos y sustancias peligrosas.• Monitoreo de la calidad del agua marina.	 <p>AGUA CONTINENTAL</p> <ul style="list-style-type: none">• Reutilización de aguas residuales y de escorrentía.• Regeneración de energía en grúas pórtico.• Seguimiento y optimización de consumos, a través de sistemas de automatización.• Monitoreo de aguas residuales y agua potable.
--	--	---

Ilustración 26 Medidas de gestión ambiental en el Puerto de Santa Marta

Fuente. Página Web Sociedad Portuaria Regional de Santamarta

Asimismo, se han tomado acciones con respecto al manejo de agua continental, fauna y flora marina terrestre y el componente perceptual tal como se detalla en la ilustración 10:

 <p>AGUA CONTINENTAL</p> <ul style="list-style-type: none">• Reutilización de aguas residuales y de escorrentía.• Regeneración de energía en grúas pórtico.• Seguimiento y optimización de consumos, a través de sistemas de automatización.• Monitoreo de aguas residuales y agua potable.	 <p>SUELO</p> <ul style="list-style-type: none">• Manejo integral de residuos sólidos.• Sostenimiento de suelo natural expuesto.• Limpieza de zonas operativas durante y después de cada operación portuaria.	 <p>FAUNA Y FLORA MARINA TERRESTRE</p> <ul style="list-style-type: none">• Seguimiento a la abundancia y diversidad de las especies marinas.• Capacitación en temas de sostenibilidad ambiental a los pescadores.• Establecimiento de zonas de conservación.• Planes de reforestación y sostenimiento de la cobertura vegetal.• Monitoreo de sedimentos marinos y bentos.• Monitoreo de fauna y flora terrestre.	 <p>COMPONENTE PERCEPTUAL</p> <ul style="list-style-type: none">• Señalización horizontal y vertical.• Señalización y orden y aseo en los frentes de obra.• Mantenimiento de jardines y de la infraestructura portuaria.
--	---	---	--

Ilustración 27 Manejo del agua, fauna y flora del Puerto de Santa Marta

Fuente. Página Web Sociedad Portuaria Regional de Santamarta

Puerto de Cartagena: Desde su perspectiva organizacional comprende la sostenibilidad como un valor corporativo armonizador de los propósitos de la entidad con los compromisos ambientales y sociales a que convergen de manera sincrónica con crecimiento económico, la preservación de los recursos naturales y lageneración de mejores condiciones de vida de la comunidad.

Continuamente, la organización alinea sus acciones con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para contribuir a su cumplimiento, concentrando y priorizando sus esfuerzos en aspectos como la educación, el cambio climático, la transformación energética, la protección de ecosistemas marinos y terrestres y el impulso de comunidades sostenibles.

Según, lo demuestra el informe de sostenibilidad publicado por grupo puerto de Cartagena 2023, se evidencia que dentro de este marco logra tributar al alcance de los 17 ODS aproximadamente 100 metas de las 169 acordadas dentro del pacto global y que demuestra el compromiso de este con la agenda 2030. El Banco Mundial y Standart & Poor's , reconoció al grupo como líder en eficiencia portuaria destacando su inversión permanente en infraestructuras sostenibles, al ubicarlo en el año 2024, en el tercer lugar dentro de los puertos a nivel global y primero en el continente americano, este es el resultado del trabajo mancomunado de colaboradores, comunidades, locales y la institucionalidad que se convierte en un modelo digno de ser replicado a nivel global.

En consonancia con lo anterior, el puerto ha implementado acciones de mitigación relacionadas con la implementación de energías limpias, electrificación de grúas, transporte interno con vehículos eléctricos, acciones de adaptación asociadas a la elevación de muelles frente a los impactos del cambio climático o la adopción de tecnologías innovadoras que han contribuido a incrementar su competitividad. Asimismo, ha realizado alianzas con entidades institucionales en pro de promover la preservación de los ecosistemas marinos y terrestres que lo rodean, su participación conjunta con el gobierno nacional en la ampliación del canal de acceso a la bahía de Cartagena, en el cual demostró respeto por la conservación del ecosistema social, cultural y ambiental le ha merecido el premio Nacional Ambiental German Ignacio Gómez

Lo anterior, se resume en la esencia de las estrategias de Sostenibilidad del Grupo puerto de Cartagena que se enuncian a continuación:



Ilustración 28 Estrategias de sostenibilidad puerto de Cartagena

Asimismo, entorno al medio ambiente, han impulsado un proceso de transición energética, algunas de las iniciativas desarrolladas se pueden observar en la ilustración 12.

