

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

Repositorio institucional de evidencias FIEC: mejora de la gestión documental para
auditorías y procesos administrativos

TECH-449

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO EN CIENCIAS COMPUTACIONALES

Presentado por:

Noelia Alexandra Pasaca Paladines

Daniel Alfredo Mateo Orellana

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2025

DEDICATORIA

Dedicamos este proyecto a nuestros padres, quienes han sido nuestro pilar más fuerte durante nuestras vidas. Gracias a su apoyo constante, a sus consejos y su paciencia en los días difíciles. De no ser por su impulso, esto no sería posible.

A nuestras parejas, por estar presentes y acompañarnos en los momentos de mayor presión con paciencia y ánimo.

Finalmente, dedicamos esta tesis a todas las personas que creyeron en nosotros y nos alentaron a continuar y mejorar. Este logro es tanto nuestro como de todos quienes nos apoyaron durante todo el proceso.

Daniel Mateo Orellana

Noelia Pasaca Paladines

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mis padres Daniel y Mariuxi por el constante apoyo, los momentos en que me dieron ánimo y me aconsejaron con experiencias que vivieron mientras hicieron su tesis. A mis abuelitos por su cariño y enseñarme su fuerza de voluntad para vencer cualquier obstáculo. A mi novia Elisa por toda su paciencia, amor y apoyo incondicional en todo momento de este proceso. A mi compañera de tesis Noelia, gracias por tu experiencia, responsabilidad y dedicación para poder concluir este proyecto.

Daniel Mateo Orellana

A mis padres, Ma. Elena y Bolívar, por ser el pilar fundamental en mi formación. A mi hermano Israel, por siempre impulsarme a seguir mis sueños. A mi hermano Andrés y sobrino Julián, por siempre brindarme tranquilidad y cariño. A mi novia Dayanara, por acompañarme en mi camino y brindarme siempre su apoyo incondicional. A mi compañero de carrera y de tesis, Daniel, por su compromiso y dedicación para lograr la mejor versión del proyecto.

Y a todos mis amigos que me han
ayudado y aconsejado durante mi trayectoria
académica.

Noelia Pasaca Paladines

DECLARACIÓN EXPRESA

Nosotros Daniel Alfredo Mateo Orellana y Noelia Alexandra Pasaca Paladines acordamos y reconocemos que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por mí/nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que me/nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de mi/nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique a los autores que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 13 de enero del 2026.

Daniel Mateo Orellana

Noelia Pasaca Paladines

EVALUADORES

Lucía Marisol Villacrés, Ph. D

PROFESOR DE LA MATERIA

Jorge Magallanes Borbor, Ph. D

PROFESOR TUTOR DE PROYECTO

RESUMEN

El presente trabajo analiza la dispersión y la falta de estandarización documental en la Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (FIEC), situación que incrementa el riesgo de no conformidades en auditorías de calidad. El objetivo es diseñar e implementar un Repositorio Institucional de Evidencias (RIE) que centralice la gestión de archivos y optimice los flujos administrativos; se plantea la hipótesis de que la centralización apoyada en metadatos y trazabilidad reduce los tiempos de recuperación de información y mejora el control de procesos. Para el desarrollo se utilizó Scrum y la arquitectura 4+1 vistas de Kruchten. Se implementó una solución web con React y NestJS, integrada con PostgreSQL y almacenamiento Cloudflare R2, aplicando Dublin Core y las normas ISO 15489 e ISO 30300. Las pruebas de campo evidenciaron una reducción del 87,5% en los tiempos de recuperación de información y una mejora del 86,6% en la instanciación de procesos. En conclusión, la plataforma asegura integridad y trazabilidad mediante bitácoras inmutables, facilita el cumplimiento de acreditaciones y preserva la memoria institucional a largo plazo.

Palabras clave: Scrum, Trazabilidad, Dublin Core, Digitalización, ECM.

ABSTRACT

This work analyzes the dispersion and lack of document standardization within the Faculty of Electrical Engineering and Computer Science (FIEC), a situation that increases the risk of nonconformities in quality audits. The objective is to design and implement an Institutional Evidence Repository (RIE) that centralizes file management and optimizes administrative workflows; the hypothesis is that centralization supported by metadata and traceability reduces information retrieval times and improves process control. Scrum and Kruchten's 4+1 architectural view model were used for development. A modern web solution was implemented using React and NestJS, integrated with PostgreSQL and Cloudflare R2 storage, applying the Dublin Core metadata scheme and ISO 15489 and ISO 30300 standards. Field testing showed an 87.5% reduction in information retrieval time and an 86.6% improvement in process instantiation. In conclusion, the platform ensures evidence integrity and traceability through immutable logs, supports accreditation compliance, and preserves institutional memory efficiently over the long term.

Keywords: Scrum, Traceability, Dublin Core, Digitization, ECM.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTOS	3
DECLARACIÓN EXPRESA	5
EVALUADORES	6
RESUMEN	7
ABSTRACT	8
ÍNDICE GENERAL	9
ABREVIATURAS	13
SIMBOLOGÍA	15
ÍNDICE DE FIGURAS	16
ÍNDICE DE TABLAS	17
CAPÍTULO 1	1
INTRODUCCIÓN	1
<i>Descripción del problema</i>	2
<i>Justificación del problema</i>	3
OBJETIVOS	4
<i>Objetivo general</i>	4
<i>Objetivos específicos</i>	4
MARCO TEÓRICO	5
<i>Trabajos relacionados</i>	5
Gestión documental y normativas (ISO 15489 e ISO 30300)	5
<i>Repositorios institucionales (IR) y gestión de contenidos empresariales (ECM)</i>	6
<i>Metadatos para la recuperación de evidencia (Dublin Core)</i>	7
<i>Metodología de desarrollo ágil (Scrum) y mapeo de historias de usuario</i>	8
CAPÍTULO 2	10

METODOLOGÍA	10
<i>Análisis y Selección de Alternativas</i>	10
Selección de Tecnologías	10
Requerimientos	10
Requerimientos funcionales	12
Requerimientos no-funcionales	13
<i>Alcance y limitaciones de la solución</i>	14
<i>Riesgos y beneficios de la solución</i>	14
<i>Usuarios de la solución</i>	15
DISEÑO DE LA SOLUCIÓN	15
<i>Arquitectura</i>	15
Modelo de “4+1” Vistas de Kruchten	15
<i>Diagramas</i>	16
Diagrama de clases	16
Diagrama de casos de uso	17
Diagrama de componentes	18
Diagrama de despliegue	19
Diagrama de secuencia	20
Diseño de la base de datos	21
PROTOTIPADO	22
<i>Matriz de selección de prototipos</i>	22
<i>Prototipo</i>	23
EVALUACIÓN	28
<i>Validación de prototipo</i>	28
CONSIDERACIONES ÉTICAS Y LEGALES	29
CAPÍTULO 3	31
RESULTADOS Y ANÁLISIS	31
PRUEBAS Y VALIDACIÓN CON USUARIOS	31
<i>Metodología y logística</i>	31
<i>Participantes</i>	31
<i>Protocolo de ejecución</i>	32

RESULTADOS OBTENIDOS	32
<i>Resultados cuantitativos</i>	32
<i>Resultados de encuesta de satisfacción</i>	33
Usabilidad e interfaz (UI/UX)	33
Funcionalidad y eficiencia percibida	35
Aceptación y adopción del sistema	36
Retroalimentación cualitativa	37
ANÁLISIS DE COSTOS	37
<i>Costos de desarrollo (inversión inicial)</i>	38
<i>Costos de infraestructura (proyección mensual)</i>	38
<i>Conclusión financiera</i>	38
CAPÍTULO 4	39
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	39
<i>Conclusiones</i>	40
<i>Recomendaciones</i>	41
REFERENCIAS	42
APÉNDICES	44
APÉNDICE A. ACTA DE VALIDACIÓN DEL PROTOTIPO	44
<i>Firmas de aceptación del Prototipo Inicial</i>	44
APÉNDICE B. PLAN DE PRUEBAS Y EVALUACIÓN	45
<i>Descripción General</i>	45
<i>Logística, cronograma y reclutamiento</i>	45
<i>Participantes</i>	45
<i>Aspectos a evaluar y métricas</i>	46
Aspecto evaluado #1: Eficiencia en la Recuperación y Gestión de Evidencias (Comparativa)	46
Aspecto evaluado #2: Tasa de Éxito y Errores (Interacción)	47
Aspecto evaluado #3: Satisfacción y Usabilidad (Encuesta)	47
<i>Protocolo de Ejecución de la Prueba</i>	48
<i>Resultados Esperados</i>	48
<i>Recursos Necesarios</i>	48

APÉNDICE C. ENCUESTA DE SATISFACCIÓN Y USABILIDAD	49
APÉNDICE D. MANUALES DEL SISTEMA	51

ABREVIATURAS

API	Application Programming Interface
AWS	Amazon Web Services
CDN	Content Delivery Network
CSV	Comma-Separated Values
DCMES	Dublin Core Metadata Element Set
DCMI	Dublin Core Metadata Initiative
DST	Dirección de Servicios Tecnológicos
ECM	Gestión de Contenidos Empresariales
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FIEC	Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación
GD	Gestión Documental
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
HTTPS	Hypertext Transfer Protocol Secure
HU	Historias de Usuario
IR	Repositorio Institucional
ISO	International Organization for Standardization
JSON	JavaScript Object Notation
JWT	JSON Web Token
OE	Objetivos Específicos
PaaS	Platform as a Service
PDF	Portable Document Format

RF Requerimientos Funcionales

RIE Repositorio Institucional de
Evidencias

RNF Requerimientos No Funcionales

SIMBOLOGÍA

\$ Dólar estadounidense

% Porcentaje

GB Gigabyte

hrs Horas

MB Megabyte

min Minutos

seg Segundos

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. DIAGRAMA DE CLASES.	17
FIGURA 2. DIAGRAMA DE CASOS DE USO.	18
FIGURA 3. DIAGRAMA DE COMPONENTES.	19
FIGURA 4. DIAGRAMA DE DESPLIEGUE.	20
FIGURA 5. DIAGRAMA DE SECUENCIA.	21
FIGURA 6. DIAGRAMA DE LA BASE DE DATOS.	22
FIGURA 7. TABLERO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DOCUMENTAL FIEC.	23
FIGURA 8. PANTALLA DE GESTIÓN DE PROCESOS.	23
FIGURA 9. PANTALLA DE GESTIÓN DE PLANTILLAS.	24
FIGURA 10. PANTALLA DE GESTIÓN DE TIPO DE PROCESO.	25
FIGURA 11. PANEL DE CUMPLIMIENTO Y REPORTES.	25
FIGURA 12. ADMINISTRACIÓN DE USUARIOS Y ROLES.	26
FIGURA 13. BITÁCORA DE AUDITORÍA DEL SISTEMA.	26
FIGURA 14. INFORMACIÓN GENERAL DEL SISTEMA.	27
FIGURA 15. VALIDACIÓN DE PROTOTIPO CON USUARIOS FINALES.	28
FIGURA 16. DISTRIBUCIÓN DE ROLES DE LOS ENCUESTADOS (N=22).	33
FIGURA 17. RESULTADOS DE SATISFACCIÓN EN UI/UX Y RENDIMIENTO.	34
FIGURA 18. PERCEPCIÓN DE EFICIENCIA POR FILTROS Y UTILIDAD DEL TABLERO.	35
FIGURA 19. EXPERIENCIA.	36
FIGURA 20. INTENCIÓN DE ADOPCIÓN DEL SISTEMA.	36

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. PRODUCT BACKLOG.	11
TABLA 2. REQUERIMIENTOS FUNCIONALES.	12
TABLA 3. USUARIOS DEL SISTEMA.	15
TABLA 4. APLICACIÓN DE MODELO 4+1 EN EL PROYECTO.	15
TABLA 5. MATRIZ DE SELECCIÓN DEL PROTOTIPO.	22
TABLA 6. COMPARATIVA DE TIEMPOS PROMEDIO DE OPERACIÓN.	32
TABLA 7. COSTOS DE DESARROLLO (HORAS/HOMBRE)	38
TABLA 8. COSTOS DE SERVICIOS EN LA NUBE (MENSUAL).	38

CAPÍTULO 1

Introducción

En la educación superior actual, la transformación digital dejó de ser una opción para pasar a ser una necesidad estratégica. De manera cotidiana, en las universidades se genera una importante cantidad de información documental que refleja los procesos académicos y administrativos de las diferentes unidades académicas, con el fin de cumplir con los estándares de acreditación a nivel nacional e internacional. Sin embargo, si estos documentos permanecen digitalizados sin una adecuada estrategia de gestión documental, existe riesgo de dispersión de información, de dificultad para localizar los documentos y riesgo para la credibilidad de la institución.

El objetivo del proyecto es la FIEC (Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación) de la ESPOL (Escuela Politécnica del Litoral), donde la gestión de evidencias para auditorías y procesos administrativos es compleja porque no existe un repositorio centralizado, por lo que el personal guarda documentos críticos en dispositivos personales o en nubes no institucionales, lo que genera ineficiencias operativas y aumento del riesgo de observaciones en los procesos de auditoría interna y externa.

El presente proyecto consolida habilidades esenciales de la Ingeniería en Ciencias Computacionales, tales como el diseño de la arquitectura de software, el desarrollo de aplicaciones web, la administración de bases de datos y la implementación de la seguridad informática. El proyecto tiene como objetivo resolver un problema técnico mediante el uso de metodologías ágiles y estándares internacionales de gestión documental (ISO 15489 e ISO 30300), con el fin de desarrollar una solución tecnológica sólida y escalable.

La implementación del Repositorio Institucional de Evidencias (RIE) favorecerá al personal administrativo, docente y a las autoridades de la FIEC, en la reducción de los tiempos de respuesta en la búsqueda de información y se garantizará la integridad de los

documentos. El objetivo del proyecto es desarrollar un sistema híbrido que una las capacidades de un repositorio con la gestión de contenidos empresariales, dirigido al ciclo de vida de las evidencias institucionales.

En el Capítulo 1 de este trabajo se aborda la problemática, la justificación, los objetivos del proyecto y su marco teórico. En el Capítulo 2 se describe la metodología de desarrollo Scrum utilizada, el análisis de requerimientos y el diseño de la arquitectura del software. El Capítulo 3 estudia los resultados de la implementación y las pruebas realizadas con los usuarios. Finalmente, el Capítulo 4 expone las conclusiones generales y recomendaciones para futuros trabajos.

Descripción del problema

La ESPOL, a través de su Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (FIEC), genera y maneja diariamente un gran volumen de documentos oficiales, para los más diversos procesos administrativos y académicos (FIEC-ESPOL, 2024). Estos procedimientos como la gestión de las solicitudes de los estudiantes o el cumplimiento de las normas de calidad son auditados de manera interna y externa y necesitan que se presenten respaldos documentales válidos y completos. La ausencia de un sistema estandarizado y unificado para manejar estas evidencias es el problema principal.

Actualmente, los documentos oficiales están dispersos. Se almacenan en silos de información aislados, como discos duros personales del personal administrativo, servicios de almacenamiento en nubes no institucionales, como cuentas personales de Google Drive o Dropbox; y repositorios que carecen de un criterio único de clasificación u orden.

La presentación de documentos originales, como actas de fallecimiento o certificados médicos, en la secretaría del Subdecanato es necesaria para llevar a cabo procesos críticos, como la "Anulación de materia o materias del periodo académico". (FIEC-ESPOL, 2024). El personal administrativo tiene la responsabilidad de gestionar y tramitar documentos, así como

manejar archivos, por lo que no cuentan con una plataforma institucional centralizada (FIEC-ESPOL, 2006).

Las consecuencias son graves, porque se genera una ineficiencia operativa notable al hacer que la localización de una evidencia específica para una auditoría o un trámite administrativo se convierta en una tarea manual, que requiere de mucho tiempo y comunicación entre varias personas. Además, se eleva significativamente el riesgo de observaciones en auditorías de calidad y cumplimiento. Debido a que se encuentra en un disco personal, la imposibilidad de asegurar la veracidad e integridad de una prueba puede provocar el incumplimiento de las normas de acreditación. (Avalos, 2014)

Justificación del problema

La implementación de un Repositorio Institucional de Evidencias (RIE) se presenta como la solución a este problema. Los repositorios institucionales (IR) en la educación superior son herramientas centralizadas que aumentan la visibilidad y aseguran la preservación del conocimiento generado por docentes y estudiantes, como artículos o tesis. (UDIT, 2024)

El problema de la FIEC se alinea más con la gestión de información no estructurada interna. Esta necesidad se aproxima más al concepto de la Gestión de Contenidos Empresariales (ECM), que combina la captura, búsqueda y red de documentos con el archivado digital, la gestión de documentos y el flujo de trabajo. (IGI-Global, 2013)

Este proyecto se justifica en esa intersección. Se propone el diseño de un Repositorio Institucional de Evidencias (RIE) que funciona como un sistema híbrido: un repositorio que aplica los principios de control, ciclo de vida y flujo de trabajo de un ECM para gestionar la documentación oficial de la FIEC. Se plantea atacar dos puntos clave de la problemática:

- Atiende la necesidad urgente de facilitar las auditorías administrativas, proporcionando trazabilidad e integridad de la evidencia, y mejorando los tiempos de búsqueda.
- Ataca la raíz del problema de dispersión, ofreciendo al personal administrativo, una herramienta institucional que reemplaza los discos personales y las nubes no institucionales, a un sistema centralizado que se encuentra sincronizado y en constante comunicación entre los diferentes equipos del personal.

