

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

ESCUELA HÁBITAT, INFRAESTRUCTURA Y CREATIVIDAD

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

**SISTEMA WEB DE GESTIÓN DE DATOS MEDIANTE UNA ARQUITECTURA
PIPELINE PARA EL PROCESO DE TITULACIÓN Y GRADUADOS DE LA PUCE-I**

AUTOR: RICARDO SEBASTIÁN CHICAIZA BENÍTEZ

TUTOR: VIVERO GARCIA JORGE JEFFREY

IBARRA – ECUADOR

JULIO, 2026

Ibarra, 03 julio del 2026

CERTIFICACIÓN TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de titulación titulado: SISTEMA WEB DE GESTIÓN DE DATOS MEDIANTE UNA ARQUITECTURA PIPELINE PARA EL PROCESO DE TITULACIÓN Y GRADUADOS DE LA PUCE-I, presentado por el estudiante RICARDO SEBASTIÁN CHICAIZA BENÍTEZ con cédula de ciudadanía N° 100444601-7, para obtener el Título de Ingeniero en Tecnologías de la Información.

Certifico que el trabajo cumple con todos los parámetros establecidos, mediante el cual el estudiante demuestra el desarrollo de competencias en el campo de conocimiento de su profesión con un nivel de argumentación coherente, para ser sometido a la evaluación por parte de los lectores.

6/7/26, 8:40

Turnitin - Originality Report - ChicaizaR_TrabajoTitulación.docx

Turnitin Originality Report	
Processed on: 06-Jul-2026 08:28 -05	
ID: 2994230829	
Word Count: 14543	
Submitted: 1	
ChicaizaR_TrabajoTitulación.docx By RICARDO SEBASTIAN CHICAIZA BENITEZ	
Similarity Index 6%	Similarity by Source Internet Sources: 6% Publications: 1% Student Papers: 3%

**Jorge J.
Vivero
García**

Firmado
digitalmente por
Jorge J. Vivero García
Fecha: 2026.07.23
10:29:59 -05'00'

(f): _____
Mgs. VIVERO GARCIA JORGE JEFFREY
TUTOR DE TRABAJO
C.C.: 100206142-0

PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El tribunal examinador, aprueba el presente trabajo en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Ibarra:

**Jorge J.
Vivero García**
(f):.....

Firmado digitalmente
por Jorge J. Vivero
García
Fecha: 2026.07.23
10:30:16 

Msc. VIVERO GARCIA JORGE JEFFREY

C.C.: 100206142-0

(f):.....

 Validar únicamente en FirmaSC.
Firmado electrónicamente por:
**JOSE LUIS IBARRA
ESTÉVEZ**

Msc. JOSÉ LUIS IBARRA ESTÉVEZ

C.C.: 100264072-8

**Diego
Mafla
Rivadeneira**
(f):.....

Firmado
digitalmente por
Diego Mafla
Rivadeneira
Fecha: 2026.07.23
10:52:41 -05'00'

Msc. DIEGO RAUL MAFLA RIVADENEIRA

C.C.: 100169864-4

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo, RICARDO SEBASTIÁN CHICAIZA BENÍTEZ, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 165 del Código Orgánico de Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, que manifiesta textualmente: “Se reconoce facultad de los autores y demás titulares de derechos de disponer de sus derechos o autorizar las utilidades de sus obras o prestaciones a título gratuito y oneroso, según las condiciones que determinen. Esta facultad podrá ejercerse mediante licencias libres, abiertas y otros modelos alternativos de licenciamiento o la renuncia”.

Ibarra, 03 julio del 2026

**Ricardo
Sebastián**

Chicaiza Benítez

Firmado digitalmente
por Ricardo Sebastián
Chicaiza Benítez
Fecha: 2026.07.23
09:23:05 -05'00'

(f): _____
RICARDO SEBASTIÁN CHICAIZA BENÍTEZ
C.C.: 100444601-7

AUTORÍA

Yo, RICARDO SEBASTIÁN CHICAIZA BENÍTEZ, portador de la cedula de ciudadanía N° 100444601-7, declaro que el presente trabajo de investigación es de total responsabilidad del autor, y eximo expresamente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Ibarra de posibles reclamos o acciones legales.

Ricardo
Sebastián
Chicaiza
Benítez



Firmado digitalmente
por Ricardo Sebastián
Chicaiza Benítez
Fecha: 2026.07.23
09:23:19 -05'00'

(f):.....

RICARDO SEBASTIÁN CHICAIZA BENÍTEZ

C.C.: 100444601-7

DEDICATORIA

En primer lugar, agradecer a Dios por permitirme lograr este sueño y siempre brindarme la salud y motivación frente a cada circunstancia presentada durante todo este proceso y nunca dejarme vencer de las dificultades.

Dedico el presente proyecto a mi familia, a mis padres Oscar y Alexandra, por todo su esfuerzo, por todo el cariño y por ser un ejemplo de humildad, gratitud y constancia. También a mis hermanos Alejandro y Mayté, porque son la base fundamental en mi vida, mi inspiración y motivación día a día. Este logro es más suyo que mío.

A toda mi familia tíos, primos y sobre todo mis abuelitos, que en los momentos más difíciles han sabido apoyarme y ayudarme en cualquier cosa que necesitara. Doy gracias por todo, ya que sin ellos tampoco hubiese sido posible conseguirlo.

Este logro es el reflejo de todo el esfuerzo que ustedes han realizado y la incansable lucha que han me han inculcado durante toda la vida.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sentido agradecimiento a todos los docentes que han formado parte del proceso, por todas las enseñanzas, por toda la paciencia y dedicación que tienen como docentes y sobre todo agradecer por sus consejos que me ayudarán a ser una mejor persona y profesional.

Expresar mi agradecimiento al Mgs. José Luis Ibarra que me dio la oportunidad e hizo posible la realización de este proyecto, a las personas que conforman la Unidad de Desarrollo, por brindarme el apoyo y ayuda necesaria durante el desarrollo.

Finalmente, un enorme agradecimiento al Mgs. Jorge Vivero, por su paciencia y esmero brindado como asesor durante el proyecto de investigación.

Índice de contenidos

CERTIFICACIÓN TUTOR.....	ii
PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	iii
ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS	iv
AUTORÍA	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
Índice de contenidos	viii
Índice de tablas	x
Índice de figuras	xi
Resumen	xiii
Abstract	xiv
Introducción	xv
Capítulo I.....	1
Estado del Arte.....	1
1.1. Sistemas de información web	1
1.1.1. Transformación digital y ecosistemas de datos	3
1.1.2. Ecosistemas de datos en educación superior	5
1.2. Stack del sistema arquitectura de software	7
1.2.1. Arquitectura Pipeline.....	9
1.2.2. Componentes clave de un data Pipeline	11
1.2.3. El proceso de extracción, transformación y carga ETL.....	14
1.2.4. Tipos de procesamiento en Pipelines.....	16
1.3. Aplicaciones de pipelines en educación superior	18
1.3.1. Silos de datos en las universidades	19
1.3.2. Gestión de titulación y seguimiento a graduados	20
1.3.3. Análisis de la brecha de investigación.....	21
Capítulo II	22
Materiales y métodos.....	22
2.1. Introducción a la metodología de desarrollo.....	22
2.1.1. Enfoque metodológico ágil con Scrum.....	22
2.1.2. Fase de planificación de desarrollo de software	23
2.1.3. Requerimientos funcionales del Pipeline	25