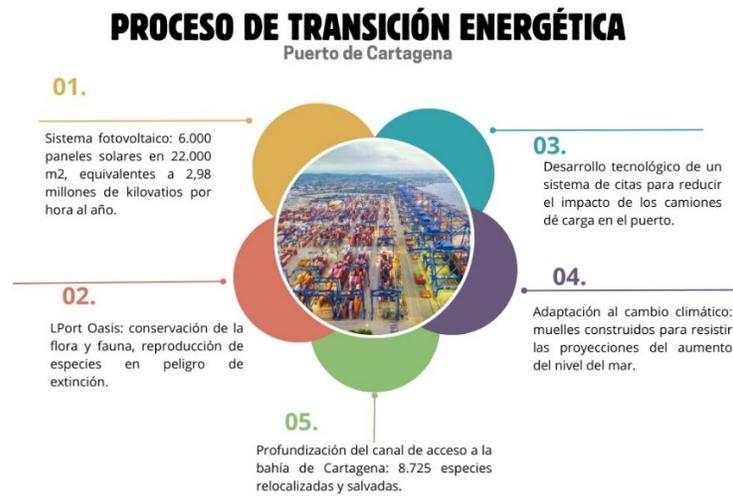


Ilustración 12 Iniciativas del proceso de transición energética grupo puerto de Cartagena

En cuanto al alcance de los ODS, el puerto ha priorizado los que se presentan en la ilustración 13



Ilustración 13 Aportes del grupo Puerto de Cartagena entorno a los ODS

Estas estrategias implementadas, contribuyen significativamente a la dinamización de la economía de la ciudad y en el fortalecimiento de su rol integrador y conector de alto nivel en el entorno del comercio internacional. De igual forma, contribuye a promover a la ciudad como destino clave para el arribo de grandes cruceros que albergan miles de turistas que eligen vivir experiencias de tipo histórico y cultural en la ciudad de Cartagena.

Asimismo, en sus instalaciones realiza acciones que se orientan a fomentar el crecimiento personal y profesional de sus colaboradores diseñando para ellos un entorno laboral mediado por la seguridad y transparencia que se traduce en bienestar y equilibrio, identificándose bajo la premisa de puerto feliz promoviendo la equidad, igualdad e inclusión y oportunidades en su zona de influencia, incursionando

con programas entre los que se destacan Juventud Líder en el cual los jóvenes reciben acompañamiento integral y oportunidades para desarrollar y potenciar habilidades y competencias artísticas, deportivas, digitales, emprendimiento entre otras. Por su parte con el programa ecoguardianes, el puerto ha logrado impactar a más de 8300 niños y niñas incentivando educación y conciencia ambiental apostando entonces a la transformación social para más de ciento diez mil personas en la ciudad reflejada en un aporte constructivo respecto a educación, deporte, bienestar, arte, cultura, protección ambiental contribuyendo con sus acciones a propiciar desarrollo sostenible con responsabilidad social durante estos últimos 30 años en Cartagena.

Puerto de Barranquilla: Este puerto declara dentro de su política de sostenibilidad, el fin de proteger y conservar el medio ambiente, lo que está plenamente identificado y estructurado en su plan de manejo ambiental el cual se orienta en las siguientes acciones.:

Programa de seguimiento y evaluación de los recursos naturales

El puerto posee, una estación meteorológica aprobada para el IDEAM, que permite identificar y reportar diferentes parámetros como: brillo solar, nubosidad, velocidad del viento, temperatura, lluvia, entre otros. Lo cual permite el análisis de la calidad del aire y agua, tanto en el momento de captación como en el vertimiento, el monitoreo del comportamiento del agua del Río Magdalena, aguas arriba y aguas abajo, demostrando técnicamente que su actividad portuaria no un impacto negativo a este recurso. Asimismo, se aplica un monitoreo constante en los niveles de ruido y ruido ambiental según la legislación ambiental vigente.