Objetivos

Objetivo general

Diseñar e implementar un sistema de repositorio institucional que gestione de forma centralizada y estandarizada las evidencias de procesos administrativos y académicos en la FIEC, utilizando técnicas como metodología ágil Scrum y una arquitectura de software moderna, para optimizar la eficiencia de los procesos y asegurar el cumplimiento en auditorías internas.

Objetivos específicos

OE1. Definir un esquema dinámico para el sistema que incluya tipo de proceso, plantilla, instancia, pasos del proceso, y gestión de archivos para representar y generalizar el flujo de cada proceso.

OE2. Desarrollar funcionalidades para la búsqueda avanzada de documentos mediante filtros específicos (título, año, mes, tipo de evidencia, estado, responsable).

OE3. Optimizar el proceso de auditoría mediante la creación de informes automáticos, historiales de auditoría y herramientas de análisis para facilitar la validación de documentos durante las revisiones.

OE4. Medir el tiempo de respuesta por búsqueda y obtención de evidencias y el porcentaje de cumplimiento, antes y después de usar el prototipo funcional.

Marco teórico

Trabajos relacionados

Un repositorio institucional (IR) se concibe como un conjunto de servicios que la universidad ofrece para gestionar y difundir materiales digitales producidos por su comunidad, con un compromiso explícito de organización, acceso y preservación a largo plazo [1]. En este ámbito, DSpace es una plataforma de código libre ampliamente utilizada para implementar repositorios, al proveer funciones de recolección/ingesta, preservación y acceso a materiales digitales institucionales [2]. Por su parte, Fedora aporta una arquitectura flexible para la gestión de objetos digitales complejos, integrando mecanismos para modelado, validación e integridad, y sirviendo como base para repositorios orientados a preservación y servicios [3]. Sin embargo, cuando el foco principal es la evidencia administrativa para auditoría y cumplimiento, se requieren capacidades típicas de ECM: captura, gestión, almacenamiento, preservación y entrega de contenido a lo largo de su ciclo de vida, con control y gobernanza del contenido asociado a procesos organizacionales [4]. Por este motivo, la propuesta del RIE utiliza la base de un repositorio y aplica el control y la trazabilidad de un sistema ECM, para cubrir los requerimientos operativos y de cumplimiento de las auditorías.

Gestión documental y normativas (ISO 15489 e ISO 30300)

El término Gestión Documental hace referencia a la recopilación de métodos y tecnologías usados para crear, conservar, controlar y organizar información documentada. Dentro del entorno organizacional, los documentos funcionan como evidencia de las

responsabilidades legales que tiene una organización, estableciendo derechos y obligaciones que han de mantenerse sin alteraciones, incluso indefinidamente. (The World Bank, 2022)

Los requerimientos para un "Sistema de Gestión de Documentos" (SGD) se encuentran establecidos en la serie de normas ISO 30300. Esta serie de normas fomenta la adopción de un enfoque basado en procesos y el ciclo de mejora continua, al tener una estructura de alto nivel similar a otros estándares de gestión. Un SGD eficaz, según la norma ISO 30300, establece las responsabilidades y los roles, así como los procedimientos y controles para el manejo de documentos, y la medición y monitoreo del rendimiento. (Repositori UOC)

Por otra parte, la norma ISO 15489, que fue adoptada en más de cincuenta países (Biblioteca Nacional Digital), constituye la guía práctica para implementar la GD. Este marco de regulaciones es esencial para el proyecto actual, porque cambia la meta de ser solo un almacén de archivos a convertirse en un sistema de gestión que se puede auditar. Para que las evidencias digitales sean consideradas válidas en términos de testimonio, la solución sugerida tiene que aplicar los procesos y controles necesarios (Repositori UOC) (The World Bank, 2022). Esto justifica directamente la inclusión de requerimientos funcionales como la bitácora de auditoría (GD-011) y el control de acceso basado en roles (GD-007).

Repositorios institucionales (IR) y gestión de contenidos empresariales (ECM)

El marco conceptual de este proyecto se sitúa en la convergencia de dos tipos de sistemas, el Repositorio Institucional (IR) y la Gestión de Contenidos Empresariales (ECM).

Un IR se define clásicamente como un archivo digital de producto intelectual (artículos de investigación, tesis) cuyo objetivo principal es el acceso y disseminación de la producción académica de una institución. (UDIT, 2024)

Un ECM se define como la estrategia y tecnología para la gestión de la información no estructurada de una organización. Consolida la captura, búsqueda y red de documentos con el archivado digital, la gestión de documentos y el flujo de trabajo. (IGI-Global, 2013)

Como se argumentó en la justificación (1.2), el problema de la FIEC (gestión de evidencias administrativas y auditorías) se alinea más estrechamente con los objetivos de un ECM. La literatura académica ya reconoce esta tensión y la necesidad de una convergencia. Un artículo en EDUCAUSE Review plantea la pregunta clave: "¿Si tienes un sistema ECM exitoso, también tienes un repositorio institucional? ¿O es todo el mismo sistema?". (Diana G. Oblinger, 2007) La investigación aboga por un enfoque empresarial unificado, argumentando que los IR y los ECM comparten impulsores tecnológicos comunes y la gestión de activos digitales.

Este proyecto adopta formalmente ese enfoque unificado. Desarrolla una solución bajo el nombre de Repositorio Institucional, pero implementa el núcleo funcional de un ECM para resolver un problema de cumplimiento y eficiencia que un IR tradicional, enfocado en la diseminación, no podría solventar.

Metadatos para la recuperación de evidencia (Dublin Core)

Los metadatos, definidos como "datos sobre datos" (Qué Son Los Metadatos yCuál Es Su Utilidad) , son el componente técnico esencial para resolver el problema de la dificultad para la localización rápida. El propósito de los metadatos es facilitar la búsqueda, recuperación y gestión de grandes cantidades de datos. (Qué Son Los Metadatos yCuál Es Su Utilidad)

El estándar "Dublin Core Metadata Element Set" (DCMES) es el esquema de metadatos más utilizado a nivel mundial. (SOL-SBC) Fue desarrollado por la Dublin Core Metadata Initiative (DCMI) para ser simple, interoperable y genérico, facilitando la descripción de recursos en distintos dominios. (SOL-SBC)

El estándar DCMES, en su versión 1.1, consta de 15 elementos básicos (Dublin Core metadata semantics: an analysis of the perspectives of information professionals), opcionales y repetibles, entre los que se incluyen: Título, Creador, Tema, Descripción, Fecha, Tipo de recurso, Formato, Identificador y Derechos. (SOL-SBC) Este conjunto de elementos está formalizado como el estándar internacional ISO 15836. (DCMI - Bibliopos)

En el contexto de este proyecto, el estándar Dublin Core proporciona el vocabulario controlado necesario para describir cada evidencia. Por ejemplo, un certificado médico se convierte en un recurso digital describable con DC.Type="Evidencia", DC.Subject="Anulación de Materia", DC.Creator="Estudiante X", DC.Date="2024-...". La implementación de este marco teórico es la base directa para satisfacer la historia de usuario GD-005 ("Necesito buscar y filtrar procesos").

Metodología de desarrollo ágil (Scrum) y mapeo de historias de usuario

Se adopta el marco de trabajo ágil Scrum para el desarrollo del proyecto. Las metodologías ágiles se justifican en entornos donde los procesos existentes son ineficientes y se requiere una alta capacidad de adaptación a las necesidades del usuario y una mejor comunicación. (Armijos, 2020)

Scrum se fundamenta en el control empírico de procesos, sostenido por tres pilares:

- **Transparencia:** Todos los aspectos del proceso deben ser visibles para los involucrados, asegurando un entendimiento común. (Armijos, 2020)
- **Inspección:** Los artefactos de Scrum (como el incremento del software) deben ser inspeccionados frecuentemente por los usuarios para detectar variaciones indeseadas. (Armijos, 2020)

- Adaptación: Si la inspección revela desviaciones, el proceso o el producto deben ajustarse. Este pilar permite al equipo adaptarse a nuevos requerimientos. (Armijos, 2020)

En Scrum, los requerimientos se capturan como "Historias de usuario" (HU), que son descripciones cortas de una funcionalidad desde la perspectiva del usuario, incluyendo sus criterios de aceptación. (Entretejidos Revista de Transdisciplina y Cultura) Estas historias son gestionadas por un Dueño de Producto (Product Owner) en una lista priorizada llamada Product Backlog. (Armijos, 2020)

El problema de la FIEC no es puramente técnico, sino también sociológico. Involucra cambiar los flujos de trabajo del personal administrativo (Secretarías, Coordinadores), quienes han desarrollado soluciones ad-hoc (discos personales) por necesidad. Es altamente probable que los requerimientos reales y las fricciones del flujo de trabajo solo emerjan después de que los usuarios interactúen con la primera versión del sistema. El ciclo de "Inspección" y "Adaptación" de Scrum (Armijos, 2020) es esencial para gestionar la resistencia al cambio y refinar la solución en colaboración directa con los usuarios finales, en lugar de entregar un producto final que no se ajuste a sus necesidades reales. Las historias de usuario desarrolladas para este proyecto constituyen el Product Backlog inicial.

CAPÍTULO 2

Metodología

El desarrollo de este proyecto se adhirió al marco de trabajo ágil Scrum, como se fundamentó en la sección 1.4.5. [14] Esta metodología permitió un desarrollo incremental e iterativo, priorizando la entrega de valor temprano y la adaptación continua basada en la retroalimentación de los usuarios finales de la FIEC. El proceso se guio por los artefactos y ceremonias de Scrum, partiendo del Product Backlog inicial, el cual se compuso de las historias de usuario que capturaron las necesidades de los stakeholders.

Análisis y Selección de Alternativas

Selección de Tecnologías

Para la implementación de la solución, se evaluaron distintas alternativas tecnológicas. Se seleccionó una arquitectura basada en JavaScript (NestJS y React) frente a otras opciones como Java Spring Boot o PHP, debido a la eficiencia del I/O no bloqueante de Node.js para la gestión de múltiples subidas de archivos simultáneas. Asimismo, se optó por PostgreSQL como motor de base de datos debido a su robustez en la integridad referencial requerida para los procesos de auditoría.

Requerimientos

Los requerimientos del sistema se obtuvieron directamente del análisis de las Historias de Usuario (HU) proporcionadas, las cuales definieron las necesidades funcionales desde la perspectiva de los distintos roles identificados: Administrador, Gestor, Ayudante y Lector. La Tabla 1 presentó el Product Backlog completo que sirvió como base para el desarrollo.

Tabla 1. Product Backlog.

ID	Rol	Funcionalidad	Resultado
GD-001	Yo como usuario del sistema (Administrador, Secretaria o Revisor)	Necesito gestionar categorías, tipos de proceso y su plantilla	Con la finalidad de estandarizar los pasos y evidencias
GD-002	Yo como usuario del sistema	Necesito instanciar un proceso desde una plantilla	Con la finalidad de iniciar la gestión del caso
GD-003	Yo como usuario responsable	Necesito ver el porcentaje de cumplimiento	Con la finalidad de monitorear avances
GD-004	Yo como usuario del sistema (Administrador, Secretaria o Revisor)	Necesito cargar archivo en un paso	Con la finalidad de adjuntar la evidencia requerida
GD-005	Yo como usuario del sistema (Administrador, Secretaria o Revisor)	Necesito buscar y filtrar procesos	Con la finalidad de encontrar rápidamente la evidencia
GD-006	Yo como usuario de una unidad (Administrador, Secretaria o Revisor)	Necesito ver el panel de faltantes filtrado a mi unidad	Con la finalidad de priorizar cierres
GD-007	Yo como Administrador del sistema	Necesito crear usuarios y asignar roles	Con la finalidad de controlar el acceso y permisos
GD-008	Yo como responsable de la instancia	Necesito cerrar la instancia	Con la finalidad de declarar proceso completo
GD-009	Yo como usuario del sistema (Administrador, Secretaria o Revisor)	Necesito visualizar la información de manera concreta y resumida	Con la finalidad de controlar el cumplimiento de mis procesos
GD-010	Yo como usuario del sistema (Administrador, Secretaria o Revisor)	Necesito visualizar cada proceso creado	Con la finalidad de ver los detalles de mis procesos creados
GD-011	Yo como usuario autorizado para auditoria (Administrador o Revisor)	Necesito visualizar el registro de acciones	Con la finalidad de controlar los movimientos del sistema
GD-012	Yo como Administrador del sistema	Necesito ver los detalles del sistema	Con la finalidad de saber las especificaciones del mismo

Requerimientos funcionales

Los requerimientos funcionales (RF) definieron las operaciones y comportamientos específicos que el sistema debía ser capaz de realizar. Estos se derivaron directamente de las historias de usuario y sus criterios de aceptación. La Tabla 2 detalló los requerimientos funcionales y aseguró la trazabilidad con su HU de origen.

Tabla 2. Requerimientos funcionales.

ID_RF	Descripción del Requerimiento	Historia(s) de Origen
RF-01	El sistema debe permitir la creación, configuración y publicación de plantillas de procesos, definiendo pasos y su obligatoriedad.	GD-001
RF-02	El sistema debe permitir la creación de una instancia de proceso basada en una plantilla publicada.	GD-002
RF-03	El sistema debe calcular y mostrar el porcentaje de cumplimiento (basado en pasos obligatorios completados) de una instancia de proceso.	GD-003
RF-04	El sistema debe permitir la carga de un archivo (evidencia) en un paso de proceso, validando formato y tamaño.	GD-004
RF-05	El sistema debe proveer una interfaz de búsqueda y filtrado de instancias de proceso por múltiples criterios (título, año, mes, tipo, responsable, estado).	GD-005
RF-06	El sistema debe permitir la exportación de listados de procesos filtrados en formatos CSV, XLSX o PDF.	GD-005
RF-07	El sistema debe proveer un panel que priorice los procesos pendientes (faltantes) por unidad, ordenados por urgencia.	GD-006
RF-08	El sistema debe permitir la creación de usuarios y la asignación de roles (ej. Administrador, Gestor, Ayudante, etc).	GD-007
RF-09	El sistema debe mostrar un panel resumido y concreto al iniciar sesión.	GD-009
RF-10	El sistema debe registrar todas las acciones relevantes (creación, modificación, carga, filtrado) en una bitácora de auditoría.	GD-011
RF-11	El sistema debe permitir la consulta, filtrado y exportación de la bitácora de auditoría.	GD-011
RF-12	El sistema debe mostrar los detalles de configuración y especificaciones del sistema.	GD-012

Requerimientos no-funcionales

Los requerimientos no-funcionales (RNF) establecieron los atributos de calidad, restricciones y propiedades de operación del sistema. Fueron cruciales para el éxito del proyecto, especialmente en el contexto de auditoría.

- RNF-01: El sistema debe implementar un control de acceso robusto basado en roles. Las acciones permitidas para cada usuario deben estar estrictamente delimitadas por los roles asignados.
- RNF-02: Todas las acciones que modifiquen el estado de una instancia de proceso o una evidencia deben registrarse en una bitácora de auditoría (log). Esta bitácora debe ser accesible para roles autorizados y estar protegida contra modificaciones.
- RNF-03: Las evidencias una vez cargadas y asociadas a un paso completado no deben ser modificables ni eliminables por usuarios estándar, con el fin de garantizar la autenticidad y el no repudio de la evidencia presentada en una auditoría. [6]
- RNF-04: El sistema debe proveer retroalimentación clara e inmediata al usuario sobre las validaciones de entrada, como formato y tamaño de archivos, o reglas de negocio.
- RNF-05: Las consultas de búsqueda y filtrado deben retornar resultados paginados en un tiempo de respuesta aceptable para un volumen proyectado de instancias de proceso.
- RNF-06: El sistema debe ser capaz de exportar datos en formatos estándar (CSV, XLSX, PDF, ZIP) para su uso externo.

Alcance y limitaciones de la solución

La solución se enfocó estrictamente en el ciclo de vida de la evidencia para procesos administrativos y de auditoría de la FIEC. El alcance del sistema incluyó:

- Creación de plantillas de procesos (RF-01).
- Instanciación de procesos y seguimiento del cumplimiento (RF-02, RF-03).
- Carga, almacenamiento y vinculación de archivos digitales a pasos de proceso (RF-04).
- Búsqueda, filtrado y exportación de instancias y bitácoras (RF-05, RF-06, RF-13).
- Gestión de usuarios y roles (RF-09) y generación de bitácoras (RF-12).

Por otro lado, las limitaciones de esta solución fueron:

- No automatiza el flujo de decisión, sino que actúa como un gestor de plantillas y un repositorio de evidencias para un flujo de trabajo gestionado por humanos (un ECM ligero) [5].
- El sistema actúa como un repositorio de archivos finalizados (ej. PDF, .docx); la creación y edición del contenido de la evidencia ocurre fuera del sistema.
- No procesa pagos ni gestiona "deudas de VALOR o NO VALOR".