2.1.4.	Diseño y arquitectura	27
2.1.5.	Desarrollo del sistema	35
2.1.6.	Pruebas del sistema.....	39
Capítulo III.....		44
Resultados y discusión		44
3.1.	Resultados y discusión	44
3.1.1.	Interfaz módulo titulación	45
Conclusiones.....		64
Recomendaciones		65
Referencias bibliográficas		66
Anexos.....		69

Índice de tablas

Tabla 1. Requisitos funcionales del sistema.....	23
Tabla 2. Requisitos No funcionales del sistema.....	25
Tabla 3. Requisitos funcionales del Pipeline.....	26
Tabla 4. Requisitos no funcionales del Pipeline.....	27

Índice de figuras

Figura 1	<i>Estructura de los sistemas de información web</i>	1
Figura 2	<i>Evolución de los sistemas de información web</i>	2
Figura 3	<i>TIC's y la transformación de la cultura digital</i>	3
Figura 4	<i>Transformación digital en la educación superior</i>	5
Figura 5	<i>Ecosistema de datos en educación superior</i>	6
Figura 6.	<i>Sistemas que conforman el ecosistema de datos en educación superior</i>	6
Figura 7.	<i>Arquitectura de aplicaciones web</i>	7
Figura 8.	<i>Enfoques arquitectónicos para aplicaciones web</i>	8
Figura 9.	<i>Data Pipeline</i>	9
Figura 10.	<i>Arquitectura Pipeline</i>	10
Figura 11.	<i>Arquitectura Pipeline vs arquitectura específica ETL</i>	11
Figura 12.	<i>Componentes de un Pipeline</i>	12
Figura 13.	<i>Procesamiento de un data Pipeline</i>	13
Figura 14.	<i>Componente destino de data Pipeline</i>	14
Figura 15.	<i>Extracción en el data Pipeline</i>	14
Figura 16.	<i>Transformación en el data Pipeline</i>	15
Figura 17.	<i>Carga en el data Pipeline</i>	16
Figura 18.	<i>Procesamiento por lotes en Pipeline</i>	17
Figura 19.	<i>Procesamiento por flujo en Pipeline</i>	18
Figura 20.	<i>Integración de sistemas académicos con Pipeline</i>	19
Figura 21.	<i>Silos de datos en educación superior</i>	19
Figura 22.	<i>Arquitectura Pipeline</i>	28
Figura 23.	<i>Flujo del sistema</i>	31
Figura 24.	<i>Pipeline del proceso</i>	32
Figura 25.	<i>Diagrama Entidad-Relación (DER) del Sistema de Gestión Documental</i>	34
Figura 26.	<i>Estructura del proyecto</i>	35
Figura 27.	<i>Pipeline del sistema</i>	36
Figura 28.	<i>Dashboard del sistema</i>	37
Figura 29.	<i>Interfaz del sistema</i>	38
Figura 30.	<i>Prueba de registro estudiante</i>	39
Figura 31.	<i>Pipeline de procesos de titulación</i>	40
Figura 32.	<i>Asignación tutores</i>	41
Figura 33.	<i>Asignaciones notas</i>	42

Figura 34. <i>Seguimiento Expediente Graduados</i>	42
Figura 35. <i>Inicio sesión del sistema de gestión documental</i>	44
Figura 36. <i>Interfaz del sistema</i>	44
Figura 37. <i>Interfaz módulo de titulación</i>	45
Figura 38. <i>Interfaz crear titulación estudiante</i>	46
Figura 39. <i>Interfaz selección de modalidad de titulación</i>	47
Figura 40. <i>Interfaz modalidad: Tesis</i>	48
Figura 41. <i>Interfaz modalidad: Artículo científico</i>	48
Figura 42. <i>Interfaz modalidad: Proyecto de Investigación</i>	49
Figura 43. <i>Interfaz Titulación Asignación de Notas Tesis</i>	49
Figura 44. <i>Interfaz Carga de Evidencia Biblioteca Modalidad Trabajo de Titulación</i>	50
Figura 45. <i>Interfaz Modalidad de Examen Complexivo</i>	51
Figura 46. <i>Interfaz Modalidad de Examen Complexivo – Tipo Modalidad: Escrito</i>	51
Figura 47. <i>Interfaz Modalidad de Examen Complexivo – Tipo Modalidad: Oral</i>	52
Figura 48. <i>Interfaz Modalidad de Examen Complexivo – Tipo Modalidad: Mixto</i>	53
Figura 49. <i>Interfaz Evidencia de Práctica Complexivo</i>	54
Figura 50. <i>Interfaz Integración Curricular</i>	54
Figura 51. <i>Interfaz Integración Curricular – Tipo Modalidad: Tesis</i>	55
Figura 52. <i>Interfaz de Integración Curricular – Tipo Modalidad: Artículo Científico</i>	56
Figura 53. <i>Interfaz Integración Curricular – Tipo Modalidad: Proyecto de Investigación</i>	57
Figura 54. <i>Interfaz Unidad Curricular - Asignación de Notas por modalidades</i>	57
Figura 55. <i>Interfaz Carga de Evidencia Biblioteca por Modalidad</i>	58
Figura 56. <i>Interfaz Información Registro de Titulación</i>	59
Figura 57. <i>Interfaz módulo expedientes graduados</i>	60
Figura 58. <i>Interfaz Tabla de Graduados</i>	60
Figura 59. <i>Interfaz Agregar Estudiante Graduado</i>	61
Figura 60. <i>Interfaz módulo Biblioteca Aprobados</i>	62
Figura 61. <i>Interfaz módulo Biblioteca Rechazados</i>	63

Resumen

El presente trabajo de titulación aborda el desarrollo de un sistema web de gestión de datos sustentado en una arquitectura pipeline, orientado a optimizar el proceso de titulación y el seguimiento de graduados en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Ibarra (PUCE-I). La investigación surge como respuesta a la problemática de fragmentación de datos existente entre las unidades de Secretaría General, Unidad de Titulación y Biblioteca, las cuales operaban con sistemas desconectados entre sí, obligando al personal administrativo a depender de hojas de cálculo y validaciones manuales, situación que generaba inconsistencias, retrasos operativos e incumplimiento de los estándares de eficiencia terminal exigidos por el CACES. El objetivo fue desarrollar un sistema integrado que articulara los flujos de datos académicos mediante una arquitectura pipeline, automatizando de manera integral los procesos de titulación y gestión de graduados. La metodología implementada combinó el marco de trabajo ágil Scrum con principios DevOps con una arquitectura de datos Pipeline. Los resultados demostraron que el sistema mejoro la funcionalidad con módulos de titulación, biblioteca y alumni, que automatiza el flujo de estados desde la solicitud inicial hasta la graduación, abarcando validación documental, asignación de tutores, registro de calificaciones y gestión de expedientes con capacidad de exportación. Se concluye que la arquitectura pipeline implementada permitió superar los silos de datos institucionales, garantizar la trazabilidad e integridad de la información académica, consolidándose como una solución escalable y replicable para instituciones de educación superior.