Programa de manejo de la calidad del aire:

La implementación de este programa permite evaluar de manera continua la calidad del aire y verificar que no se sobrepasen los límites autorizados, lo cual se materializa con el cumplimiento de las siguientes acciones que se pueden observar en la ilustración 14



Ilustración 14 Programa de manejo de la calidad del aire Puerto de Barranquilla

Programa de Manejo de la Calidad del Agua y tratamiento de residuos sólidos

De igual forma, este puerto cuenta con permiso para los vertimientos líquidos y sólidos vertidos producto de las actividades que se desarrollan en sus instalaciones, otorgado por la Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA), y en su búsqueda permanente de lograr un manejo responsable de este recurso se orienta a las siguientes acciones que se registran en la ilustración 15



Ilustración 15 Programa de manejo de la calidad del agua y tratamiento de residuos sólidos Puerto de Barranquilla

Las ilustraciones anteriores, denotan de forma resumida la acciones que ha implementado este puerto en pro de su estrategia de generación de sostenibilidad ambiental.

Puerto de Buenaventura: Este recinto portuario, se orienta en una política de medioambiente, enmarcada en el cumplimiento de la normatividad marítima internacional (Marpol 73/78, IMDG), en relación con hidrocarburos, segregación y control de mercancías peligrosas y desechos sólidos con el fin de garantizar a las generaciones presentes y futuras la preservación, protección y conservación de los recursos del ecosistema, de tal forma que se logre un equilibrio entre el desarrollo, productividad y el ambiente y que se relacione con el bienestar integral del trabajador.

De acuerdo con lo anterior, ha establecido procedimientos en torno a la gestión de residuos en general: Peligrosos, Comunes, Especiales: escombros, chatarra, etc., que llevan al desarrollo de las acciones que se muestran en la ilustración 16.



Ilustración 16 Estrategias de gestión de residuos puerto de Buenaventura

En síntesis, en materia de sostenibilidad el sistema portuario colombiano, presenta fortalezas competitivas considerables, en torno a la ruta que los catapulte y mantenga en los primeros lugares del ranking global y que se evidencie en sus acciones de generación de sostenibilidad. Sin embargo, se hace necesario, diseñar estrategias que, en su plan de acción, permita enfrentar desafíos que suponen especialmente condiciones de profundidad, expansión, conectividad, incremento de tarifas y diseño de redes intermodal, exceso de control y falencias en trámites aduaneros por lo resulta de interés prioritario, continuar realizando inversiones en infraestructura, modernización y gestión de riesgos. Además, es esencial que el gobierno y las autoridades portuarias continúen trabajando en proyectos de mejora y en la promoción de alianzas internacionales para aprovechar al máximo la ubicación estratégica de los puertos colombianos y los oriente a seguir fortaleciendo sus niveles de competitividad y sostenibilidad.

4. Conclusiones

El sistema portuario en el comercio exterior es un componente vital para las actividades comerciales entre economías; este permite que las operaciones de transporte marítimo tengan un curso organizado y controlado. Los puertos, generan dinamismo económico, en la medida que facilitan las actividades logísticas de las exportaciones e importaciones. La escogencia de un puerto por parte de un usuario de comercio exterior, al realizar una exportación o importación, depende en gran parte de varios factores como: tarifas, seguridad, líneas marítimas que realizan actividades en dicho puerto, equipos, canales de acceso, conectividad y servicios que se ofrecen, entre otros. Factores, que se debe trabajar mancomunadamente fortalecer entre todos los grupos de interés que convergen en una comunidad portuaria, pues esta actividad internacionalmente, debe ser altamente competitiva, reflejándose en la efectividad de sus operaciones, tarifas justas y un portafolio de diversas ofertas generen distintas opciones a los empresarios.