Riesgos y beneficios de la solución

La implementación de la solución propuesta conllevó múltiples beneficios estratégicos y operativos. Principalmente, permitió la mitigación de riesgos de auditoría mediante la centralización y trazabilidad completa (RNF-02) de las evidencias. Asimismo, se logró una significativa reducción de costos operativos, disminuyendo el tiempo y esfuerzo humano dedicado a la búsqueda y coordinación de documentos.

Por otro lado, el proyecto contempló ciertos riesgos que debieron ser gestionados. Existió un riesgo de adopción derivado de la resistencia al cambio; este riesgo se mitigó mediante la aplicación de la metodología Scrum, involucrando a los usuarios clave en las ceremonias de revisión. En el ámbito técnico, el riesgo de integridad de datos se mitigó mediante checksums y almacenamiento con versionamiento.

Usuarios de la solución

Los roles genéricos definidos en las historias de usuario se mapearon a los roles administrativos y académicos reales de la FIEC, documentados en el Manual de Funciones de la facultad.

Tabla 3. Usuarios del sistema.

Actor del sistema	Roles FIEC (Ejemplos)	Acciones permitidas clave
ADMINISTRADOR	DST-FIEC	Creación de usuarios y asignación de roles (GD-007), Ver detalles del sistema (GD-013).
GESTOR	Secretario de la Unidad Académica, Coordinador de Carrera, Personal Docente	Crear plantillas de procesos (GD-001), Buscar y filtrar procesos (GD-005).
AYUDANTE	Ayudantes, Personal administrativo asignado a un caso	Ver porcentaje de cumplimiento (GD-003), Cargar evidencia (GD-004), Cerrar instancia (GD-008).
LECTOR	Audidores Internos, Audidores Externos	Buscar y filtrar procesos (GD-005), Visualizar bitácora de acciones (GD-012).

Diseño de la solución

Arquitectura

Modelo de “4+1” Vistas de Kruchten

Para documentar la arquitectura de software de manera rigurosa, se adoptó el Modelo de Vistas "4+1" de Philippe Kruchten. Este modelo permitió describir la arquitectura desde la

perspectiva de diferentes stakeholders. La Tabla 4 detalló cómo se aplicó este modelo al Repositorio FIEC.

Tabla 4. Aplicación de modelo 4+1 en el proyecto.

Vista (4+1)	Propósito en el Proyecto	Diagrama UML Utilizado
Lógica	Describe las entidades clave del dominio y las interacciones del actor.	Diagrama de Clases
Desarrollo	Describe la organización modular del software en capas (frontend, backend, datos) y microservicios.	Diagrama de Componentes
Física	Describe el despliegue del sistema en la infraestructura de hardware/nube.	Diagrama de Despliegue
Proceso	Describe la concurrencia, sincronización, rendimiento y flujo de control.	Diagrama de Secuencia
Escenarios (+1)	Describe los requerimientos del usuario que unifican las otras 4 vistas.	Diagrama de Casos de Uso

Diagramas

Diagrama de clases

Esta vista describió la estructura estática del sistema. Las clases se derivaron directamente de las entidades y conceptos mencionados en las historias de usuario. La Figura 1 representó el modelo de dominio.

Figura 1. Diagrama de clases.

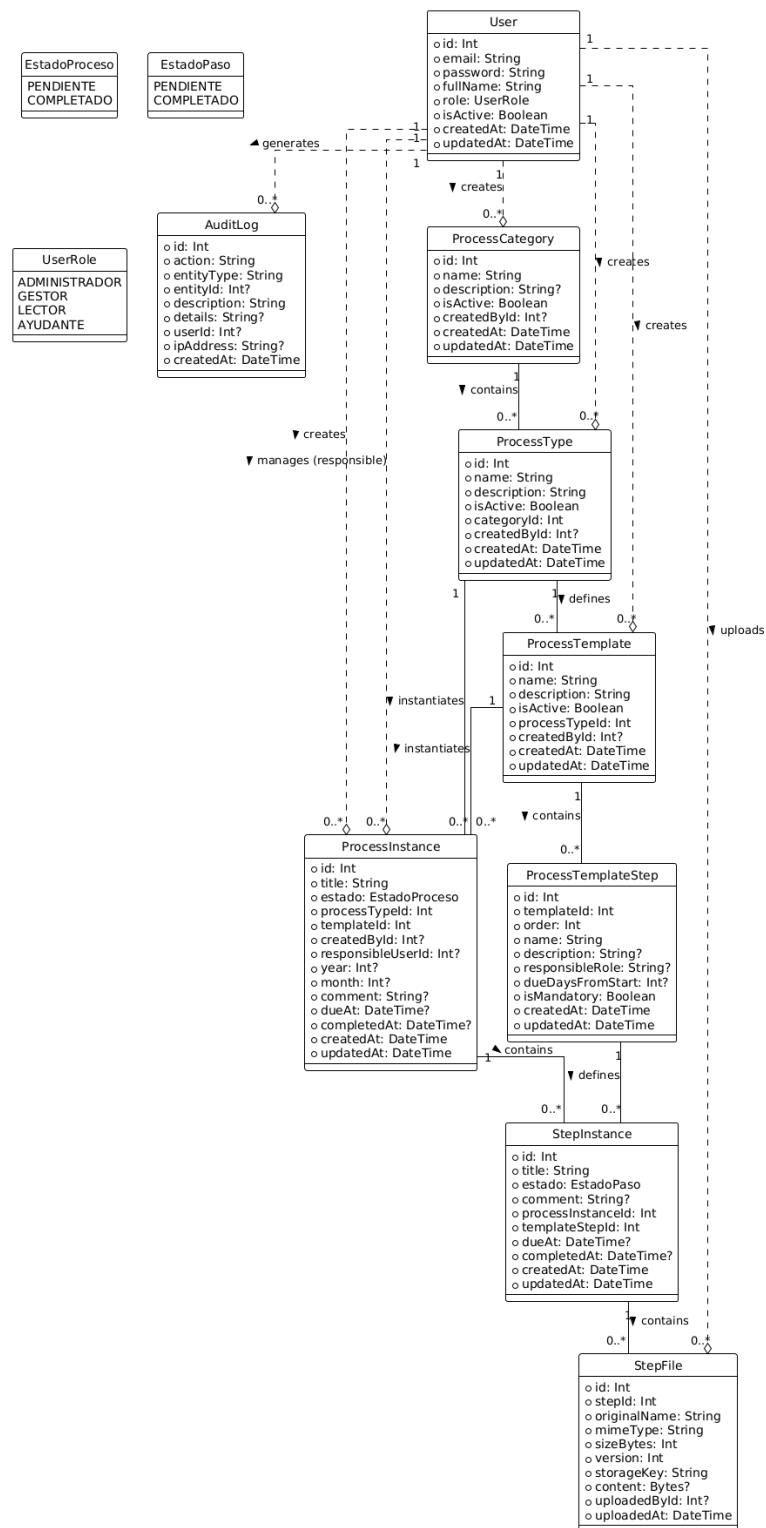


Diagrama de casos de uso

La Figura 2 ilustró las interacciones funcionales del sistema. Se modelaron cuatro actores derivados del esquema de seguridad: el Administrador gestiona el acceso y la

configuración global; el Gestor define la arquitectura documental (categorías y plantillas) e inicia los procesos; el Ayudante es el responsable operativo encargado de la carga de evidencias; y finalmente, el Lector (auditor) posee acceso de solo lectura para la revisión de evidencias.

Figura 2. Diagrama de casos de uso.

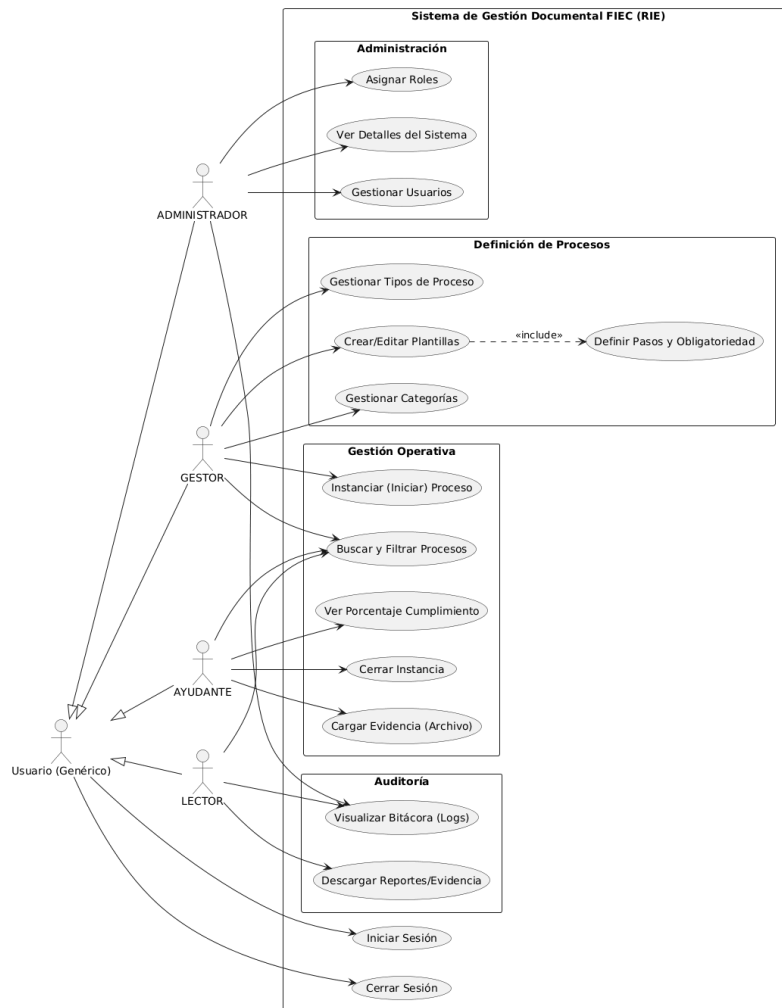


Diagrama de componentes

Este diagrama ilustra la arquitectura de componentes distribuida en tres capas lógicas:

- **Capa de Presentación (Frontend):** Implementada como una Single Page Application (SPA) mediante React y Vite. Su componente API Client (Axios) abstrae la comunicación HTTP, inyectando tokens de seguridad gestionados por el AuthContext, lo que garantiza que el cliente sea agnóstico a la lógica del servidor.

- Capa de Negocio (Backend): Construida sobre NestJS, actúa como el núcleo del sistema. Utiliza Guards (JWT Strategy) para interceptar peticiones antes de llegar a los módulos funcionales. Destaca la separación del FileService, que gestiona la carga de binarios hacia la nube (R2) de forma independiente a la lógica transaccional.
- Capa de Datos: La persistencia es híbrida. Prisma ORM centraliza el acceso a PostgreSQL evitando consultas SQL directas, mientras que el almacenamiento de objetos (Cloudflare R2) resguarda la evidencia digital, optimizando así el rendimiento de la base de datos relacional.

Figura 3. Diagrama de componentes.

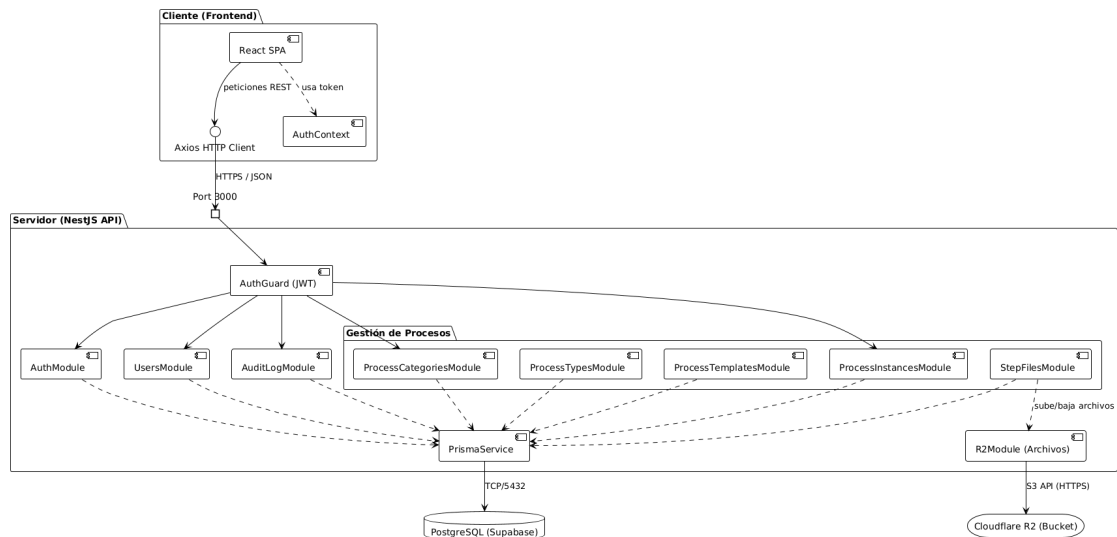


Diagrama de despliegue

Esta vista describe el hardware (físico o virtualizado) donde se ejecutan los componentes de software. [21] El diagrama ilustra una arquitectura de infraestructura en la nube distribuida. El sistema desacopla sus componentes principales aprovechando servicios especializados:

- Capa de Presentación: El Frontend (React) se entrega mediante la red de distribución de contenido (CDN) global de Vercel, minimizando la latencia de descarga de los activos estáticos.

- Capa de Negocio: El Backend (NestJS) se ejecuta como un servicio web administrado en la plataforma Render, procesando las peticiones REST en un entorno de ejecución de Node.js.
- Capa de Datos: Se utiliza Supabase exclusivamente como proveedor de base de datos PostgreSQL gestionada.
- Capa de Almacenamiento: Los archivos binarios (evidencias) residen en Cloudflare R2, un almacenamiento de objetos de alto rendimiento compatible con el protocolo S3, separando así la data estructurada de los documentos pesados.

Figura 4. Diagrama de despliegue.

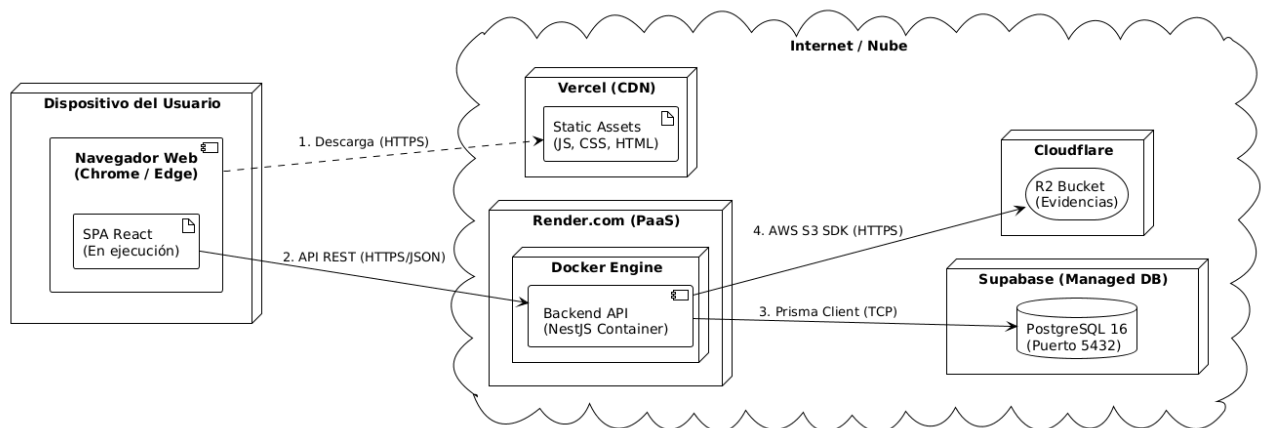


Diagrama de secuencia

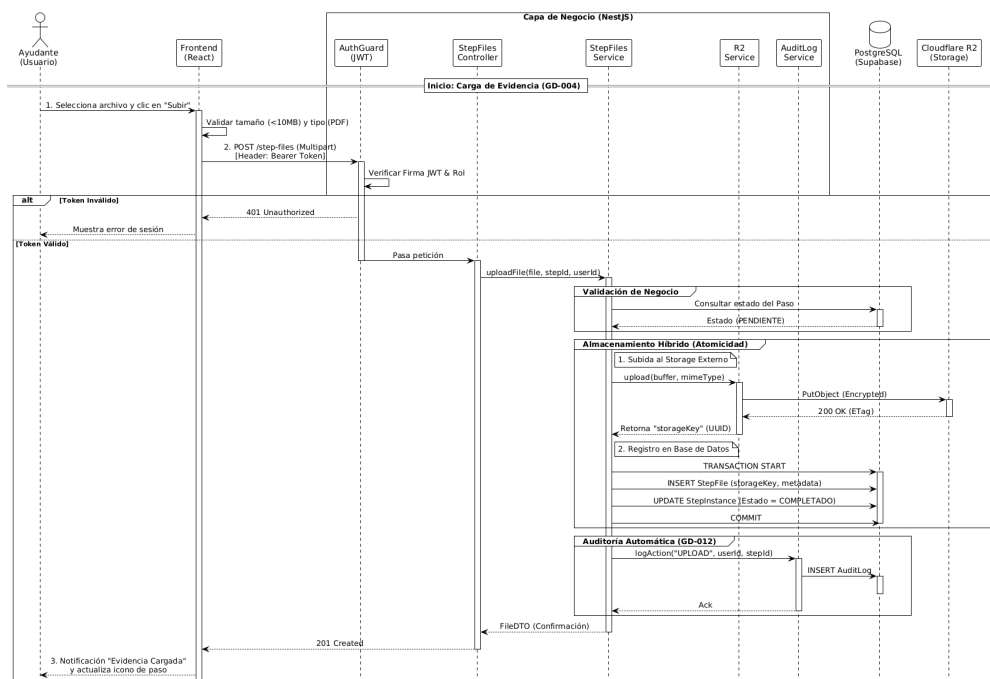
Esta vista correspondió al escenario "+1" del modelo de Kruchten y se utilizó para validar la cohesión de la arquitectura propuesta frente a la historia de usuario más crítica: GD-004 (Carga de Evidencia).