Palabras clave: Arquitectura Pipeline, Gestión de datos académicos, Proceso de titulación, Desarrollo ágil

Abstract

This thesis addresses the development of a web-based data management system supported by a pipeline architecture, aimed at optimizing the graduation process and graduate tracking at the Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ibarra campus (PUCE-I). The research emerges in response to the data fragmentation problem existing among the General Secretariat, Graduation Unit, and Library departments, which operated with disconnected systems, forcing administrative staff to rely on spreadsheets and manual validations, a situation that generated inconsistencies, operational delays, and non-compliance with the terminal efficiency standards required by CACES. The objective was to develop an integrated system that would articulate academic data flows through a pipeline architecture, comprehensively automating the graduation and graduate management processes. The methodology implemented combined the Scrum agile framework with DevOps principles, supported by a Pipeline data architecture. The results demonstrated that the system significantly improved institutional functionality through three core modules — graduation, library, and alumni — automating the state flow from the initial request through to graduation, encompassing document validation, tutor assignment, grade registration, and records management with export capabilities. It is concluded that the implemented pipeline architecture made it possible to overcome institutional data silos and ensure the traceability and integrity of academic information, establishing itself as a scalable and replicable solution for higher education institutions of similar scope and complexity.

Keywords: Academic Data Management, Pipeline Architecture, Graduation Process, Agile Development

Introducción

La gestión de la información en las instituciones de educación superior ha experimentado una transformación profunda, transitando desde la dependencia de registros físicos y sistemas transaccionales aislados hacia la adopción de ecosistemas digitales integrados y arquitecturas de software distribuidas. Este proceso de evolución responde a la necesidad imperante de procesar datos con mayor rapidez, interconectar eficazmente a los distintos departamentos institucionales y garantizar la integridad de la información en todos los niveles organizacionales. Ante las exigencias crecientes de los organismos de acreditación, las infraestructuras de software tradicionales han demostrado ser insuficientes, lo que ha impulsado la implementación de patrones arquitectónicos modernos, como la arquitectura Pipeline, que permite organizar flujos de datos complejos, auditar cada etapa del proceso y automatizar la toma de decisiones, reduciendo significativamente la carga operativa y los errores de origen humano.

La Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCE-I), institución académica de reconocido prestigio en la región norte del país, ha orientado sus esfuerzos hacia la vanguardia tecnológica, alineándose con los objetivos de transformación digital y gestión eficiente establecidos en su Plan Estratégico Institucional. Dado que la universidad atiende las necesidades formativas de una amplia comunidad regional, resulta fundamental que sus servicios administrativos y académicos reflejen la misma excelencia y agilidad que caracterizan su oferta formativa. No obstante, los avances tecnológicos alcanzados, la gestión del proceso de titulación y el seguimiento a graduados en la PUCE-I ha enfrentado desafíos operativos significativos, originados principalmente por la fragmentación estructural de los datos institucionales. La información se encontraba dispersa en silos que no se comunicaban entre sí: la Secretaría General, la Unidad de Titulación y la Biblioteca operaban con sistemas completamente desconectados, lo que obligaba al personal administrativo a depender de hojas de cálculo independientes y procesos de validación manual.

Como consecuencia de esta desarticulación, al concluir la defensa de tesis, la información del estudiante no se transfería de forma automática al registro de exalumnos, exigiendo una doble digitación altamente propensa a errores. Esta brecha sistémica generaba falta de visibilidad sobre el estado de los trámites, retrasos considerables en su procesamiento y dificultades para la generación de evidencias de eficiencia terminal requeridas por el Consejo de Aseguramiento

de la Calidad de la Educación Superior (CACES). En respuesta a esta problemática, el presente trabajo tiene como propósito desarrollar un sistema web de gestión de datos sustentado en una arquitectura pipeline, orientado a optimizar integralmente el proceso de titulación y la gestión de graduados. La solución implementa un flujo automatizado que comprende la recepción de documentos, un filtro de validación que actúa como auditor riguroso de cada etapa, y una fase de transformación que convierte de manera automática el perfil del estudiante en el de graduado al concluir el proceso. Este ecosistema tecnológico no solo reduce la carga operativa del personal administrativo, sino que también proporciona visibilidad en tiempo real a docentes y estudiantes, garantizando la trazabilidad y la calidad de los datos institucionales.

El objetivo del presente trabajo es desarrollar un sistema de gestión de datos mediante una arquitectura pipeline para el proceso de titulación y graduados de la PUCE-Ibarra. Para alcanzar dicho propósito, se plantean los siguientes objetivos específicos: determinar los requisitos del sistema mediante técnicas de recopilación de información, con el fin de establecer las especificaciones funcionales y técnicas que orienten el desarrollo de la solución tecnológica; diseñar la arquitectura del sistema definiendo los componentes del pipeline y las tecnologías asociadas como base para la reingeniería de la solución implementada; desarrollar los módulos funcionales de backend y frontend conforme a los componentes definidos en el diseño arquitectónico para los distintos actores involucrados en el proceso; y validar el funcionamiento integral del sistema mediante pruebas de integración, de sistema y de aceptación por parte del usuario, a través de casos de prueba sobre los módulos implementados, con el propósito de verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos previo a la puesta en producción.

El presente documento se organiza en tres capítulos, cada uno con un enfoque claramente delimitado. El primer capítulo, dedicado al Estado del Arte, desarrolla una revisión sistemática de la literatura más reciente en torno a los sistemas de gestión académica, las arquitecturas distribuidas y las tecnologías clave que fundamentan esta investigación. El segundo capítulo, titulado Materiales y Métodos, describe de forma detallada la metodología de desarrollo adoptada basada en el enfoque de pipelines, e incluye la explicación del diseño arquitectónico del software, la estructura de la base de datos y el proceso de construcción del ecosistema web. Finalmente, el tercer capítulo presenta los Resultados y Discusión obtenidos tras la implementación del sistema, validando su eficiencia técnica, dando respuesta a la pregunta de investigación planteada y evidenciando el impacto de la automatización en el proceso de titulación de la PUCE-I.

Capítulo I

Estado del Arte

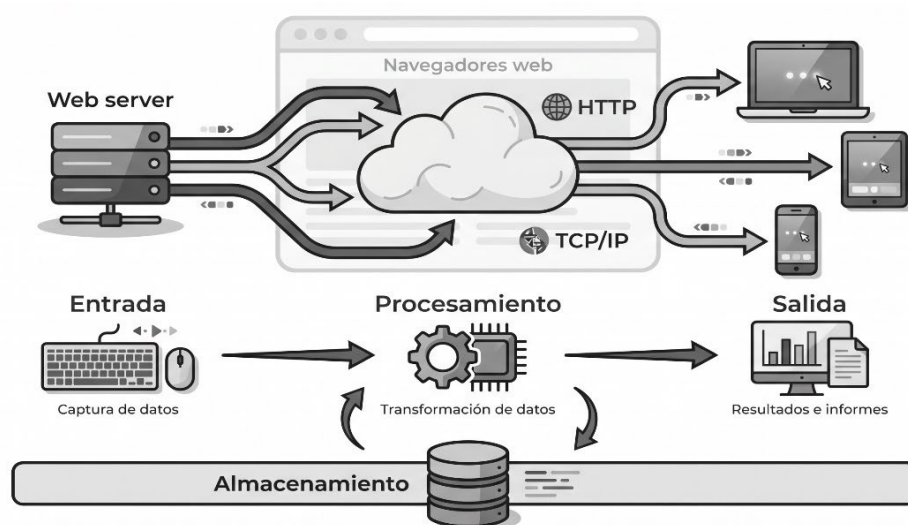
En este capítulo se detalla la revisión de la literatura y los fundamentos que sustentan el trabajo de titulación desde la perspectiva del marco teórico, así como las contribuciones técnicas importantes, proporcionando de esta forma una visión completa sobre los sistemas de gestión académica y la infraestructura de datos necesaria para el desarrollo del sistema web de gestión de datos mediante una arquitectura pipeline para el proceso de titulación y graduados de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Ibarra.