El análisis, arroja que aunque el sistema portuario en Colombiano, en los últimos años presenta avances en la incorporación de herramientas tecnológicas, fortalecimiento de infraestructura, dotación de equipos, talento humano de alto nivel, alianzas estratégicas e incorporación de prácticas y acciones mediadas por la innovación para potenciar su competitividad a nivel global, que se demuestra en la ubicación de los puertos de Cartagena y Buenaventura en el ranking global. Sin embargo, también evidencia, que este avance también se encuentra representado en endeudamiento para inversión en infraestructura y tecnología por parte de estas terminales portuarias que finalmente se traslada al incremento de tarifas para los usuarios en torno a la optimización de servicios que en algunos casos afectan el precio de venta de los productos de exportación en los mercados globales. Asimismo, es urgente abordar los desafíos en trámites aduaneros a los que se enfrentan los usuarios de comercio exterior en cada uno de los puertos analizados y potenciar un ecosistema moderno y articulado entre los actores de comercio internacional que convergen en estos puertos que les permita aprovechar oportunidades en pro de generar sostenibilidad.

Lo anterior, requerirá de una colaboración efectiva entre el gobierno, las autoridades portuarias y los actores privados, así como una inversión continua en infraestructura y modernización, la mejora de la seguridad y la gestión eficiente de los riesgos.

El modelo actual del Grupo puerto de Cartagena, al igual que los avances del puerto de Buenaventura, representan el derrotero a seguir para que en esa misma sincronía todos los puertos colombianos puedan destacarse de manera significativa en el ranking global. La competitividad del sistema portuario colombiano resulta esencial para el desarrollo económico del país, el comercio internacional y la generación de sostenibilidad.

5. Agradecimientos

Expresamos nuestro agradecimiento al grupo de investigación Deartica de la Facultad de Ingeniería por su apoyo en el desarrollo de esta investigación

6. Referencias

- Baquero, G. (2022, 11 de octubre). *Logística de puertos a nivel mundial*. <https://alejandria.poligran.edu.co/bitstream/handle/10823/6801/8%20LOG%c3%8dSTICA%20DE%20PUERTOS%20A%20NIVEL%20MUNDIAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bolívar, J. P. (2016). *Ventajas estratégicas del puerto de Cartagena como centro de distribución frente a la ampliación del Canal de Panamá*. <http://polux.unipiloto.edu.co:8080/00003752.pdf>
- Diario La República. (2010, 6 de abril). *Sistema portuario colombiano*. <https://www.icesi.edu.co/blogs/icecomex/2010/04/06/sistema-portuario-colombiano/>
- Grupo Empresarial Puerto de Barranquilla. (2021). *Plan de manejo ambiental*. <https://www.puertodebarranquilla.com/wp-content/uploads/2021/03/Cartilla-plan-de-manejo-ambiental-1.pdf>
- Grupo Puerto de Cartagena. (2023). *Un puerto sostenible, informe de objetivos de desarrollo sostenible*. Sociedad Portuaria Regional de Buenaventura S.A. <https://www.sprbun.com>