La Figura 5 detalla el flujo transaccional que garantiza la integridad de la información:

- Seguridad: La petición es interceptada primero por el AuthGuard, asegurando que solo usuarios autenticados invoquen el servicio.

- Almacenamiento Híbrido: El sistema desacopla el contenido binario de los metadatos. El archivo se transmite primero a Cloudflare R2 para obtener una llave única (storageKey), evitando la saturación de la base de datos relacional.
- Integridad Referencial: Una vez asegurado el archivo en la nube, se ejecuta una transacción en PostgreSQL que registra el archivo y actualiza el estado del paso a "COMPLETADO" simultáneamente.
- Trazabilidad: Finalmente, el servicio invoca asincrónicamente al módulo de auditoría (AuditLogService) para registrar la acción, cumpliendo con el requerimiento de seguridad sin afectar el tiempo de respuesta percibido por el usuario.

Figura 5. Diagrama de secuencia.

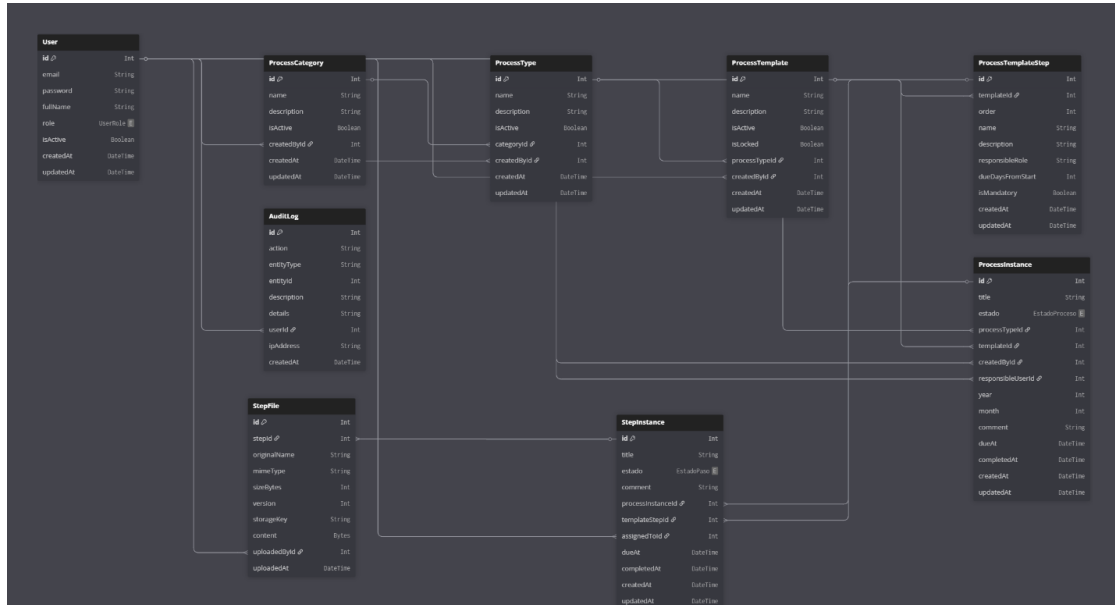


Diseño de la base de datos

El diseño de persistencia se modeló utilizando un esquema relacional normalizado en PostgreSQL, gestionado mediante el ORM Prisma. Como se aprecia en la siguiente figura, la arquitectura de datos desacopló la definición de los procesos (Categorías, Tipos y Plantillas) de su ejecución (Instancias y Pasos), lo que permitió la creación dinámica de flujos de trabajo sin alterar la estructura base. Adicionalmente, el modelo integró entidades para el control de

acceso basado en roles (RBAC), auditoría de transacciones y la gestión de metadatos de archivos para su enlace con el almacenamiento externo.

Figura 6. Diagrama de la base de datos.



Prototipado

Matriz de selección de prototipos

La metodología Scrum (1.4.4) utilizó un enfoque de "prototipado evolutivo", donde el producto se construyó de manera incremental en cada Sprint. Para la fase inicial de validación de requerimientos, se debió seleccionar el tipo de prototipo.

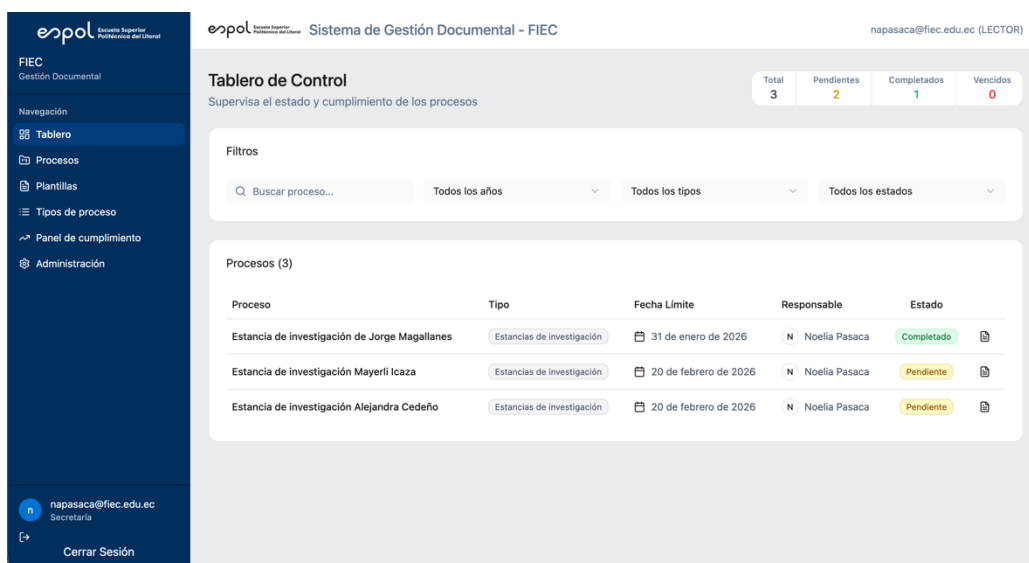
Tabla 5. Matriz de selección del prototipo.

Tipo de prototipo	Descripción	Ventajas	Desventajas	Decisión
Baja fidelidad	<i>Mockups</i> o <i>Wireframes</i> estáticos (ej. Figma).	Rápido de crear, bajo costo, útil para validar flujos de pantalla.	No permite validar interacciones complejas (cargas de archivos, filtros dinámicos).	Rechazado
Alta fidelidad	Prototipo evolutivo funcional (Front end de aplicación web).	Permite a los usuarios interactuar con la lógica real.	Más lento de iniciar.	Seleccionado

Se optó por un prototipo de Alta Fidelidad. Las historias de usuario no solo describen interfaces simples, sino interacciones complejas de sistema (GD-004: carga de archivos; GD-005: filtrado dinámico; GD-012: bitácora). Estas interacciones críticas no pueden ser validadas eficazmente por los usuarios (2.1.4) usando prototipos estáticos. Se requiere un incremento funcional para permitir el pilar de "Inspección" de Scrum. [15]

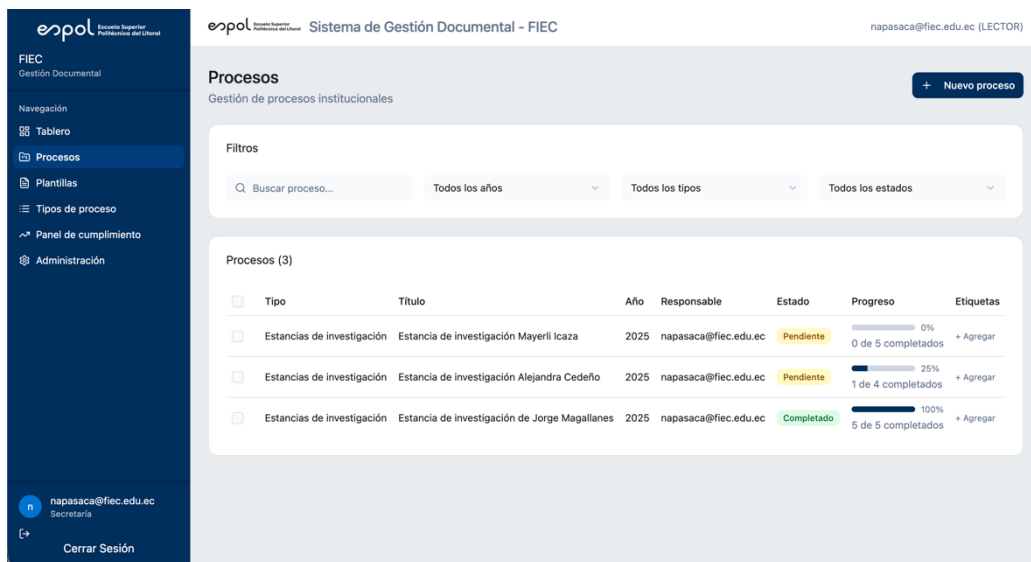
Prototipo

Figura 7. Tablero del sistema de gestión documental FIEC.



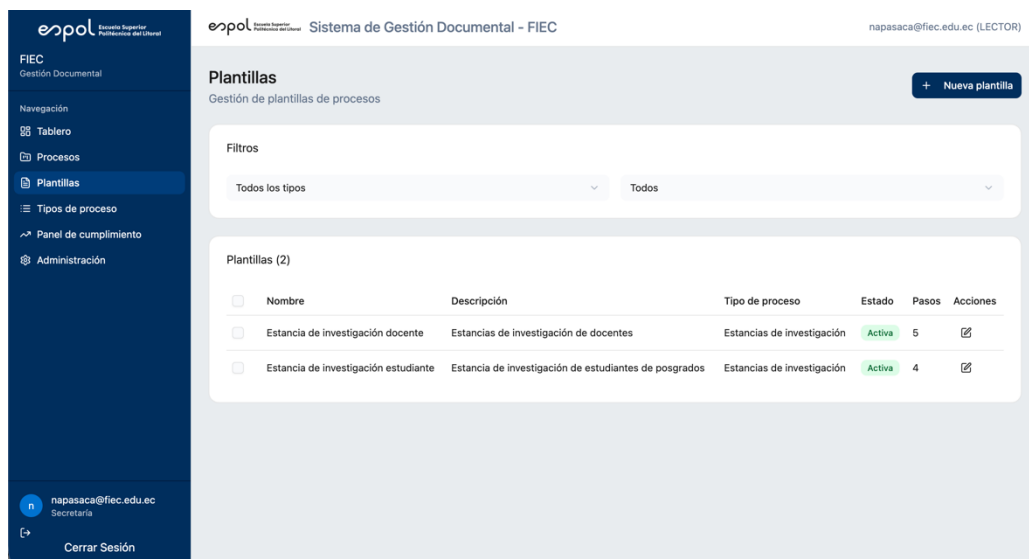
La pantalla de Tablero (Figura 7) presentó un resumen general del estado de los procesos asignados al usuario. En la parte superior se mostraron tarjetas con indicadores clave: total de procesos, procesos pendientes, procesos completados y procesos vencidos. En la zona central se incluyó una tabla donde se listaron los procesos que requirieron atención con su título, estado, fecha límite y responsable. Esta pantalla funcionó como punto de entrada al sistema y permitió priorizar rápidamente el trabajo del usuario.

Figura 8. Pantalla de gestión de procesos.



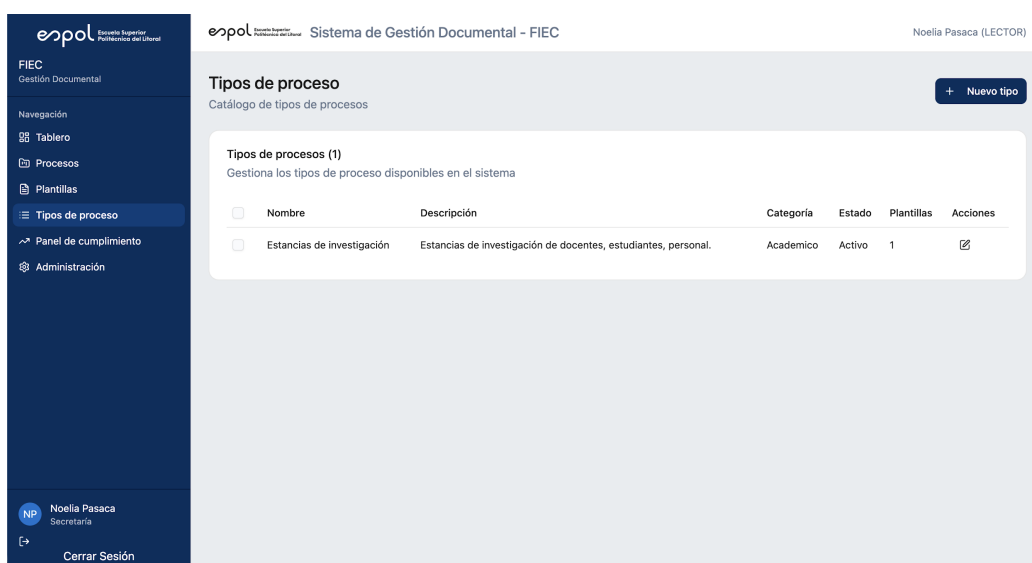
La pantalla de gestión de Procesos (Figura 8) permitió administrar y monitorear los procesos creados. En la parte superior se dispusieron filtros de búsqueda por texto, año, tipo de proceso y estado. Debajo se mostró la tabla de “Procesos”, que listó cada instancia con su tipo, título, fecha, responsable, estado, porcentaje de progreso y acción para ver el detalle.

Figura 9. Pantalla de gestión de plantillas.



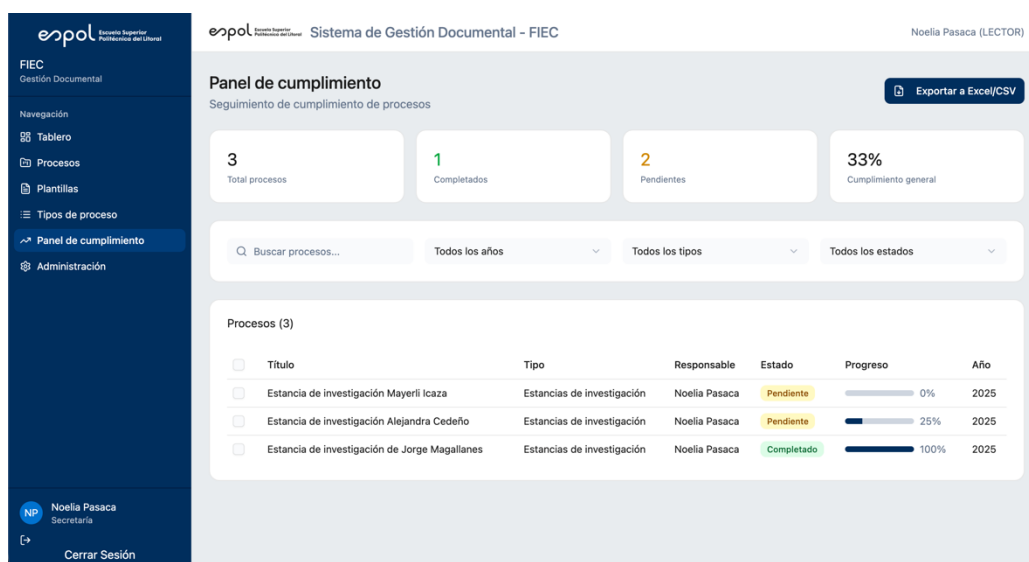
En la pantalla de gestión de Plantillas (Figura 9), se visualizó una tabla con el listado de plantillas existentes, su nombre, descripción, tipo de proceso al que correspondió, su estado (Activo/Inactivo), pasos de plantilla y la columna acciones. En esta pantalla se pudo crear una nueva plantilla o editar las existentes a través de la acción Editar.

Figura 10. Pantalla de gestión de Tipo de Proceso.