1.1. Sistemas de información web

Los sistemas de información web permiten la automatización de las transacciones de los datos que permite a los usuarios acceder y recuperarlos a través de los navegadores web, estos trabajan dentro de distribuidos y utilizan protocolos y estándares de internet para procesar, almacenar, recuperar y distribuir la información. En el contexto de las organizaciones, estos son el conjunto de elementos que se desarrollan y construyen para apoyar las actividades de una organización, realizando actividades básicas como entrada, procesamiento, almacenamiento y salida de información, con el propósito de permitir al usuario tener acceso a información para la toma de decisiones.

Figura 1

Estructura de los sistemas de información web



Fuente: Elaboración Propia

La figura 1, muestra la estructura de los sistemas de información producto del desarrollo del conjunto de las tecnologías de la información y las comunicaciones, donde se distinguen tres saltos evolutivos de los sistemas de información: sistemas basados en sistemas operativo de disco (DOS), aplicaciones de escritorio de Windows y la las aplicaciones web (Mekari, 2026).

Figura 2

Evolución de los sistemas de información web



Fuente: Elaboración Propia

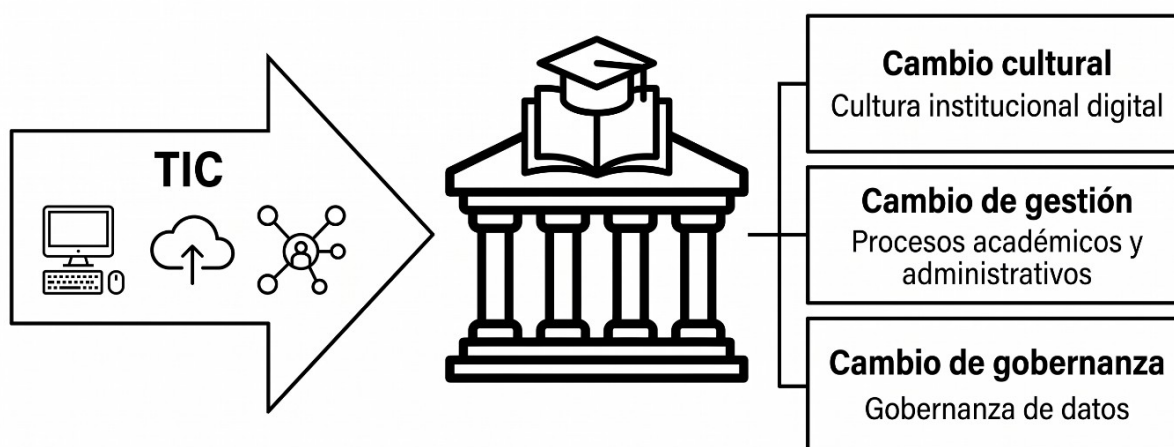
La figura 2, describe las eras por las cuales los sistemas de información han evolucionado desde aplicaciones básicas de escritorio hacia plataformas web robustas y escalables capaces de reformar la forma en la cual las organizaciones realizan sus actividades. En la actualidad los sistemas de información web permiten el acceso a los diferentes datos, permitiendo a los usuarios de las organizaciones acceder, compartir y actualizar información de forma simultánea, intercambiando información a través de la web mejorando de esta forma la productividad y eficiencia operativa de las organizaciones.

1.1.1. Transformación digital y ecosistemas de datos

La transformación digital, es uno de los factores que ha transformado la forma en el que las organizaciones realizan sus actividades, en el contexto de la educación superior, este cambio se ha integrado como un proceso estratégico que implementa las tecnologías de la información y comunicación en todos los procesos académicos y administrativos. Como señalan Chafloque et al. (2025), la transformación digital se considera como un factor el cual reconfigura los modelos y las formas de producción dentro de las instituciones de educación superior, los sistemas desarrollados para la gestión educativa, así como para las estructuras operativas dentro de las organizaciones han venido a transformar la eficiencia y eficacia de los procesos. Lo cual les ha permitido no lo adoptar procesos de integración tecnológica, sino que la transformación digital ha cambiado la cultura institucional, los procesos de gestión y la gobernanza de los datos.

Figura 3

TIC's y la transformación de la cultura digital



Fuente: Elaboración Propia

La figura 3, muestra como las tecnologías de la información y comunicación, han creado un marco que ha transformado la cultura organizacional digital, en el ámbito específico de la educación superior como es el caso de la Pontificia Universidad católica del Ecuador Ibarra, donde los procesos de gestión educativa se han automatizado a través de sistemas web desarrollados con el fin de proveer de datos e información que permite la toma de acciones y decisiones a la alta gerencia.

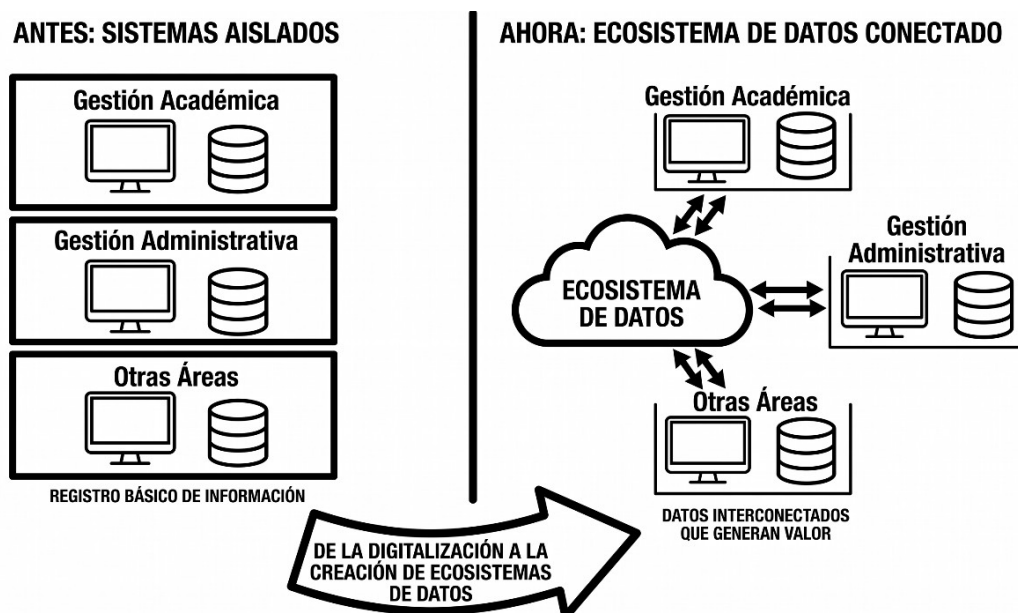
La transformación digital en el contexto académico de las universidades responde a múltiples factores que han convergido de forma simultánea, por un lado, a la inherente necesidad de garantizar la continuidad académica de los estudiantes, además de la constante búsqueda de la eficiencia administrativa y finalmente a la demanda sobre la transparencia y rendición de cuentas (Sandoval Benavide y López Ornelas, 2024). En este contexto, las instituciones de educación superior se enfrentan a una serie de desafíos y limitaciones en las cuales estas deben repensar el modelo organizativo y adoptar un enfoque el cual les permita aprovechar el conjunto de datos académicos y administrativos para la toma de decisiones estratégicas debidamente informadas.