- Hinojoza-Montañez, S., Santamaria-Ruiz, M., & Troncoso-Palacio, A. (2023). El desarrollo sostenible en el entorno marítimo y portuario: Una mirada desde principios del siglo XXI. *Boletín de Innovación, Logística y Operaciones*, 5(2), 10–30.
<https://doi.org/10.17981/bilo.5.2.2023.02>
- Puerto de Cartagena. (s.f.). *Gestión ambiental*.
<https://www.puertocartagena.com/es/inicio/responsabilidad-social-empresarial/gestion-ambiental>
- Jiménez, L. F. V., Fillol, A. G., & Feliu, V. M. R. (2019). Una propuesta metodológica para la gestión integral de los puertos marítimos. *Criterio Libre*, 17(30), 257-277.
- Ladino, N. F. (2020). *Análisis de la competitividad portuaria de Buenaventura: Un enfoque desde la teoría de Porter y la dinámica de sistemas*.
<https://alejandria.poligran.edu.co/bitstream/handle/10823/2960/M%20-Henao.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Una%20manera%20de%20medir%20esas,hacia%20y%20desde%20el%20puerto.>
- Legiscomex. (2023). *El puerto de Santa Marta*.
<https://www.legiscomex.com/documentos/santamarta-terminal-maritimo-importante-colombia-actualización>
- Logimov. (2018, 2 de agosto). *Puerto marítimo de Buenaventura de gran importancia para el país*.
<https://www.logimov.com/blog/nwarticle/15/1/puerto-maritimo-buenaventura-gran-importancia-para-el-pais>
- Logistics Glusters. (2023). *Puerto de Santa Marta*. <https://dlca.logcluster.org/es/214-colombia-puerto-de-santa-maria#id-2.1.4ColombiaPuertodeSantaMaria>
- Luca, D. D. (s.f.). *Competitividad portuaria*. <https://www.linkedin.com/pulse/competitividad-portuaria-una-definici%C3%B3n-compleja-daniella-de-luca/?originalSubdomain=es>
- Moyano, Á. P., & Juan, D. (2021). Los puertos inteligentes: Elementos para un desarrollo sostenible. En *Luces en el camino: Filosofía y ciencias sociales en tiempos de desconcierto* (pp. 2230-2248). Dykinson.
- Otero, A. (2023, 1 de octubre). *El puerto de Barranquilla*.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2011-21062012000200005
- Universidad ICESI. (s.f.). *Sistema portuario colombiano*.
<https://www.icesi.edu.co/blogs/icecomex/2010/04/06/sistema-portuario-colombiano/>
- Villamil, G. A. (2020). *Logística de puertos a nivel*.
<https://alejandria.poligran.edu.co/bitstream/handle/10823/6801/8%20LOG%20C3%8DSTICA%20DE%20PUERTOS%20A%20NIVEL%20MUNDIAL.pdf>

Villamil, G. A. (s.f.). *Logística de puertos a nivel mundial*.

[https://alejandria.poligran.edu.co/bitstream/handle/10823/6801/8%20LOG%
c3%8dSTICA%20DE%20PUERTOS%20A%20NIVEL%20MUNDIAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://alejandria.poligran.edu.co/bitstream/handle/10823/6801/8%20LOG%c3%8dSTICA%20DE%20PUERTOS%20A%20NIVEL%20MUNDIAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Zuluaga, M. S. (2013). *Competitividad de los puertos en Colombia*.

<https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0064479.pdf>

Zuluaga, M. S. (s.f.). *Competitividad de los puertos en Colombia*.

<https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0064479.pdf>

CONCLUSIONES

El éxito de los procesos de investigación formativa en la Facultad de Ciencias Exactas e Ingeniería de la Universidad del Sinú, Seccional Cartagena, radica en la estrategia metodológica y didáctica para abordar las necesidades del mundo real como lo es el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y a la relación colaborativa entre los docentes y estudiantes de las diversas áreas que conforman la facultad.

Este esfuerzo conjunto, se ve fortalecido por el apoyo decidido y la colaboración de otros programas como por ejemplo la participación de la Escuela de Nutrición quien expuso su problemática sobre la necesidad de consolidar bases de datos de alimentos para generar planes nutricionales para población con alto índice de vulnerabilidad, el Laboratorio de Bromatología adscrito a la misma escuela y el Laboratorio de Calidad de Agua quien pertenece a la escuela de Biología Mariana quienes tienen la necesidad de automatizar sus procesos para hacerle frente a la habilitación y acreditación para prestar servicios de calidad. Asimismo, la Escuela de Medicina y su área de salud preventiva, quienes adoptan un enfoque innovador al integrar historias literarias en el aprendizaje de salud pública, las cuales son evaluadas mediante un software construido con metodologías ágiles para la toma de decisiones. Además, se diagnosticó y se propuso una solución a un problema en los procesos del departamento de compras, donde los estudiantes de Ingeniería Industrial diseñaron una forma de optimizarlos.