En la pantalla de gestión de Tipos de Proceso (Figura 10), se visualizó una tabla con el listado de tipos de procesos existentes, su nombre, descripción, categoría, su estado (Activo/Inactivo), plantillas creadas a partir del tipo de proceso y la columna acciones. En esta pantalla se pudo crear un nuevo tipo de procesos o editar los existentes a través de la acción Editar.

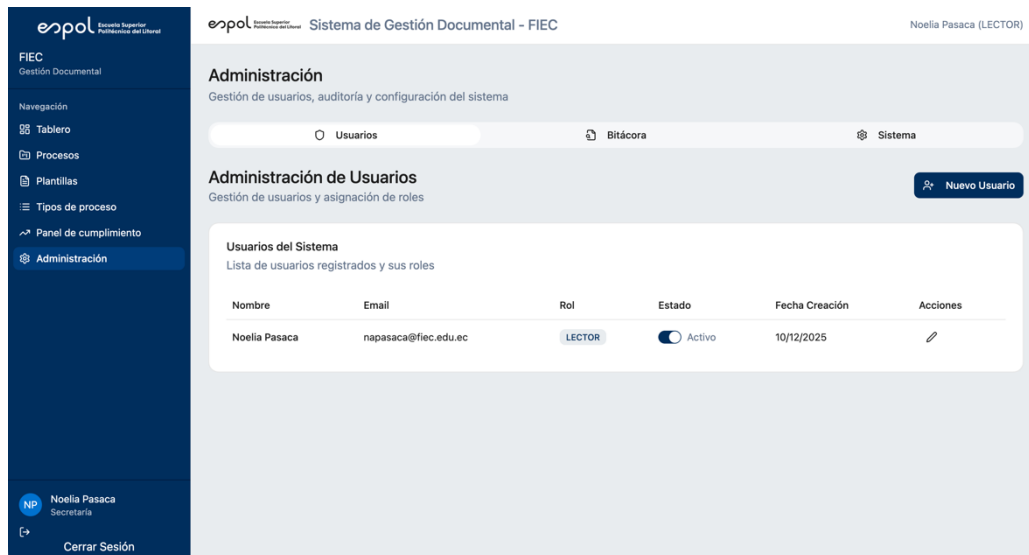
Figura 11. Panel de cumplimiento y reportes.



La pantalla de Panel de Cumplimiento (Figura 11) ofreció una vista consolidada del avance institucional. En la parte superior se mostraron tarjetas con indicadores agregados:

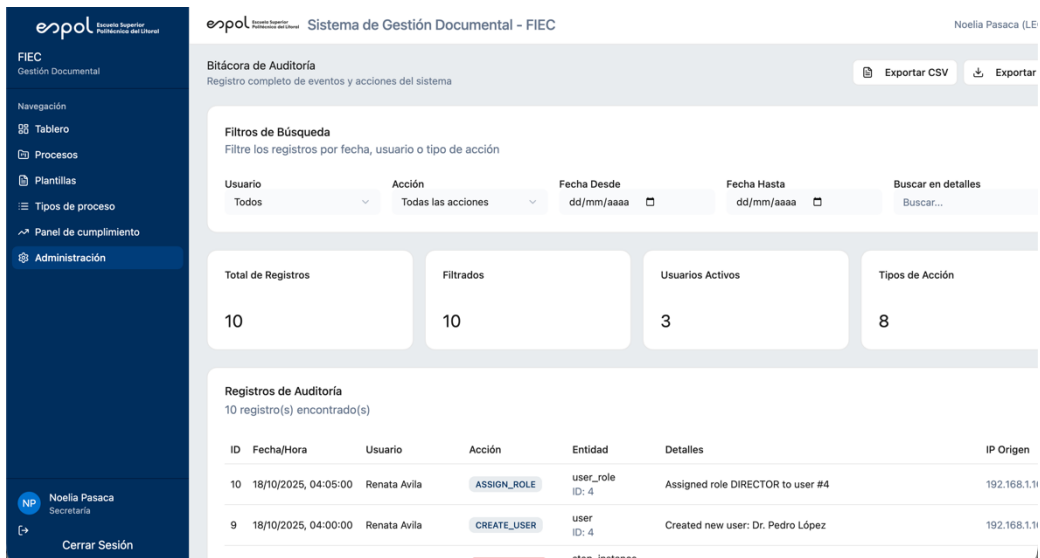
total de procesos, procesos completados, pendientes, y porcentaje de progreso promedio. En medio, se visualizó el filtro correspondiente por nombre, año, tipo y estado. Luego, se mostró nuevamente un listado de procesos y su porcentaje de cumplimiento.

Figura 12. Administración de usuarios y roles.



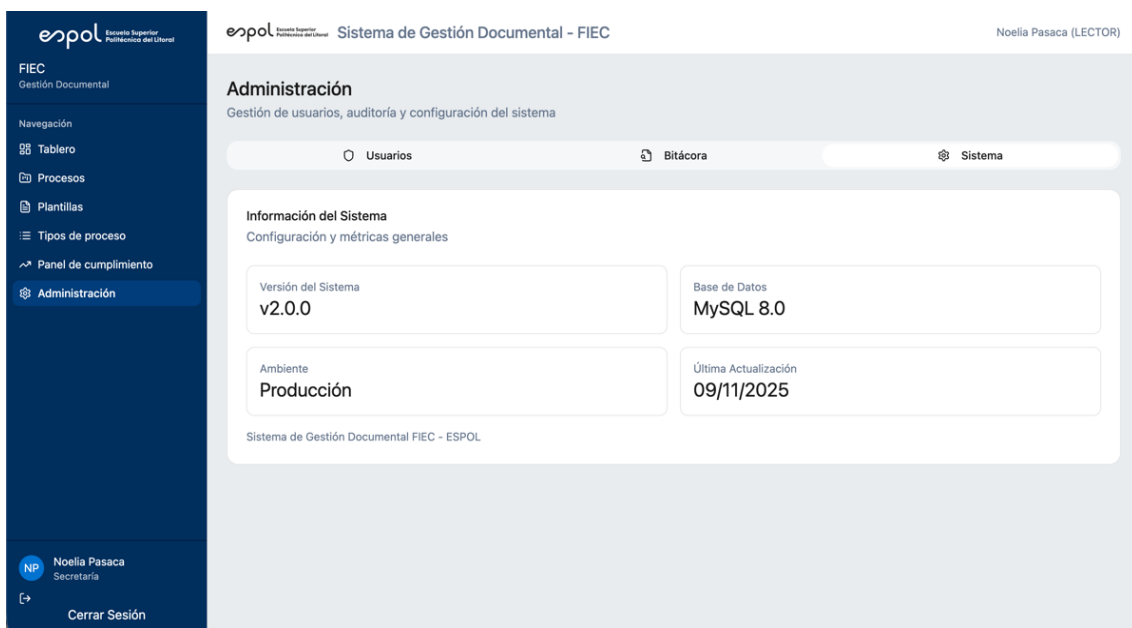
En la pestaña Usuarios de la sección de Administración (Figura 12) se gestionaron las cuentas y roles del sistema. En la parte superior se mostró un selector de pestañas (Usuarios, Bitácora, Sistema). Dentro de la vista de usuarios, el bloque “Roles del Sistema” definió la tabla de “Usuarios del Sistema” que listó las cuentas registradas con su nombre, correo electrónico, roles asignados, estado (activo o inactivo mediante interruptores), fecha de creación y una acción para gestionar roles. Un botón “Nuevo Usuario” permitió registrar nuevas cuentas.

Figura 13. Bitácora de auditoría del sistema.



La pestaña Bitácora de Administración (Figura 13) mostró el registro de auditoría del sistema. En la parte superior se dispusieron filtros por usuario, tipo de acción, rango de fechas y texto en los detalles, así como tarjetas resumen con el total de registros, registros filtrados, usuarios activos y tipos de acción registrados. La tabla de “Registros de Auditoría” detalló cada evento con su ID, fecha y hora, usuario que ejecutó la acción, tipo de acción, entidad afectada, descripción de la operación y dirección IP de origen. Esta pantalla soportó los requerimientos de trazabilidad y control de cambios.

Figura 14. Información general del sistema.



La pestaña Sistema dentro de Administración (Figura 8) presentó información general de configuración. El bloque “Información del Sistema” incluyó datos como la versión del sistema, el motor de base de datos que se contempló en un inicio, el ambiente simulado (Producción) y la fecha de última actualización. La información fue de carácter informativo y sirvió para documentar la configuración técnica de referencia de la plataforma.

Evaluación

Acorde con el marco de trabajo Scrum detallado anteriormente, la evaluación no fue una fase final única, sino un proceso continuo que se realizó al final de cada Sprint mediante la ceremonia de Sprint Review. En esta ceremonia, el Equipo de Desarrollo presentó el incremento funcional del prototipo de alta fidelidad a los stakeholders clave.

La evaluación consistió en:

- Validar el prototipo funcional contra los criterios de aceptación que se definieron en las Historias de Usuario (Tabla 1).
- Recoger retroalimentación cualitativa del personal de la FIEC.
- Utilizar esta retroalimentación para alimentar el pilar de "Adaptación", lo que permitió generar nuevas Historias de Usuario o definir nuevamente las prioridades del Product Backlog para el siguiente Sprint.

Validación de prototipo

Figura 15. Validación de prototipo con usuarios finales.



El proceso de validación (Figura 15) se llevó a cabo con la participación de un grupo focal compuesto por cuatro (4) usuarios clave de la FIEC: tres (3) asistentes ejecutivas y un (1) docente. Estos participantes representaron el rol de "Gestor de procesos" e interactuaban diariamente con la carga, revisión y archivo de evidencias. El Apéndice A presenta el documento de validación firmado por los usuarios al momento de realizar las pruebas, como evidencia del proceso de validación.

Adicionalmente, se presentó la evolución que tuvo el prototipo en las iteraciones anteriores respecto a la versión inicial de alta fidelidad.

Consideraciones éticas y legales

Dado que el sistema gestionó información sensible académica y administrativa (nombres, correos, evidencias de trámites), se implementaron medidas de seguridad alineadas con las buenas prácticas de protección de datos.

- Privacidad: El acceso a las evidencias se restringió estrictamente mediante el sistema de roles; ningún usuario no autorizado pudo acceder a documentos de terceros.
- Integridad: Se garantizó la inmutabilidad de los registros de auditoría para asegurar la validez legal de las acciones realizadas en el sistema frente a posibles revisiones de autoridades.

- Propiedad Intelectual: Se reconoció la titularidad de la ESPOL sobre el software desarrollado y los datos generados, conforme a la declaración expresa firmada en el presente documento de tesis.

CAPÍTULO 3

Resultados y análisis

En este capítulo se describe el análisis detallado de los resultados **obtenidos** en términos de eficiencia operativa y viabilidad financiera.

Pruebas y validación con usuarios

Con el objeto de validar si el sistema alcanza las metas de eficiencia operativa, se ejecutó un plan de pruebas integral con un enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo), detallado en el Plan de Pruebas (Apéndice B).

Como parte de la ejecución del plan de pruebas, se utilizó documentación de apoyo para estandarizar el uso del prototipo y asegurar consistencia entre participantes. En particular, el Manual de Usuario guía la operación de la plataforma para los roles participantes, mientras que el Manual de Implementación y Desarrollo describe aspectos técnicos de configuración y despliegue del sistema (ver Apéndice D).

Metodología y logística

El estudio se diseñó bajo una modalidad comparativa de "Pre-Test" (método actual) versus "Post-Test" (uso del prototipo RIE). Las sesiones se coordinaron con el Decanato para no afectar las labores diarias.

Participantes

Se contó con la participación de 16 usuarios estratégicos de la facultad, distribuidos en los siguientes roles:

- **6 secretarías (Rol GESTOR):** Responsables de la gestión diaria de trámites y expedientes.
- **5 ayudantes (Rol AYUDANTE/LECTOR):** Encargados de la carga operativa de evidencias y documentación de soporte.

- **4 profesores (Rol GESTOR):** Encargados de la verificación de cumplimiento académico.
- **1 cliente validador (Rol ADMIN):** El Subdecano, Ing. Rafael Bonilla, quien participó en la validación de los tableros de control gerencial y reportes de auditoría.

Protocolo de ejecución

Durante las sesiones, los participantes realizaron tareas críticas en dos escenarios:

- **Escenario A (Actual):** Gestión manual utilizando carpetas físicas, correo electrónico o almacenamiento personal disperso.
- **Escenario B (Sistema RIE):** Gestión centralizada utilizando la plataforma web propuesta.

Resultados obtenidos

Resultados cuantitativos

Los datos recolectados durante las pruebas de campo evidencian una optimización drástica en los tiempos operativos.

Tabla 6. Comparativa de tiempos promedio de operación.

Métrica Evaluada	Promedio Método Anterior	Promedio Sistema RIE	% de Mejora (Eficiencia)
Búsqueda de Evidencia	6 min 00 seg	45 seg	87.5%
Creación de Instancia de Proceso	15 min 00 seg (Recopilación de documentos)	2 min 00 seg (Plantilla)	86.6%
Carga de Documento	3 min 00 seg (Escaneo/Correo)	1 min 00 seg (Carga directa)	66.6%

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del estudio de campo.

El cambio más significativo se observó en la creación de procesos desde cero, mientras que el método manual implicaba la recolección física de formularios y creación de carpetas (aprox. 15 min), el sistema RIE permite instanciar un trámite completo desde una plantilla predefinida en apenas 2 minutos.

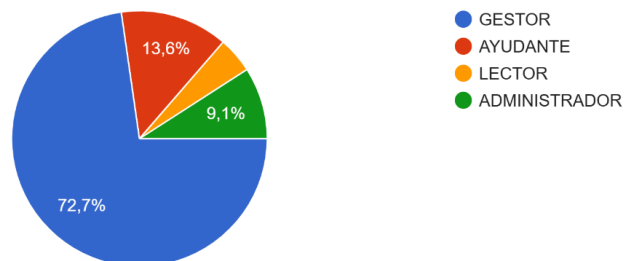
Resultados de encuesta de satisfacción

Al finalizar las actividades con el prototipo, se aplicó una encuesta de satisfacción tipo Likert (1–5) para medir percepción de usabilidad, eficiencia y aceptación del sistema. La encuesta fue respondida por 22 usuarios que interactuaron con el sistema durante las sesiones de validación y demostración del prototipo (ver Apéndice C). Cabe indicar que las métricas de eficiencia operativa (tiempos) presentadas en la Sección 3.2.1 corresponden al grupo de pruebas del plan experimental; mientras que esta encuesta amplía la percepción de adopción y experiencia de uso.

En cuanto al perfil de los encuestados, predominó el rol GESTOR con 16 respuestas (72.7%), seguido de AYUDANTE con 3 (13.6%), ADMINISTRADOR con 2 (9.1%) y LECTOR con 1 (4.5%).

Figura 16. Distribución de roles de los encuestados (n=22).

Seleccione el rol con el que interactuó en el sistema:
22 respuestas



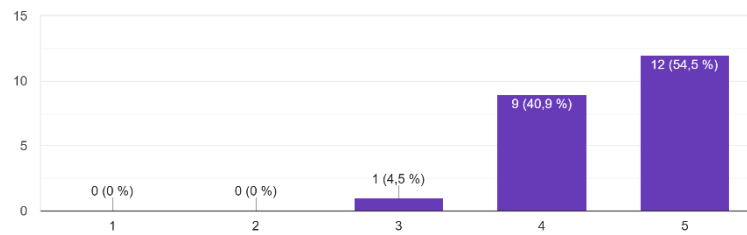
Usabilidad e interfaz (UI/UX)

Los resultados evidencian una percepción altamente positiva de la interfaz. La afirmación “La interfaz del sistema es limpia y fácil de entender desde el primer ingreso” obtuvo un promedio de 4.50/5, con 95.5% de respuestas en acuerdo (4–5). Asimismo, “Pude completar mis tareas sin requerir asistencia técnica constante” alcanzó un promedio de 4.73/5, con 95.5% en acuerdo (4–5), lo cual sugiere una curva de aprendizaje baja y operación autónoma por parte de los usuarios.

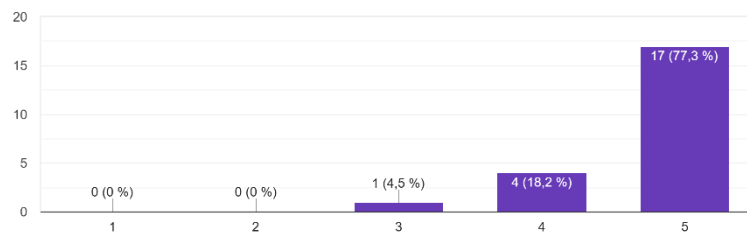
Adicionalmente, los ítems relacionados con confianza y rendimiento mostraron máximos niveles de aceptación: “Los mensajes de confirmación son claros y me dan seguridad” y “El sistema responde con rapidez al navegar entre el Tablero y los listados de procesos” obtuvieron promedios de 4.95/5, con 100% de respuestas en acuerdo (4–5).

Figura 17. Resultados de satisfacción en UI/UX y rendimiento.