Frente a los desafíos que aborda la transformación digital las organizaciones deben de entender y reconocer que la transformación digital no es un aspecto técnico de adopción de tecnologías actuales Alemán Vilca (2025) advierte que este proceso plantea desafíos significativos relacionados con la equidad, la privacidad y la soberanía de datos, aspectos que deben ser considerados en el diseño de cualquier iniciativa de digitalización institucional. En este sentido, la transformación digital en la educación superior requiere una planificación estratégica que contemple no solo los aspectos tecnológicos, sino también las dimensiones éticas, sociales y organizacionales

En el contexto global, la transformación digital en las instituciones de educación superior trasciende la mera digitalización de documentos, datos e información, y se ha centrado en el desarrollo de ecosistemas de datos que se interconectan entre sí para generar valor. Por otra parte, en las organizaciones existía una desarticulación entre la gestión administrativa y académica, donde cada instancia se soportaba en una serie de sistemas aislados los cuales cumplían un único propósito que era el registro básico de la información.

Figura 4

Transformación digital en la educación superior



Fuente: Elaboración Propia

La figura 4, detalla la sinergia que se adoptado en las instituciones de educación superior con relación a la transformación digital basada en ecosistemas integrados de gestión académica, gestión administrativa y demás ámbitos propios de estas organizaciones. Sin embargo, también en cierto que la calidad de los datos es fundamental para conseguir una verdadera automatización debido a que son estos con los que las universidades operan y trabajan los sistemas (Castañeda y Gourlay, 2024).

Por lo tanto, los departamentos de tecnologías de la información de las instituciones de educación superior, deben considerara esta fragmentación estructural que están presentes en los datos y silos de información lo cual impide tener una visión completa de los datos e información académica y pone en riesgo la fiabilidad de los registros académicos, al depender de procesos manuales para mantenerlos sincronizados y actualizados.

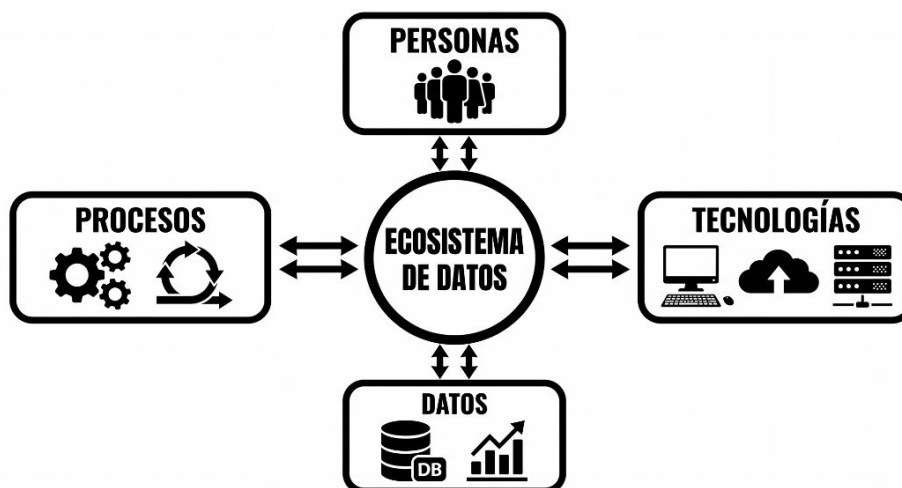
1.1.2. Ecosistemas de datos en educación superior

El concepto de ecosistema de datos en el ámbito de la educación superior se ha convertido en el marco el cual permite comprender la forma compleja de interacción que se presenta entre lase personas, tecnologías, procesos y las transacciones de datos que caracteriza los procesos de las instituciones de educación superior actuales. Castañeda y Gourlay (2024) establecen que

los ecosistemas de datos dentro de la educación superior se corresponden con la integración en propia de los procesos educativos que utilizan y demanda el uso masivo de datos que requieren procesamiento a gran escala, lo que representa un desafío tecnológico y organizacional con características complejas de afrontar ver figura 5.

Figura 5

Ecosistema de datos en educación superior

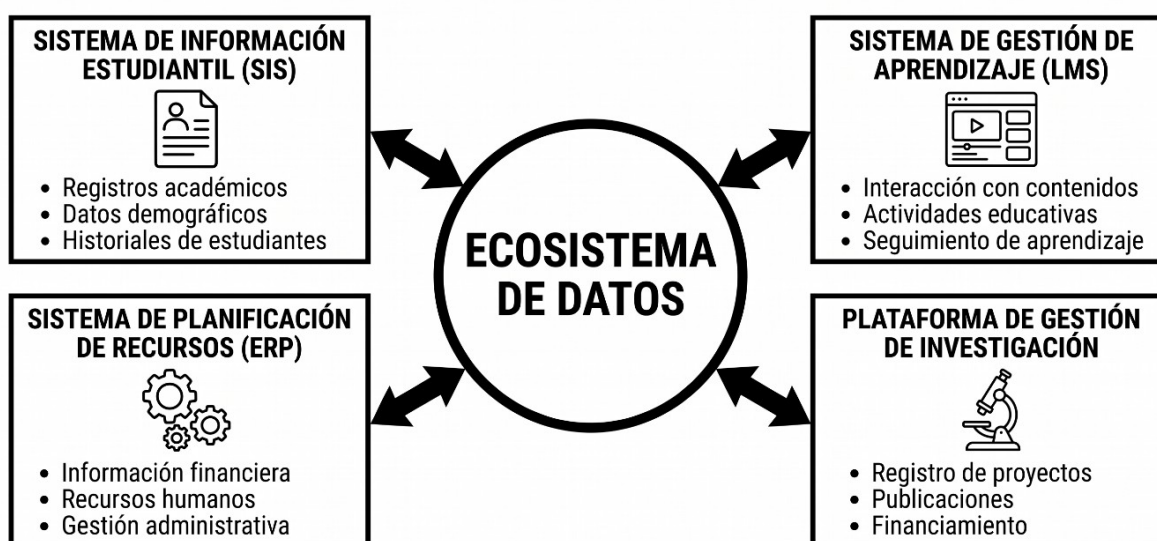


Fuente: Elaboración Propia

En el contexto de la educación superior, el ecosistema de datos que debe converger está compuesto por múltiples fuentes de información interconectadas que parte de los procesos, las personas los datos y las tecnologías necesarias para su procesamiento y transformación en información.

Figura 6.

Sistemas que conforman el ecosistema de datos en educación superior



Fuente: Elaboración Propia

La figura 6, muestra los sistemas que conforman el ecosistema de datos que deben integrar procesos debidamente automatizados sobre la información académica, de gestión estudiantil, de investigación y de sistemas de administración de aprendizaje en línea. Además, se debe incorporar de una serie de aplicaciones y herramientas que permitan la analítica y de inteligencia de negocios que permiten el análisis y visualización de datos para la toma de decisiones.