Por otra parte, las comunidades vulnerables también se vieron fortalecidas con la estrategia de ABP, con la identificación de necesidades puntuales en el mejoramiento de infraestructura local por parte de los estudiantes de Ingeniería Civil, quienes a través de sus propuestas posibilitan la calidad del saneamiento básico, la salud y el bienestar de ciertas localidades y por ende mejorar las condiciones de vida los pobladores.

Estos ejemplos constituyen escenarios institucionales y locales donde las necesidades reales se transforman en casos de estudio para los estudiantes, quienes aplican el conocimiento adquirido en el aula para proponer soluciones. Este enfoque enriquece tanto la experiencia de aprendizaje como la enseñanza, fomentando el trabajo inter y transdisciplinario, y contribuyendo a la solución de problemas reales. Además, refuerza la dinámica educativa práctica, coherente con la filosofía institucional, al promover el uso de metodologías activas que conectan el conocimiento teórico con la realidad profesional.

SOBRE LOS AUTORES

María Claudia Bonfante Rodríguez

Doctorado en Ingeniería de Software, Universidad Pontifica de Salamanca, España

Master en Gestión de Procesos de Negocio, UNIR, España

Especialista en Auditoria de Sistemas de la Universidad de Antonio Nariño de Colombia

Ingeniero de Sistemas

Docente tiempo Completo, Universidad del Sinú, Cartagena - Colombia

Cielo Ester Marriaga González

Magister en Administración con énfasis en estrategia organizacional

Profesional en Comercio Exterior de la Universidad Antonio Nariño

Docente tiempo Completo, Universidad del Sinú, Colombia

Edwin Yair Ulloque Cuadros

Magíster en análisis estructural de monumentos y construcciones históricas _ Universidade do Minho

Magíster en protección, conservación y recuperación del patrimonio histórico y del paisaje _
Università degli Studi della Basilicata

Especialista en Estructuras Universidad de Cartagena

Docente tiempo completo, Universidad del Sinú, Colombia

Leonardo Junior Olarte Jiménez

Magister en ingeniería y especialista en logística integral de la Universidad de la Costa CUC

Ingeniero industrial

Docente tiempo Completo, Universidad del Sinú, Colombia

Elida Rosa Silva Ortega

Magister en Tecnologías de Información y Comunicación

Especialista en Ingeniería de Software

Ingeniera de Sistemas y Tecnóloga en Sistemas de Información

Docente tiempo Completo, Universidad del Sinú, Colombia

Paulette Alejandra Silvera Mendoza

Nutricionista Dietista

Especialista en Contratación e Interventoría de Servicios Alimentarios a Colectividades.

Maestrante en Gestión de la Calidad de los Alimentos,

Docente tiempo completo, Universidad del Sinú, Seccional Cartagena.

Carolina Herrera Solera

Magíster en Industria 4.0.

Candidata a doctora en Dirección de Proyectos.

Project Management Professional (PMP) – PMI. PMO Practitioner - Wellington. Scrum Fundamentals Certificate – Scrum Study.

Ingeniera Industrial.

Docente tiempo completo programa de Ingeniería Industrial de la Universidad del Sinú, Seccional Cartagena.

María Cristina Sarmiento Rubiano

Doctorado en Salud Pública Universidad de Valencia, España.

Master en Infecciones y Salud en el Trópico, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá-Colombia.

Especialista en Educación y Orientación Sexual, Universidad Manuela Beltrán Bogotá-Colombia

Bacterióloga Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, Bogotá-Colombia.

JAIME EDUARDO GONZALEZ DÍAZ

Doctor en Ciencias Sociales Universidad del Zulia.

Magister en Desarrollo Empresarial egresado de la Universidad del Magdalena.

Especialista en Gerencia de Servicios Sociales egresado de la Fundación Universitaria Luis Amigo.

Administrador de Empresas egresado del Politécnico Grancolombiano.

Veinte años de experiencia en Docencia Universitaria, Investigación y Consultoría Empresarial.

Par Académico de Ministerio de Educación Nacional.

Par Evaluador de Colciencias. Investigador Senior en el SCTI Minciencias.

Líder del Grupo de Investigación del Grupo FACEAC (A Minciencias) de la EANI Universidad del Sinú Cartagena.