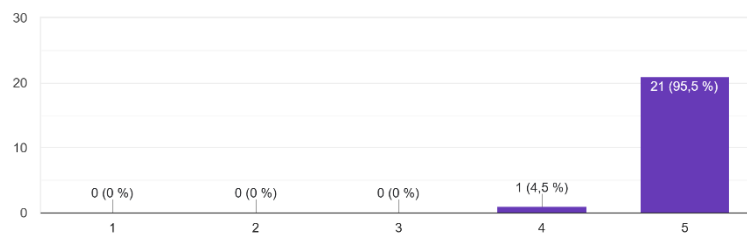
La interfaz del sistema es limpia y fácil de entender desde el primer ingreso.
22 respuestas



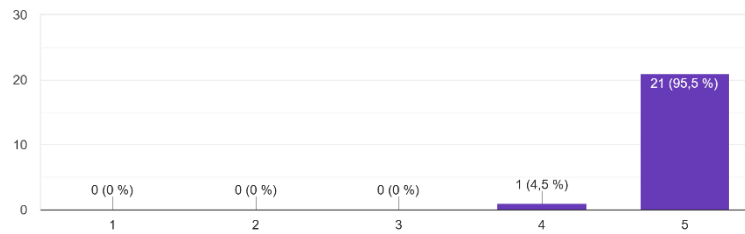
Pude completar mis tareas sin requerir asistencia técnica constante.
22 respuestas



Los mensajes de confirmación (ej. "Archivo subido con éxito") son claros y me dan seguridad.
22 respuestas



El sistema responde con rapidez al navegar entre el Tablero y los listados de procesos.
22 respuestas



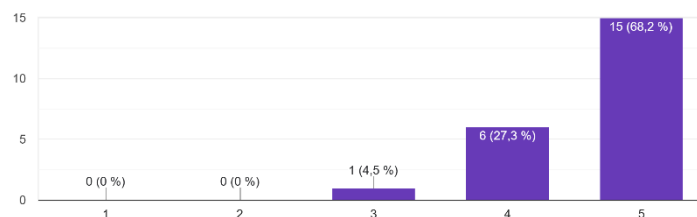
Funcionalidad y eficiencia percibida

En el componente de búsqueda, los usuarios reportaron que el uso de filtros por Año, Tipo y Etiquetas facilita significativamente la localización de evidencias frente al método tradicional, con un promedio de 4.64/5 y 95.5% de acuerdo (4–5). Esto refuerza la contribución del sistema en la reducción de fricción operativa y dependencia de repositorios dispersos.

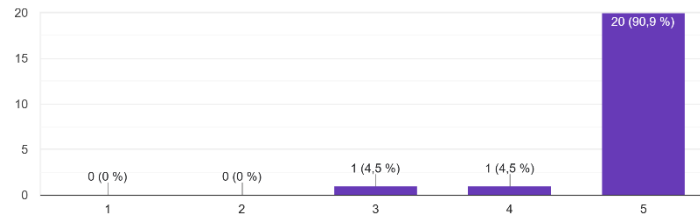
Por su parte, el Tablero de Control fue uno de los elementos mejor valorados: el ítem “El Tablero me facilita conocer qué documentos me faltan por entregar o revisar” obtuvo un promedio de 4.86/5 y 95.5% de acuerdo (4–5), destacando el aporte del sistema en visibilidad y control de cumplimiento. Finalmente, el ítem “Considero valioso tener toda la documentación histórica y actual unificada en una sola plataforma web” alcanzó 5.00/5, con 100% de respuestas en el valor máximo, evidenciando consenso absoluto sobre la utilidad de la centralización.

Figura 18. Percepción de eficiencia por filtros y utilidad del tablero.

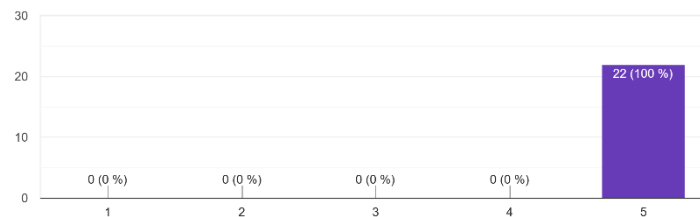
Los filtros por "Año", "Tipo" y "Etiquetas" me permitieron localizar la evidencia mucho más rápido que mi método de búsqueda normal.
22 respuestas



El "Tablero de Control" (Dashboard) me facilita conocer qué documentos me faltan por entregar o revisar.
22 respuestas



Considero valioso tener toda la documentación histórica y actual unificada en una sola plataforma web.
22 respuestas



Aceptación y adopción del sistema

La experiencia global con el sistema fue calificada como Excelente por el 81.8% (18) y como Buena por el 18.2% (4), sin registros en las categorías Regular o Mala. En términos de adopción institucional, el 90.9% (20) indicó “Sí, definitivamente” ante la pregunta sobre si la implementación mejoraría la organización documental, mientras que el 9.1% (2) respondió “Tal vez, con algunas mejoras”, lo que refleja una alta intención de adopción con oportunidades puntuales de mejora.

Figura 19. Experiencia.

En general, ¿cómo calificaría su experiencia usando el sistema RIE?

22 respuestas

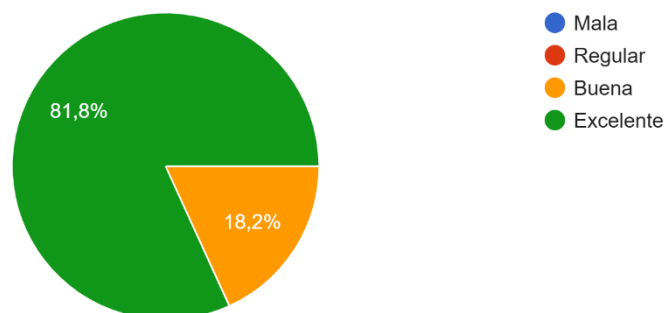
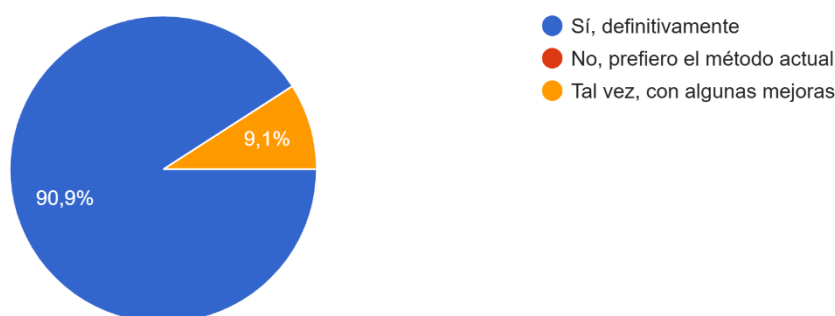


Figura 20. Intención de adopción del sistema.

¿Considera que la implementación oficial de este sistema mejoraría la organización documental de la facultad?

22 respuestas



Retroalimentación cualitativa

Las respuestas abiertas se concentraron en cinco líneas de mejora:

- Integración institucional: vinculación con SAAC, Aula Virtual y autenticación ESPOL, y escalamiento para otras facultades.
- Gestión operativa: delegación de procesos o pasos, asignación por usuario/paso, y plantillas estandarizadas “bloqueadas” con deadlines.
- Funcionalidades adicionales: búsqueda por “Paso del proceso”, soporte a pasos en paralelo y más detalle informativo en los pasos.
- Mejoras de UI/UX: ordenamiento de pendientes, paginación en tablero y ajustes visuales menores (por ejemplo, alineación de íconos).
- Notificaciones: envío automático de correos.

En conjunto, los resultados cualitativos respaldan que el sistema RIE es percibido como intuitivo, rápido y útil para centralización y control del cumplimiento documental, con mejoras futuras orientadas principalmente a integración institucional y automatización operativa.

Análisis de costos

El análisis financiero contempla la valoración del capital humano invertido y la proyección de costos operativos de la infraestructura.

Costos de desarrollo (inversión inicial)

Se estimó el valor del software basándose en las horas dedicadas durante el periodo académico.

Tabla 7. Costos de desarrollo (horas/hombre)

Rol	Cantidad	Horas Totales	Tarifa Ref. (\$/h)	Valor Total
Desarrolladores	2	480 hrs	\$10.00	\$4,800.00

Nota: Este valor representa el activo tecnológico entregado a la institución.

Costos de infraestructura (proyección mensual)

Para el entorno de producción, se seleccionaron proveedores con alta disponibilidad.

Tabla 8. Costos de servicios en la nube (mensual).

Recurso / Servicio	Proveedor	Plan Seleccionado	Costo Mensual Estimado
Backend (Cómputo)	Render	Service (Starter)	\$7.00
Base de Datos	Supabase	Pro Plan	\$25.00
Almacenamiento (S3)	Cloudflare R2	Standard (10GB+)	~\$5.00
Frontend (Hosting)	Vercel	Pro Plan	\$20.00
TOTAL MENSUAL			~\$57.00

Fuente: Tarifarios oficiales a la fecha de elaboración del proyecto.

Cabe destacar que, gracias a las capas gratuitas de Supabase (500MB), Cloudflare R2 (10GB) y Vercel, el sistema puede operar con un costo real de \$0.00 durante su fase de implementación inicial en la facultad.

Conclusión financiera

El análisis demuestra la sostenibilidad del proyecto. Con un costo operativo proyectado bajo (~\$57.00 en escenario comercial) y la capacidad de operar gratuitamente bajo las condiciones actuales, el sistema RIE ofrece una solución robusta sin comprometer el presupuesto de la FIEC.

CAPÍTULO 4

Conclusiones y recomendaciones

La implementación del Repositorio Institucional de Evidencias (RIE) representó un avance estratégico para la gestión documental de la FIEC, al transformar un entorno de archivos dispersos en un sistema centralizado y auditable. Como fortaleza principal, el sistema se diferenció de los repositorios tradicionales al integrar capacidades de control y trazabilidad propias de un enfoque de Gestión de Contenidos Empresariales (ECM), lo que resultó fundamental para el cumplimiento de normativas de acreditación. No obstante, se identificaron debilidades relativas a la dependencia de servicios en la nube bajo capas gratuitas y la necesidad de validar el desempeño bajo una carga masiva de datos en un entorno productivo real. Los resultados evidenciaron que la centralización técnica, apoyada en metadatos, tiene la implicación directa de reducir los costos operativos de búsqueda de información para el personal administrativo.

En términos de aporte frente a enfoques tradicionales, el RIE se diferencia de repositorios institucionales centrados en difusión académica al incorporar principios de control documental, trazabilidad y flujo de trabajo propios de un enfoque tipo ECM, resultando más adecuado para evidencia administrativa y cumplimiento.

Como principal limitación, la validación se realizó en un escenario piloto con 16 participantes y un volumen controlado de evidencias; por tanto, se requiere comprobar el desempeño en operación continua con mayor carga, diversidad de procesos y crecimiento real del repositorio. Adicionalmente, el esquema actual depende de servicios en la nube con capas gratuitas, lo cual exige planificación de escalamiento y monitoreo técnico periódico. Como trabajos futuros, se plantea la integración con autenticación institucional, el escalamiento de infraestructura y una validación extendida en producción.

Conclusiones

Tras culminar el desarrollo e implementación del Repositorio Institucional de Evidencias (RIE) y analizar los resultados obtenidos durante la fase de validación con el personal de la FIEC, se presentan las siguientes conclusiones primordiales, en concordancia con los objetivos planteados al inicio del proyecto:

(Objetivo general) Se diseñó e implementó una plataforma centralizada que aborda la dispersión documental en la facultad, permitiendo gestionar evidencias académicas y administrativas bajo un esquema estandarizado y reduciendo la dependencia de repositorios personales y nubes no institucionales.

(OE1) El módulo de Plantillas de Procesos permitió definir esquemas dinámicos para trámites recurrentes, disminuyendo la incertidumbre sobre requisitos documentales y asegurando que los expedientes generados con el sistema cumplan la estructura establecida por la normativa vigente.

(OE2) La implementación de mecanismos de búsqueda y filtrado (por atributos como fecha, tipo de evidencia, estado y responsable) facilitó la localización oportuna de evidencias, mejorando el control documental y reduciendo la necesidad de búsquedas manuales distribuidas entre áreas.

(OE3) La incorporación de un módulo de auditoría y el almacenamiento seguro en la nube garantizan integridad y trazabilidad, al registrar de forma inmutable las interacciones con los archivos y ofrecer a las autoridades una base verificable para control interno y preparación ante auditorías de acreditación.

(OE4) La validación cuantitativa evidenció mejoras significativas en eficiencia operativa: el tiempo de búsqueda de evidencias se redujo en 87.5% (de 6 minutos a 45 segundos, en promedio) y la creación de expedientes se optimizó en 86.6% (de 15 minutos a

2 minutos). Estos resultados respaldan que la centralización y el uso de metadatos estructurados impactan directamente en la productividad del personal administrativo.

Recomendaciones

Tras culminar lo planificado en el proyecto, se proponen las siguientes recomendaciones primordiales para ampliar el alcance de la solución y abordar las limitaciones identificadas:

- Evaluar la integración con un servicio de autenticación centralizada institucional, de modo que docentes y administrativos accedan con credenciales oficiales, fortaleciendo seguridad, control de accesos y experiencia de usuario.
- Implementar un esquema de monitoreo mensual de consumo de infraestructura (almacenamiento y base de datos), con alertas y umbrales definidos, para anticipar incrementos de uso y planificar la transición a planes escalables cuando el volumen de evidencias o la demanda operativa lo requiera.
- Desarrollar una aplicación móvil nativa (iOS/Android) o una solución móvil robusta que facilite la captura y carga de evidencias desde dispositivos, incorporando funciones de escaneo y subida directa para reducir fricción en escenarios de trabajo híbrido.
- Ejecutar una validación posterior en entorno productivo con una muestra ampliada y procesos adicionales, incorporando métricas complementarias (por ejemplo, disponibilidad del sistema, tiempos de respuesta en horas pico, errores de carga y tasa de expedientes conformes) para fortalecer la mejora continua de la plataforma.

REFERENCIAS

- FIEC-ESPOL. (2024). *Solicitudes Académicas*. Obtenido de <https://www.fiec.espol.edu.ec/es/solicitudes-academicas>
- Avalos, V. (2014). *ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE GESTIÓN DOCUMENTAL Y LA EFICIENCIA ADMINISTRATIVA*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/234576574.pdf>
- FIEC-ESPOL. (Septiembre de 2006). *Manual de descripción de funciones*. Obtenido de <https://www.fiec.espol.edu.ec/resources/iso9001/manual-funciones/manual-funciones-rev2-sept.pdf>
- UDIT. (2024). *La importancia de un Repositorio Institucional en las Universidades*. Obtenido de <https://www.udit.es/la-importancia-de-un-repositorio-institucional-en-las-universidades/>
- IGI-Global. (2013). *Enterprise Content Management (ECM)*. (Dictionary of Database Technologies and Applications) Obtenido de <https://www.igi-global.com/viewtitle.aspx?TitleId=77286&isxn=9781466641532>
- The World Bank. (2022). *CAPÍTULO 8: Gestión documental - Glosario*. Obtenido de <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/05b317fbbd18605889e9d27d873d28a9-0240022022/original/WBG-RM-Roadmap-Part-8-Spanish-Final.pdf>
- Biblioteca Nacional Digital. (s.f.). *ISO 30300*. Obtenido de https://www.bibliotecanacionaldigital.gob.cl/bnd/612/articles-132155_recurso_01.pdf
- Diana G. Oblinger, B. L. (2007). Calling All Myth Busters. *EDUCAUSE Review*, 42(6), 14-15. Obtenido de <http://www.educause.edu/ir/library/pdf/erm0667.pdf>
- SOL-SBC. (s.f.). *Use of the Dublin Core Standard to Express Open Metadata Related to Software Engineering Experiments*. Obtenido de <https://sol.sbc.org.br/index.php/opensciense/article/download/25845/25661>

Qué Son Los Metadatos yCuál Es Su Utilidad. (s.f.). Obtenido de

<https://es.scribd.com/document/421088070/Que-Son-Los-Metadatos-y-Cual-Es-Su-Utilidad>

Dublin Core metadata semantics: an analysis of the perspectives of information

professionals. (s.f.). Obtenido de

<https://cci.drexel.edu/faculty/jpark/articles/Dublin%20Core%20metadata%20semantic%20s.pdf>

DCMI - Bibliopos. (s.f.). *2.19 Info en Red.* Obtenido de [http://www.bibliopos.es/Biblion-A2-](http://www.bibliopos.es/Biblion-A2-Bibliografia-Documentacion/19Info-Red-DCMI.pdf)

[Bibliografia-Documentacion/19Info-Red-DCMI.pdf](http://www.bibliopos.es/Biblion-A2-Bibliografia-Documentacion/19Info-Red-DCMI.pdf)

Escuela de Ingeniería Informática. (s.f.). *Aplicación de metodología Scrum para el desarrollo de una API web de gestión médica.* Obtenido de

<https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/33259/TFG-G3462.pdf?sequence=1>

Entretejidos Revista de Transdisciplina y Cultura. (s.f.). *Metodología Scrum en un startup especializado en investigación de mercados: el caso del área de Software.* Obtenido

de <https://entretejidos.iconos.edu.mx/thesite/metodologia-scrum-en-un-startup-especializado-en-investigacion-de-mercados-el-caso-del-area-de-software/>

Armijos, C. (2020). *DESARROLLAR UNA APLICACIÓN PARA LA PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS EMPLEANDO LA TÉCNICA USER STORY MAPPING.* Guayaquil.