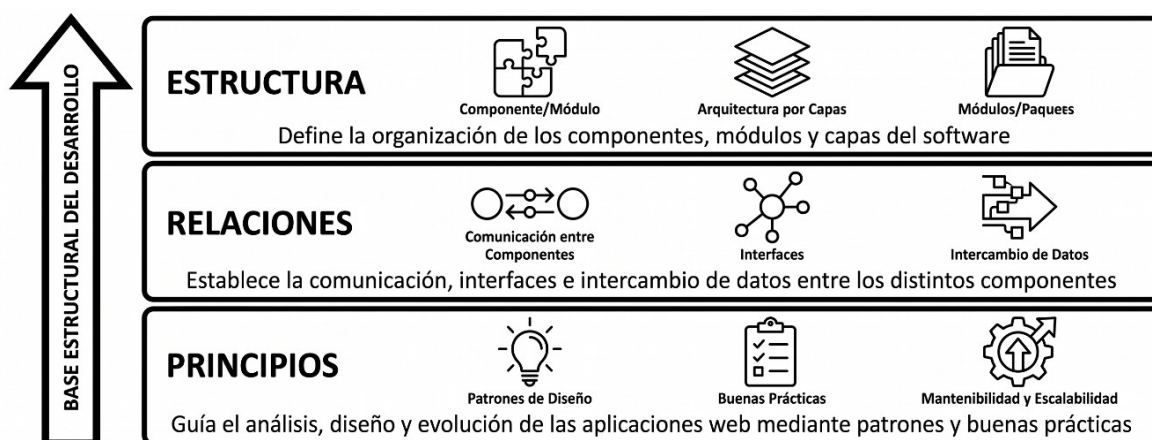
Las instituciones de educación superior, por lo tanto, deben generar datos, información y conocimiento en grandes volúmenes de datos, lo que las convierte en actores relevantes dentro de los ecosistemas a nivel regional y nacional. Sin embargo, la fragmentación de estos sistemas y la falta de interoperabilidad representan uno de los principales obstáculos para su integración en las instituciones (Osorio Sanabria et al., 2020).

1.2. Stack del sistema arquitectura de software

En el desarrollo de aplicaciones dentro de las instituciones de educación superior, la arquitectura de software es la base estructural sobre la cual se implementa el desarrollo de los sistemas informáticos la cual define la estructura, la relación y la organización de los distintos componentes, sus relaciones y los principios que guían el análisis, el diseño y la evolución de las aplicaciones web (Suárez López, 2026).

Figura 7.

Arquitectura de aplicaciones web

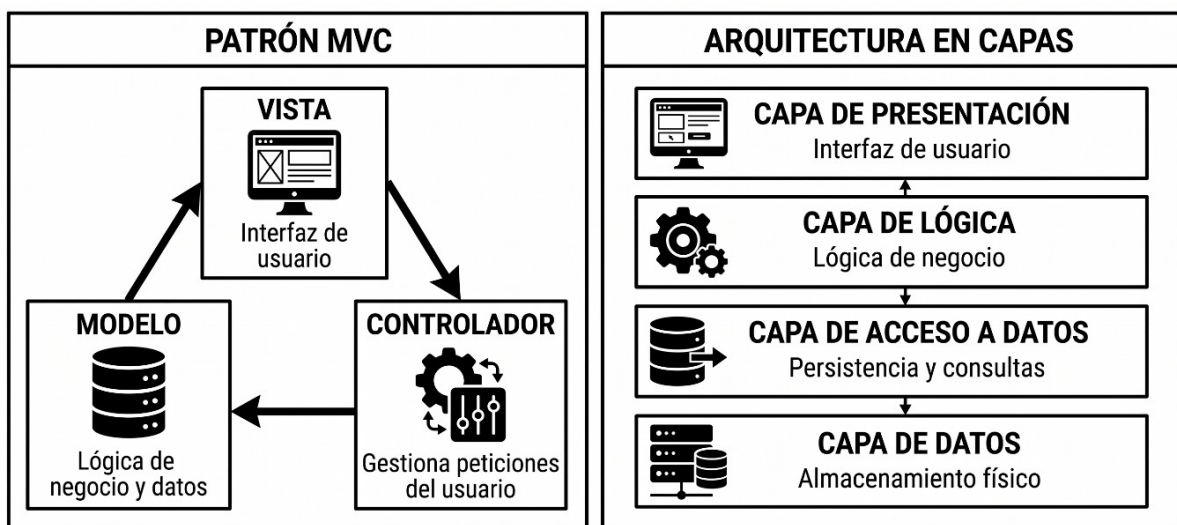


Fuente: Elaboración Propia

La figura 7, detalla el contexto que deben seguir en el desarrollo de aplicaciones web, donde la elección de la arquitectura específica determina y garantiza la calidad, la mantenibilidad y la escalabilidad del sistema a largo plazo. Por lo tanto, para el desarrollo del trabajo de titulación se analizan dos enfoques arquitectónicos que están consolidados dentro de la industria del desarrollo de aplicaciones web, por un lado, el patrón de diseño Modelo-Vista-Controlador (MVC) y la arquitectura en capas, los cuales, son utilizados complementariamente para la estructuración de aplicaciones web.

Figura 8.

Enfoques arquitectónicos para aplicaciones web



Fuente: Elaboración Propia

La figura 8, detalla la estructura del modelo-vista-controlador, el cual permite la organización del software mediante lógica en tres capas distintas, cada una de las cuales realiza un conjunto de tareas específicas. Este patrón de diseño, separa la programación de la interfaz de usuario, permitiendo la escalabilidad y mantenimiento del sistema

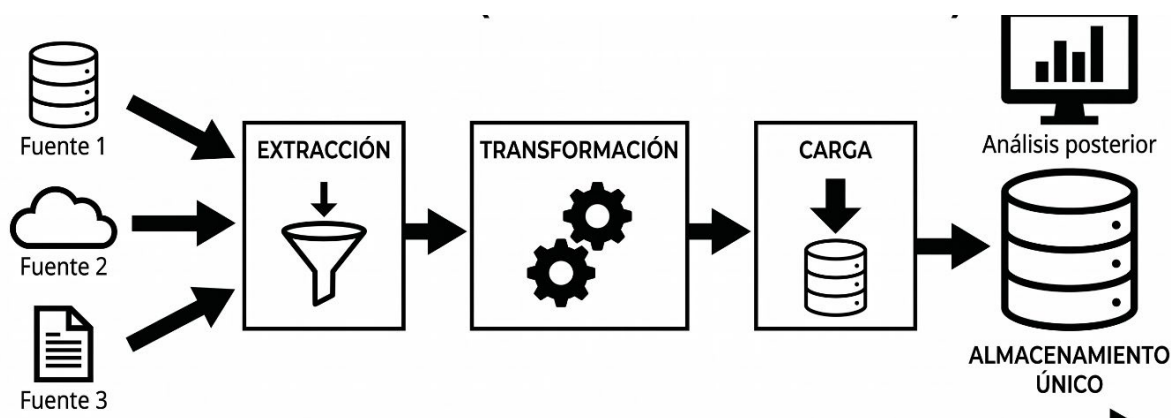
Por otra parte, la arquitectura por capas es un enfoque de diseño de software en el cual el sistema se organiza en distintas capas o niveles, cada una con responsabilidades específicas permitiendo la separación de cada componente, de tal manera que en cada capa se ejecuta una parte del proceso y se comunica con las capas adyacentes de forma controlada para atender a las peticiones del cliente (Moron, 2024). La arquitectura en capas es en la actualidad uno de los más utilizados a nivel de desarrollo de software, debido a que este patrón permite encapsular y desacoplar la aplicación agrupando los distintos segmentos según su rol funcional.

1.2.1. Arquitectura Pipeline

Una arquitectura de data pipeline conocida como canalización de datos, es un método automatizado que recopila datos de múltiples fuentes, los transforma y los traslada a un sistema de almacenamiento único para su posterior análisis. Data pipeline, es un conjunto de conexiones de red y pasos de procesamiento que transportan datos desde un sistema fuente hasta un destino, transformándolos para usos comerciales planificados (Maldonado, 2024).

Figura 9.

Data Pipeline



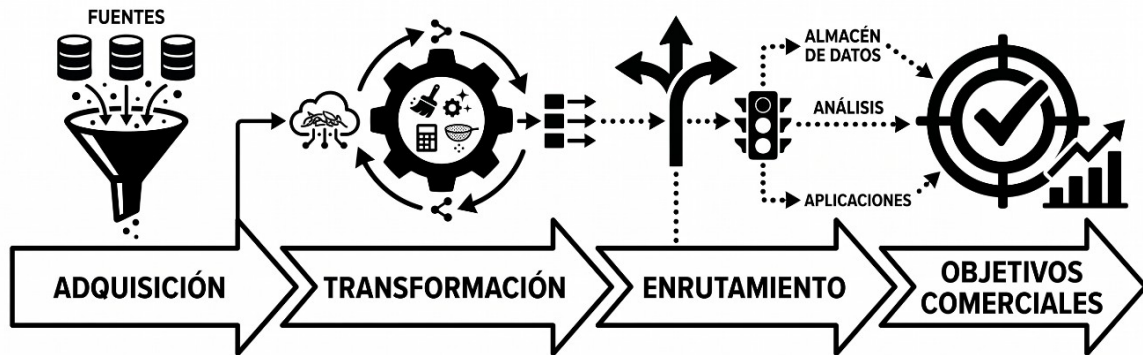
Fuente: Elaboración Propia

Esta nueva arquitectura que se basa en la integración de pipelines de datos en la actualidad es fundamental debido a que los datos en bruto deben someterse a una preparación antes de ser utilizados; de ahí que el tipo de pipeline que una organización educativa utiliza depende de factores como los requisitos del negocio y el volumen de datos (Pizzichini, 2024).

Los pipelines de datos son un marco de automatización que mueve datos desde múltiples fuentes hasta un destino donde pueden ser analizados. A diferencia de la transferencia simple de datos, también los transforma a lo largo del camino. La arquitectura del pipeline es un sistema diseñado para ser el responsable de adquirir, transformar y enrutar datos para cumplir con objetivos comerciales específicos.

Figura 10.

Arquitectura Pipeline



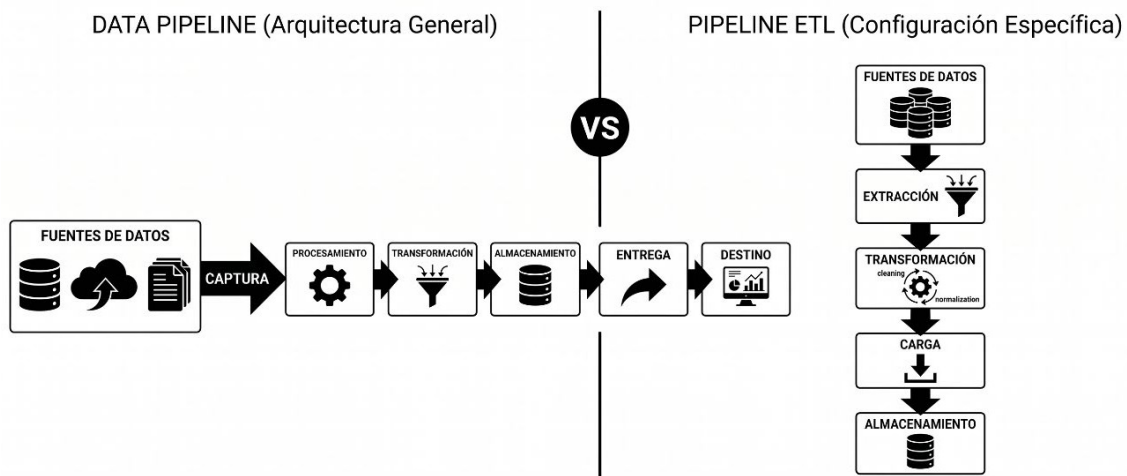
Fuente: Elaboración Propia

La figura 10, muestra la arquitectura de un pipeline de datos la cual sigue un proceso donde los datos tienen un origen específico o diversas fuentes que transfieren información de un destino donde pueden ser interpretados de manera diferente, también se lo denomina como un sistema que transfiere datos desde un sistema origen a un sistema destino (Perrín, 2023).

La arquitectura de un data pipeline es el plano que detalla cómo fluyen los datos desde el origen hasta el destino. Este marco traza cómo una empresa captura, procesa, transforma, almacena y entrega datos. Un pipeline de datos es toda la arquitectura que mueve datos desde el origen hasta el destino; un pipeline ETL es una configuración específica que extrae datos, los transforma y luego los carga en un almacenamiento.

Figura 11.

Arquitectura Pipeline vs arquitectura específica ETL



Fuente: Elaboración Propia

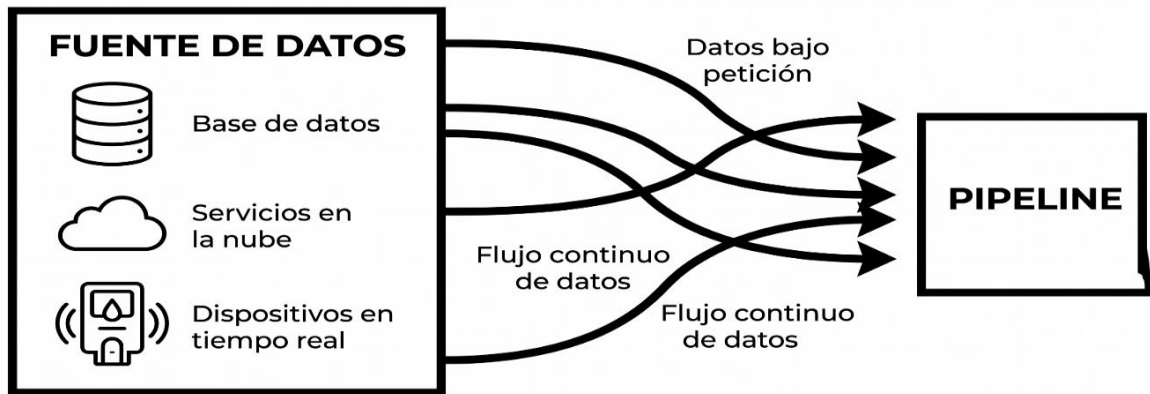
La figura 11, el propósito fundamental de un data pipeline es automatizar y escalar los flujos de datos repetitivos y las tareas asociadas de recopilación, transformación e integración de datos. Un pipeline correctamente construido puede acelerar el procesamiento que se requiere a medida que los datos se recopilan, limpian, filtran, enriquecen y mueven a sistemas y aplicaciones posteriores (Carrillo, 2025).

1.2.2. Componentes clave de un data Pipeline

El origen y fuentes de datos son el componente específico de un data pipeline el cual se transforma en un sistema de almacenamiento, como una base de datos en tiempo real, el cual puede ser utilizado por otras aplicaciones con la información necesaria que puede integrarse al pipeline proporcionando el servicio datos bajo petición en un flujo continuo (Turner, 2026).

Figura 12.

Componentes de un Pipeline



Fuente: Elaboración Propia

La figura 12, muestra los orígenes de datos que pueden ser múltiples y heterogéneos, donde la arquitectura del pipeline los integra a través de las diferentes fuentes. Donde una fuente de datos es la base de datos del servidor principal de la que el pipeline extrae, transforma y transfiere datos, con el objetivo de consolidar los datos de fuentes dispares en un silo de información centralizado.