Repositori UOC. (s.f.). *La gestión documental en las organizaciones.* Obtenido de

https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/147130/5/GestionDocumental_Modulo1_LaGestionDocumentalEnLasOrganizaciones.pdf

Apéndices

Apéndice A. Acta de validación del prototipo

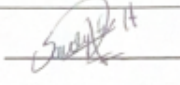
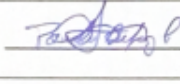
Firmas de aceptación del Prototipo Inicial

Registro de firmas

Pruebas de usuario del prototipo del Sistema de Gestión Documental FIEC

Fecha: Lunes 17 de noviembre de 2025

Mediante la presente se deja constancia de la participación de los siguientes usuarios en las pruebas de usuario del prototipo del sistema de gestión documental de la FIEC.

Nº	Nombre completo	Cargo	Firma
1	Renata Anita Salas	Asistente Ejecutiva 3	
2	Jandy Lino Huaión	Asistente Ejecutiva 2	
3	Pamela Delfy Panta	Asistente Ejecutivo 2	
4			



Apéndice B. Plan de Pruebas y Evaluación

Descripción General

El objetivo de esta evaluación es validar si el sistema RIE alcanza las metas de eficiencia operativa y cumplimiento normativo planteadas en la tesis. Específicamente, se busca comprobar si el sistema reduce el tiempo de búsqueda de evidencias y mejora la visibilidad del cumplimiento de procesos en comparación con el método actual (carpetas físicas, correo electrónico o almacenamiento personal disperso). El estudio se ejecuta con un enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo) con 16 usuarios del personal administrativo y docente de la FIEC. Los participantes realizan tareas críticas primero usando sus métodos actuales (Pre-Test) y luego utilizando el prototipo RIE (Post-Test).

Logística, cronograma y reclutamiento

Para garantizar la viabilidad de la muestra y el cumplimiento del calendario académico, se ha definido la siguiente planificación operativa:

- **Fechas de ejecución:** Las sesiones de evaluación se llevarán a cabo del lunes 15 al viernes 19 de diciembre de 2025, en horarios de 09:00 a 12:00 y de 14:00 a 16:00.
- **Punto de contacto y reclutamiento:** El reclutamiento de los participantes administrativos ha sido coordinado con la asistencia de Renata Ávila Salas (Asistente Ejecutiva de Decanato), quien ha facilitado el acceso al personal de secretaría y ha validado la disponibilidad de los horarios.
- **Convocatoria:** Se realizó convocatoria digital a los participantes seleccionados mediante correo institucional, adjuntando el consentimiento informado.

Participantes

Se contó con la participación de 16 usuarios estratégicos de la facultad, distribuidos según roles del sistema (UserRole):

- 6 Secretarias (Rol GESTOR): Responsables de la gestión diaria de trámites y expedientes.
- 5 Ayudantes (Rol AYUDANTE/LECTOR): Encargados de la carga operativa de evidencias y documentación de soporte.
- 4 Profesores (Rol GESTOR): Encargados de la verificación de cumplimiento académico y revisión documental.
- 1 Cliente Validador (Rol ADMIN): Subdecano, quien validó tableros gerenciales y reportes de auditoría.

Aspectos a evaluar y métricas

Aspecto evaluado #1: Eficiencia en la Recuperación y Gestión de Evidencias

(Comparativa)

- Meta: Reducir el tiempo promedio de recuperación de una evidencia en al menos un 50% respecto al método actual, cumpliendo con el OE4 de la tesis.
- Metodología: Se cronometrará el tiempo que tardan los usuarios en completar tres tareas específicas en dos escenarios:
 - *Escenario A (Actual)*: Buscar un archivo en el sistema de carpetas compartidas/correos actuales.
 - *Escenario B (Sistema RIE)*: Realizar la misma acción utilizando los filtros de búsqueda y Tablero de control del sistema propuesto.
- Tareas a medir:
 - Localización: Encontrar una evidencia específica.
 - Estado del proceso: Identificar qué pasos faltan para completar un proceso de "Anulación de Matrícula".

Aspecto evaluado #2: Tasa de Éxito y Errores (Interacción)

- Meta: Que el 90% de los usuarios logren completar la carga de una evidencia sin errores de validación (formato/peso) en el primer o segundo intento. Esto valida el requerimiento RNF-04 sobre retroalimentación clara.
- Metodología: Observación directa. Se contabilizará:
 - Éxito: Si el usuario logra instanciar un proceso y cargar el archivo PDF correcto en el paso indicado.
 - Errores: Número de intentos fallidos (ej. intentar subir un archivo muy pesado o en formato incorrecto) y si el sistema les notificó el error adecuadamente.

Aspecto evaluado #3: Satisfacción y Usabilidad (Encuesta)

- Meta: Obtener una puntuación promedio superior a 4/5 en la percepción de facilidad de uso y utilidad del Tablero de control.
- Metodología: Al finalizar las tareas, los usuarios responderán una encuesta (adaptada del ejemplo comunitario 11) usando una escala de Likert (1-5).
- Preguntas Clave:
 - Intuitividad: "¿Qué tan fácil fue aprender a usar el sistema sin ayuda externa?" (1: Muy difícil - 5: Muy fácil).
 - Visibilidad: "¿Qué tan útil le pareció el Tablero para entender el porcentaje de cumplimiento de sus procesos?" (Relacionado con GD-003).
 - Búsqueda: "¿Cómo califica la función de filtros para encontrar documentos comparado con su método anterior?".
 - Disposición: "¿Recomendaría la implementación oficial de este sistema en la FIEC?".

Protocolo de Ejecución de la Prueba

- Introducción (5 min): Explicación breve del propósito del RIE (centralización y estandarización) sin dar un tutorial profundo, para medir la intuitividad.
- Pre-Test (Escenario Actual - 10 min): Se pide al usuario que busque un documento específico en sus carpetas actuales. Se registra el tiempo y la dificultad expresada.
- Interacción con RIE (20 min):
 - El usuario inicia sesión y revisa el Tablero.
 - El usuario crea una instancia de proceso desde una plantilla (Gestor) o revisa sus pendientes (Ayudante).
 - El usuario carga una evidencia (simulada).
 - El usuario utiliza el buscador para filtrar por "Tipo de evidencia" y "Fecha".
- Post-Test (Encuesta - 5 min): Llenado del formulario de satisfacción.
- Entrevista de Salida: Preguntas abiertas sobre qué características faltan o qué obstáculos encontraron.

Resultados Esperados

Métrica	Promedio Método Actual	Promedio Sistema RIE	% Mejora (Esperado)
Tiempo de Búsqueda	5 min 30 seg	45 seg	~86%
Tiempo de Reporte de Estado	10 min (manual)	5 seg (Tablero)	~99%

Recursos Necesarios

- Prototipo funcional desplegado (React + NestJS) accesible vía navegador web.
- Base de datos poblada con al menos 25 registros de procesos y usuarios ficticios para que las búsquedas arrojen resultados reales.
- Computadoras de escritorio o laptops de los usuarios (ambiente real de trabajo).

Apéndice C. Encuesta de Satisfacción y Usabilidad

Título: Evaluación de Experiencia de Usuario - Sistema RIE (FIEC)

Objetivo: Medir el nivel de satisfacción, usabilidad y percepción de eficiencia del nuevo Repositorio Institucional de Evidencias en comparación con los métodos actuales de gestión documental.

Público Objetivo: Personal administrativo, docente y autoridades de la FIEC que participaron en las sesiones de validación.

Formato: Escala de Likert (1 a 5) y preguntas abiertas.

SECCIÓN 1: Perfil del Usuario

Seleccione el rol con el que interactuó en el sistema:

GESTOR (Secretaría / Coordinación Académica)

AYUDANTE (Docente / Estudiante de Apoyo)

LECTOR (Auditor / Autoridad / Subdecanato)

ADMINISTRADOR (Soporte Técnico / DST)

SECCIÓN 2: Usabilidad e Interfaz (UI/UX)

Valore las siguientes afirmaciones del 1 al 5: (1: Muy en desacuerdo | 2: En desacuerdo | 3: Neutral | 4: De acuerdo | 5: Muy de acuerdo)

#	Afirmación	1	2	3	4	5
1	La interfaz del sistema es limpia y fácil de entender desde el primer ingreso.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2	Pude completar mis tareas (según mi rol de Gestor, Ayudante o Lector) sin requerir asistencia técnica constante.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3	Los mensajes de confirmación (ej. "Archivo subido con éxito") son claros y me dan seguridad.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4	El sistema responde con rapidez al navegar entre el Tablero y los listados de procesos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

SECCIÓN 3: Funcionalidad y Eficiencia Operativa

Comparando su experiencia con el método anterior:

#	Afirmación	1	2	3	4	5
5	Búsqueda: Los filtros por "Año" y "Tipo" me permitieron localizar la evidencia mucho más rápido que buscando en carpetas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6	Visibilidad: El "Tablero de Control" me facilita conocer qué documentos me faltan por entregar o revisar.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7	Carga: (Solo Ayudantes/Gestores) El proceso de subir evidencias digitales es más ordenado y seguro que enviarlas por correo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8	Centralización: Considero valioso tener toda la documentación histórica y actual unificada en una sola plataforma web.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

SECCIÓN 4: Aceptación y Adopción

9. En general, ¿cómo calificaría su experiencia usando el sistema RIE?

Mala Regular Buena Excelente

10. ¿Considera que la implementación oficial de este sistema mejoraría la organización documental de la FIEC?

No, prefiero el método actual. Tal vez, con algunas mejoras. Sí, definitivamente.

SECCIÓN 5: Retroalimentación (Opcional)

¿Encontró algún inconveniente específico o tiene alguna sugerencia para futuras versiones?

Gracias por su colaboración.

Apéndice D. Manuales del sistema

MANUALES DEL SISTEMA

Repositorio Institucional de Evidencias (RIE)

Sistema de Gestión Documental - FIEC

Versión 1.0 - Enero 2026

Manual de Usuario

Sistema de Gestión Documental - FIEC

1. Introducción

El Sistema de Gestión Documental de la Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (FIEC) es una aplicación web diseñada para optimizar el seguimiento, control y gestión de procesos documentales institucionales. Este manual proporciona las instrucciones necesarias para utilizar todas las funcionalidades del sistema.

2. Acceso al Sistema

2.1 Inicio de Sesión

1. Acceda a la URL del sistema proporcionada por el administrador.
2. Ingrese sus credenciales:
 - Correo electrónico institucional
 - Contraseña

1. Haga clic en el botón "Iniciar Sesión".

2.2 Recuperación de Contraseña

Si olvidó su contraseña, contacte al administrador del sistema para solicitar el restablecimiento de credenciales.

3. Panel Principal

Al iniciar sesión, accederá al panel principal que muestra:

- Resumen de procesos: Vista general de procesos pendientes, en progreso y completados.
- Accesos rápidos: Botones para crear nuevos procesos y acceder a plantillas.
- Navegación lateral: Menú con acceso a todas las secciones del sistema.

4. Gestión de Procesos

4.1 Crear un Nuevo Proceso

4. Haga clic en el botón "Nuevo Proceso" en el panel principal.
5. Complete el formulario:
 - Tipo de proceso: Seleccione la categoría correspondiente.
 - Plantilla: Elija la plantilla que define los pasos del proceso.
 - Título: Ingrese un nombre descriptivo.
 - Año y Mes: Especifique el período correspondiente.
 - Fecha límite (opcional): Establezca una fecha de vencimiento.
 - Responsable: Seleccione el usuario responsable del proceso (por defecto es usted mismo, puede delegarlo a otro usuario).

6. Haga clic en "Crear Proceso".

4.2 Visualizar Procesos

La lista de procesos muestra:

Campo	Descripción
Tipo	Categoría del proceso
Título	Nombre identificativo

Campo	Descripción
Año	Período correspondiente
Responsable	Usuario asignado
Estado	Pendiente, En Progreso o Completado
Progreso	Porcentaje de pasos completados

4.3 Filtros y Búsqueda

- **Búsqueda:** Ingrese términos para buscar por título del proceso o nombre de pasos. Si la coincidencia es en un paso específico, se mostrará un indicador "Coincide en paso: [nombre]".

- **Filtro por año:** Seleccione un año específico.
- **Filtro por estado:** Filtre por procesos pendientes o completados.
- **Filtro por tipo:** Seleccione una categoría específica.

4.4 Detalle del Proceso

Al hacer clic en un proceso, accederá a la vista detallada que incluye:

- **Información general:** Estado, responsable, fechas.
- **Lista de pasos:** Cada paso muestra su estado y documentos asociados.
- **Botón Delegar:** Permite asignar el proceso a otro usuario del sistema.
- **Acciones:** Subir documentos, marcar pasos como completados.

4.5 Delegación de Procesos

Para delegar un proceso a otro usuario:

7. Acceda al detalle del proceso.
8. Junto al nombre del responsable actual, haga clic en el botón "Delegar".
9. Seleccione el nuevo usuario responsable de la lista desplegable.
10. Confirme la asignación haciendo clic en "Delegar".

Nota: El proceso delegado aparecerá automáticamente en la lista de procesos del nuevo responsable.

5. Gestión de Documentos

5.1 Subir Documentos

11. En el detalle del proceso, localice el paso correspondiente.
12. Haga clic en el botón "Subir" (icono de carga).
13. Seleccione el archivo desde su dispositivo.
14. Complete los campos requeridos:
 - Nombre del documento
 - Tipo de documento (si aplica)
15. Confirme la carga.

5.2 Formatos Soportados

El sistema acepta los siguientes formatos:

- Documentos: PDF, DOC, DOCX
- Hojas de cálculo: XLS, XLSX
- Imágenes: JPG, PNG
- Otros: Según configuración del administrador

5.3 Visualizar y Descargar Documentos

- Vista previa: Haga clic en el icono de ojo para previsualizar documentos PDF.
- Descarga: Haga clic en el icono de descarga para obtener el archivo.
- Descarga masiva: Use el botón "Exportar ZIP" para descargar todos los

documentos de un proceso.

5.4 Eliminar Documentos

16. Localice el documento en la lista de archivos del paso.
17. Haga clic en el icono de eliminar (papelera).

18. Confirme la eliminación en el diálogo de confirmación.

6. Gestión de Plantillas

6.1 Acceder a Plantillas

19. En el menú lateral, seleccione "Plantillas".

20. Visualice la lista de plantillas disponibles por categoría.

6.2 Crear una Nueva Plantilla

21. Haga clic en "Nueva Plantilla".

22. Complete la información básica:

- Nombre: Identificador de la plantilla.
- Descripción: Propósito y uso de la plantilla.
- Tipo de proceso: Categoría a la que pertenece.
- Bloquear plantilla: Active esta opción si desea que solo administradores

puedan modificarla.

23. Defina los pasos:

- Haga clic en "Agregar Paso" para cada etapa del proceso.
- Configure: nombre, descripción, documentos requeridos y si es obligatorio.

24. Guarde la plantilla.

6.3 Editar Plantilla

25. Localice la plantilla en la lista.

26. Haga clic en el icono de edición (lápiz).

27. Modifique los campos necesarios.

28. Guarde los cambios.

Nota: Las plantillas con el icono de candado (candado) son plantillas bloqueadas y solo pueden ser editadas por administradores.

6.4 Activar/Desactivar Plantilla

- Las plantillas inactivas no aparecen en la selección al crear procesos.
- Use el interruptor de estado para cambiar la disponibilidad.

7. Administración de Usuarios

(Disponible solo para usuarios con rol de Administrador)

7.1 Gestionar Usuarios

29. Acceda a "Configuración" > "Usuarios".
30. Visualice la lista de usuarios registrados.

7.2 Crear Usuario

31. Haga clic en "Nuevo Usuario".
32. Complete los datos:
 - Nombre completo
 - Correo electrónico
 - Rol (Administrador, Gestor, Lector, Ayudante)
33. Guarde el usuario.

7.3 Modificar Usuario

34. Seleccione el usuario de la lista.
35. Edite los campos necesarios.
36. Guarde los cambios.

7.4 Roles del Sistema

Rol: Permisos

Administrador : Acceso total al sistema, gestión de usuarios, edición de plantillas bloqueadas, visualización de todos los procesos

Gestor: Gestión completa de procesos y plantillas, puede crear y delegar procesos

Lector: Visualización de procesos asignados, puede subir documentos a los pasos

Ayudante: Acceso limitado de apoyo, visualización y colaboración en procesos asignados

8. Reportes y Exportación

8.1 Exportar Procesos

37. En la lista de procesos, seleccione los procesos deseados.
38. Haga clic en "Exportar".
39. Seleccione el formato (Excel, PDF).
40. Descargue el archivo generado.

8.2 Exportar Documentos de un Proceso

41. Acceda al detalle del proceso.
42. Haga clic en "Descargar ZIP".
43. Obtenga todos los documentos asociados en un archivo comprimido.

9. Preguntas Frecuentes

¿Cómo cambio mi contraseña?

Contacte al administrador del sistema para solicitar el cambio de credenciales.

¿Puedo recuperar un proceso eliminado?

No. Los procesos eliminados no pueden recuperarse. Asegúrese antes de confirmar la eliminación.

¿Por qué no puedo editar una plantilla?

Verifique si la plantilla está bloqueada (icono de candado). Solo los administradores pueden modificar plantillas bloqueadas.

¿Cómo delego un proceso a otro usuario?

En el detalle del proceso, haga clic en el botón "Delegar" junto al nombre del responsable actual y seleccione el nuevo usuario.

¿Por qué no veo ciertos procesos?

Solo puede ver procesos que usted creó o que le fueron delegados, a menos que tenga rol de Administrador.

10. Soporte Técnico

Para reportar problemas o solicitar asistencia:

- Correo: damateo@espol.edu.ec o napasaca@espol.edu.ec
- Teléfono: 0986174238
- Horario de atención: Lunes a Viernes, 8:00 - 17:00

Documento elaborado para el Sistema de Gestión Documental FIEC

Versión 1.0 - Enero 2026

Manual de Implementación y Desarrollo

Sistema de Gestión Documental - FIEC

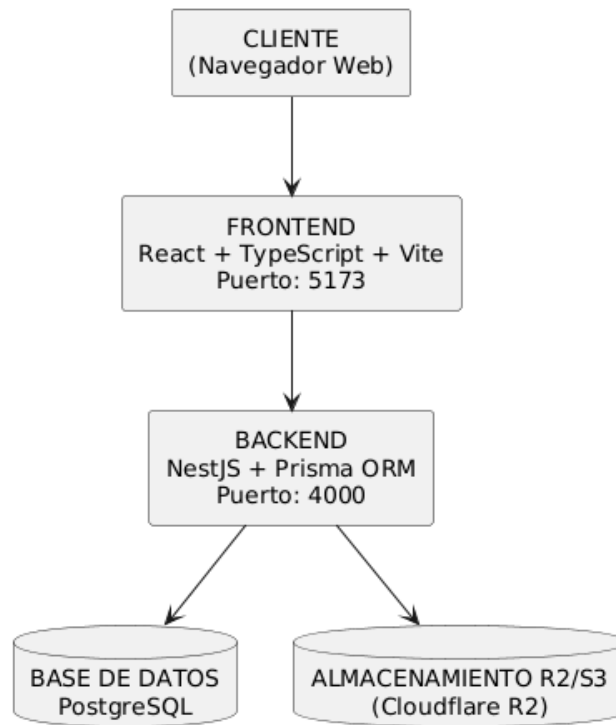
1. Introducción

Este documento técnico describe la arquitectura, configuración e implementación del Sistema de Gestión Documental desarrollado para la Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (FIEC). Está dirigido a desarrolladores y administradores de sistemas que necesiten instalar, configurar, mantener o extender el sistema.

2. Arquitectura del Sistema

2.1 Visión General

El sistema sigue una arquitectura de tres capas con separación clara entre frontend y backend:

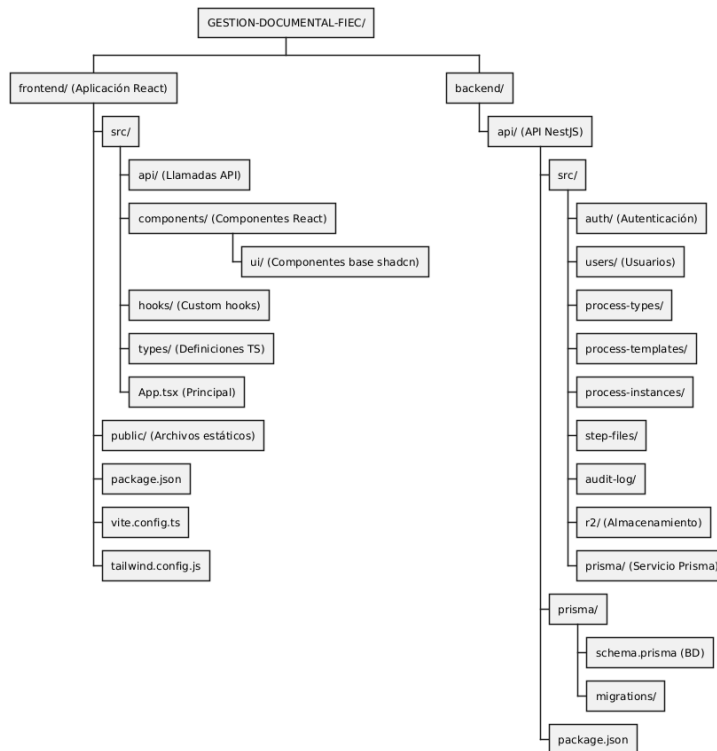


2.2 Stack Tecnológico

Componente	Tecnología	Versión
Frontend	React	18.x
Bundler	Vite	5.x
Lenguaje Frontend	TypeScript	5.x
Estilos	Tailwind CSS	3.x
Componentes UI	shadcn/ui	-
Backend	NestJS	10.x
ORM	Prisma	6.x
Base de Datos	PostgreSQL	14
Almacenamiento	Cloudflare R2	-

Componente	Tecnología	Versión
Autenticación	JWT	-
Runtime	Node.js	18.x+

3. Estructura del Proyecto



4. Requisitos del Sistema

4.1 Requisitos de Hardware (Producción)

Recurso	Mínimo	Recomendado
CPU	2 cores	4 cores
RAM	4 GB	8 GB
Almacenamiento	20 GB SSD	50 GB SSD

4.2 Requisitos de Software

- Node.js 18.x o superior
- npm 9.x o superior
- PostgreSQL 14 o superior
- Git

4.3 Servicios Externos

- Cuenta de Cloudflare R2 (para almacenamiento de archivos)
- Servidor SMTP (opcional, para notificaciones)

5. Instalación y Configuración

5.1 Clonar el Repositorio

```
git clone [URL_DEL_REPOSITORIO]
cd GESTION-DOCUMENTAL-FIEC
```

5.2 Configurar el Backend

5.2.1 Instalar Dependencias

```
cd backend/api
npm install
```

5.2.2 Variables de Entorno

```
Crear archivo `.env` en `backend/api/`:

# Base de Datos
```

```
DATABASE_URL="postgresql://usuario:password@localhost:5432/gestion_documento"
ntal"
```

```
# JWT
```

```
JWT_SECRET="clave_secreta_segura_de_al_menos_32_caracteres"
```

```
JWT_EXPIRATION="7d"
```

```
# Cloudflare R2
```

```
R2_ACCOUNT_ID="tu_account_id"
```

```
R2_ACCESS_KEY_ID="tu_access_key"
```

```
R2_SECRET_ACCESS_KEY="tu_secret_key"
```

```
R2_BUCKET_NAME="gestion-documental-fiec-files"
```

```
R2_PUBLIC_URL="https://tu-bucket.r2.dev"
```

```
# Servidor
```

```
PORT=4000
```

```
NODE_ENV=development
```

5.2.3 Configurar Base de Datos

```
# Generar cliente Prisma
```

```
npx prisma generate
```

```
# Aplicar migraciones
```

```
npx prisma migrate deploy
```

```
# (Opcional) Poblar datos iniciales
```

```
npx prisma db seed
```

5.2.4 Iniciar Backend

```
# Desarrollo
```

```
npm run start:dev
```

```
# Producción
```

```
npm run build
```

```
npm run start:prod
```

5.3 Configurar el Frontend

5.3.1 Instalar Dependencias

```
cd frontend
```

```
npm install
```

5.3.2 Variables de Entorno

Crear archivo `.env` en `frontend/`:

```
VITE_API_URL=http://localhost:4000
```

5.3.3 Iniciar Frontend

```
# Desarrollo
```

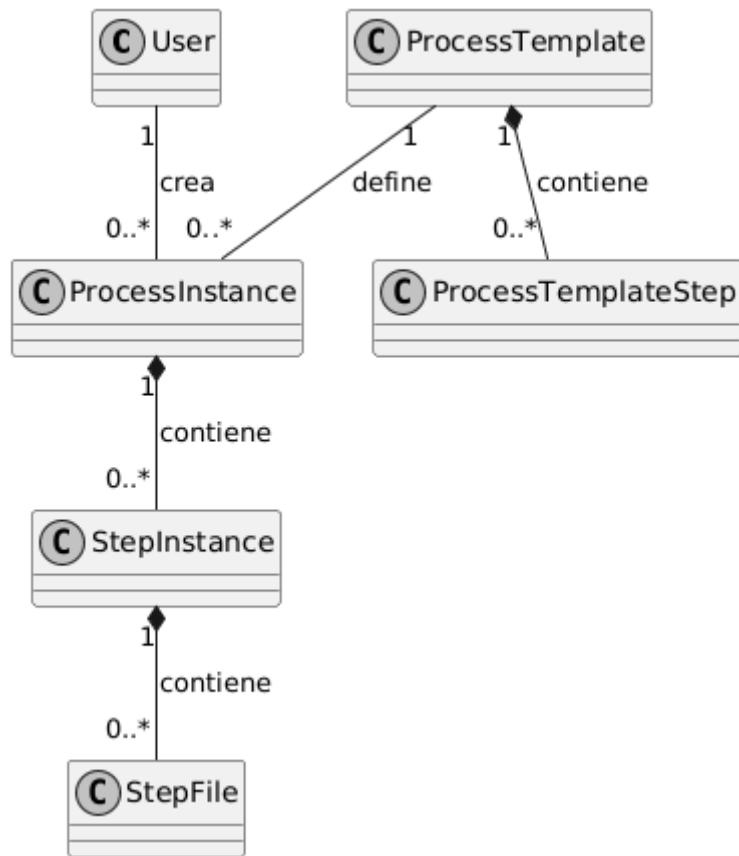
```
npm run dev
```

```
# Producción (generar build)
```

```
npm run build
```

6. Modelo de Datos

6.1 Diagrama Entidad-Relación Simplificado



6.2 Entidades Principales

User

Campo	Tipo	Descripción
id	Int	Identificador único
email	String	Correo electrónico (único)
fullName	String	Nombre completo
password	String	Contraseña hasheada
role	UserRole	ADMINISTRADOR, GESTOR, LECTOR, AYUDANTE
isActive	Boolean	Estado del usuario

ProcessTemplate

Campo	Tipo	Descripción
id	Int	Identificador único
name	String	Nombre de la plantilla
description	String	Descripción
processTypeId	Int	FK a ProcessType
isActive	Boolean	Disponibilidad
isLocked	Boolean	Bloqueada para edición
steps	Relation	Pasos de la plantilla

ProcessInstance

Campo	Tipo	Descripción
id	Int	Identificador único
title	String	Título del proceso
estado	EstadoProceso	PENDIENTE, EN_PROGRESO, COMPLETADO
processTypeId	Int	FK a ProcessType
templateId	Int	FK a ProcessTemplate
createdById	Int	Usuario creador
responsibleUserId	Int	Usuario responsable
year	Int	Año del proceso
month	Int	Mes del proceso
dueAt	DateTime	Fecha límite

Campo	Tipo	Descripción
StepInstance		
id	Int	Identificador único

Campo	Tipo	Descripción
title	String	Nombre del paso
estado	EstadoPaso	PENDIENTE, COMPLETADO
StepFile		
name	String	Nombre del archivo
r2Key	String	Clave única en Cloudflare R2
mimeType	String	Tipo de archivo (MIME)
size	Int	Tamaño en bytes

7. API REST

7.1 Autenticación

Todas las rutas (excepto login) requieren el header:

Authorization: Bearer <token_jwt>

7.2 Endpoints Principales

Autenticación

Método	Ruta	Descripción
POST	/auth/login	Iniciar sesión
GET	/auth/profile	Obtener perfil actual

Usuarios

Método	Ruta	Descripción
GET	/users	Listar usuarios
POST	/users	Crear usuario

Método	Ruta	Descripción
PATCH	/users/:id	Actualizar usuario
DELETE	/users/:id	Eliminar usuario

Plantillas

Método	Ruta	Descripción
GET	/process-templates	Listar plantillas
POST	/process-templates	Crear plantilla
PATCH	/process-templates/:id	Actualizar plantilla
DELETE	/process-templates/:id	Eliminar plantilla

Instancias de Proceso

Método	Ruta	Descripción
GET	/process-instances	Listar procesos
POST	/process-instances	Crear proceso
GET	/process-instances/:id	Obtener detalle
PATCH	/process-instances/:id	Actualizar proceso
DELETE	/process-instances/:id	Eliminar proceso
PATCH	/process- instances/:id/responsible	Cambiar responsable

Archivos

Método	Ruta	Descripción
GET	/steps/:id/files	Listar archivos de paso
POST	/steps/:id/files	Subir archivo
DELETE	/step-files/:id	Eliminar archivo
GET	/step-files/:id/download	Descargar archivo

8. Seguridad

8.1 Autenticación y Autorización

- JWT: Tokens con expiración configurable.
- Guards: Protección de rutas por rol.
- Validación: DTOs con class-validator.

8.2 Control de Acceso

// Ejemplo de guard por rol

```
@UseGuards(JwtAuthGuard, RolesGuard)
```

```
@Roles(UserRole.ADMINISTRADOR)
```

```
@Delete('/:id')
```

```
remove(@Param('id') id: string) { ... }
```

8.3 Validación de Datos

- Sanitización de entradas
- Validación de tipos con DTOs
- Escape de caracteres especiales

8.4 Almacenamiento Seguro

- Contraseñas hashadas con bcrypt
- Archivos en R2 con URLs pre-firmadas
- Variables sensibles en .env

9. Despliegue en Producción

9.1 Preparación del Backend

```
cd backend/api

# Compilar

npm run build

# Configurar variables de producción

export NODE_ENV=production

export DATABASE_URL="postgresql://..."

# Aplicar migraciones

npx prisma migrate deploy

# Iniciar

npm run start:prod
```

9.2 Preparación del Frontend

```
cd frontend

# Configurar API de producción

echo "VITE_API_URL=https://api.tudominio.com" > .env.production

# Compilar

npm run build

# Los archivos quedan en /build o /dist
```

9.3 Configuración de Nginx (Ejemplo)

```
# Frontend

server {

    listen 80;

    server_name app.tudominio.com;

    root /var/www/gestion-documental/frontend/build;
```

```
location / {  
    try_files $uri $uri/ /index.html;  
}  
}
```

10. Mantenimiento

10.1 Respaldo de Base de Datos

Crear respaldo

```
pg_dump -U usuario -d gestion_documental > backup_$(date +%Y%m%d).sql
```

Restaurar

```
psql -U usuario -d gestion_documental < backup_20260111.sql
```

10.2 Logs

NestJS logs

```
pm2 logs gestion-api
```

Prisma query logs (habilitar en schema.prisma)

```
generator client {  
    provider = "prisma-client-js"  
    log      = ["query", "info", "warn", "error"]  
}
```

10.3 Actualización del Sistema

Obtener cambios

```
git pull origin main
```

Backend

```
cd backend/api
```

```
npm install
```

```
npx prisma migrate deploy
```

```
npm run build  
pm2 restart gestion-api  
# Frontend  
cd frontend  
npm install  
npm run build  
# Copiar build al servidor web
```

11. Extensibilidad

11.1 Agregar Nuevo Módulo (Backend)

```
cd backend/api  
nest generate module nombre-modulo  
nest generate controller nombre-modulo  
nest generate service nombre-modulo
```

11.2 Agregar Nueva Entidad (Prisma)

44. Editar `prisma/schema.prisma`
45. Ejecutar `npx prisma migrate dev --name descripcion`
46. El cliente se regenera automáticamente

11.3 Agregar Componente (Frontend)

Los componentes se ubican en `frontend/src/components/`. Para componentes reutilizables de UI, usar el directorio `ui/` siguiendo el patrón de shadcn/ui.

12. Solución de Problemas

Error: EPERM en Prisma Generate (Windows)

```
# Cerrar procesos Node.js  
taskkill /F /IM node.exe  
# Reintentar
```

```
npx prisma generate
```

Error: Puerto en uso

```
# Linux/Mac
```

```
lsof -i :4000
```

```
kill -9 <PID>
```

```
# Windows
```

```
netstat -ano | findstr :4000
```

```
taskkill /PID <PID> /F
```

Error de CORS

Verificar configuración en `main.ts`:

```
app.enableCors({  
  origin: ['http://localhost:5173', 'https://tudominio.com'],  
  credentials: true,  
});
```

13. Referencias

- [NestJS Documentation](https://docs.nestjs.com/)
- [Prisma Documentation](https://www.prisma.io/docs/)
- [React Documentation](https://react.dev/)
- [Tailwind CSS](https://tailwindcss.com/docs)
- [shadcn/ui](https://ui.shadcn.com/)
- [Cloudflare R2](https://developers.cloudflare.com/r2/)

Documento elaborado para el Sistema de Gestión Documental FIEC

Versión 1.0 - Enero 2026