El procesamiento abarca todas las transformaciones y operaciones que se aplican a los datos desde que se extraen hasta que se cargan en el destino en las que se puede incluir según (Atencio, 2020).

- Extracción. Se realiza a través de componentes de ingreso que permiten leer los datos desde su fuente a través de interfaces de programación de aplicaciones.
- Uniones. Son una parte relevante del proceso; son fragmentos de código de desarrollo que definen la relación entre tablas, columnas o registros relacionados en el modelo de datos relacional.
- Estandarización. Son los procesos, herramientas y requisitos para una arquitectura de pipeline de datos eficaz. Cada pipeline tiene sus propios criterios de estandarización para extraer, transformar, transferir, y analizar datos de manera eficiente.

- **Corrección.** Las fuentes de datos a veces contienen datos con errores. En estos casos, los desarrolladores diseñan la arquitectura para corregir o eliminar estos datos a través de un proceso estandarizado.

Figura 13.

Procesamiento de un data Pipeline



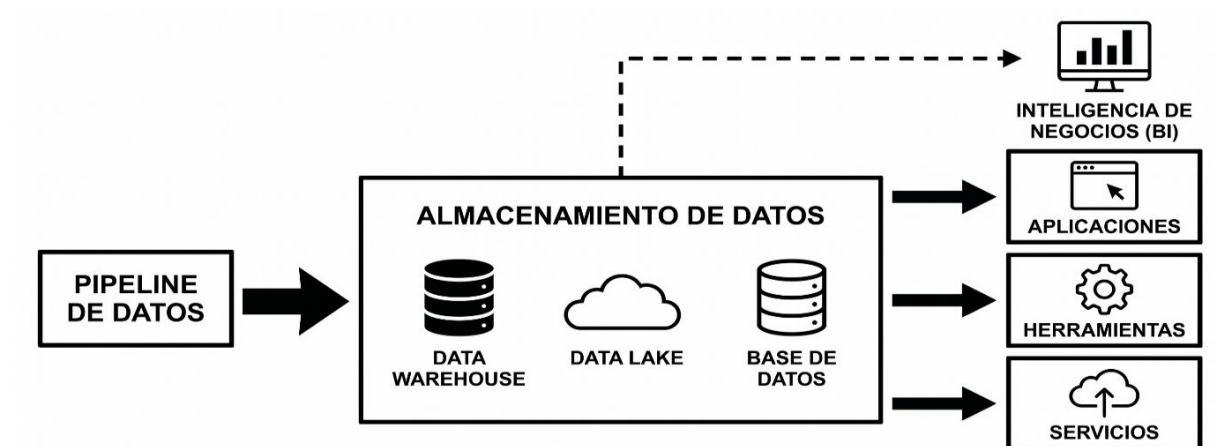
Fuente: Elaboración Propia

La figura 13, detalla el procesamiento implica una serie de tareas tales como; la limpieza, la validación, la transformación y la agregación de datos, donde se asegura que los datos sean coherentes y estén en el formato requerido por la arquitectura pipelines (Barham et al., 2022).

El destino es el componente final del pipeline, debido a que es el sistema de destino o receptor, este tiene el propósito de presentar los datos en el esquema correcto para que otras herramientas, aplicaciones o servicios los consuman siendo el almacenamiento de los datos el destino donde se guardan estos datos al final del proceso (Huerta, 2024). Generalmente el destino es un un data middleware, o una base de datos o cualquier otra plataforma de almacenamiento donde serán almacenados para su posterior análisis.

Figura 14.

Componente destino de data Pipeline



Fuente: Elaboración Propia

La figura 14, detalla el destino del pipeline donde los datos terminan con el análisis; durante esta fase, los datos se mueven a un sistema de gestión de datos para ser utilizados en la obtención de conocimientos valiosos, como la inteligencia de negocios aplicaciones o para la toma de decisiones por parte de las organizaciones de educación superior.

1.2.3. El proceso de extracción, transformación y carga ETL

El proceso de extracción, transformación y carga es una metodología fundamental en la integración de datos y la construcción de data único. **Extracción.** La extracción es el primer paso en este se incluye la localización y extracción de los datos iniciales para la migración e integración de datos a la arquitectura pipeline (Cáceres, 2019).

Figura 15.

Extracción en el data Pipeline



Fuente: Elaboración Propia

La figura 15, detalla los métodos de extracción en donde se pueden incluir extracción lógica y física total de datos y extracción incremental. La extracción física se centra en los archivos eliminados u obsoletos pero relevantes.

Transformación. Donde se convierte los datos en bruto en un formato útil para el análisis y el almacenamiento en el sistema esto implica la limpieza, el enriquecimiento y la reestructuración de los datos extraídos para cumplir con los requisitos del esquema de la data destino (Cáceres, 2019).

Figura 16.

Transformación en el data Pipeline



Fuente: Elaboración Propia

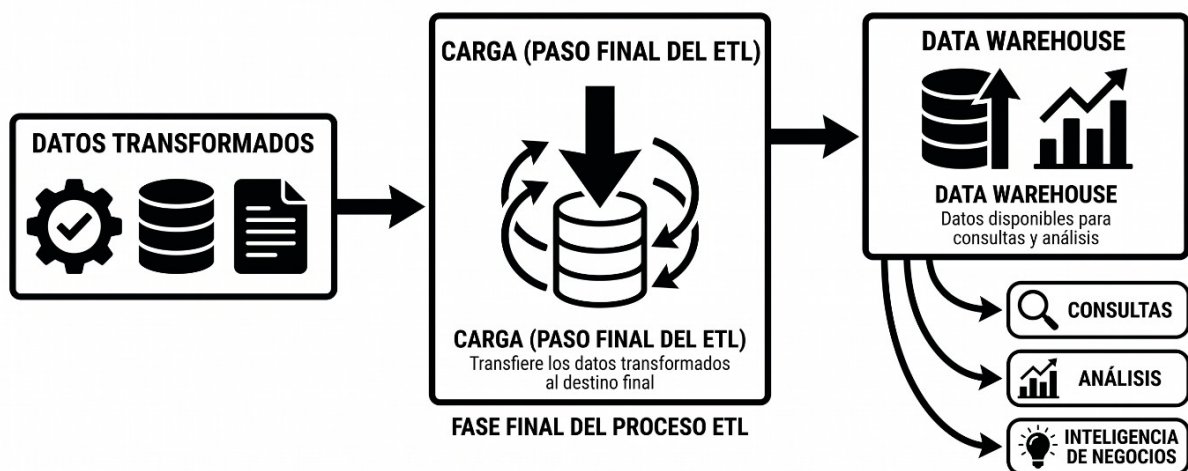
La figura 16, detalla el proceso de transformación que es fundamental para cualquier organización que busque mejorar sus capacidades de inteligencia de negocios. Las reglas de

transformación estandarizan los datos de diferentes sistemas (Maldonado, 2024). El pipeline de datos debe implementar lógica de transformación que cree un esquema consistente entre las fuentes.

Carga. La carga es el proceso final del ETL, es donde se transfiere los datos transformados a la data haciéndolos fácilmente disponibles para consultas y análisis. Este proceso es fundamental para integrar los datos de fuentes dispares y obtener conocimientos integrales.

Figura 17.

Carga en el data Pipeline



Fuente: Elaboración Propia a partir de (Maldonado, 2024).

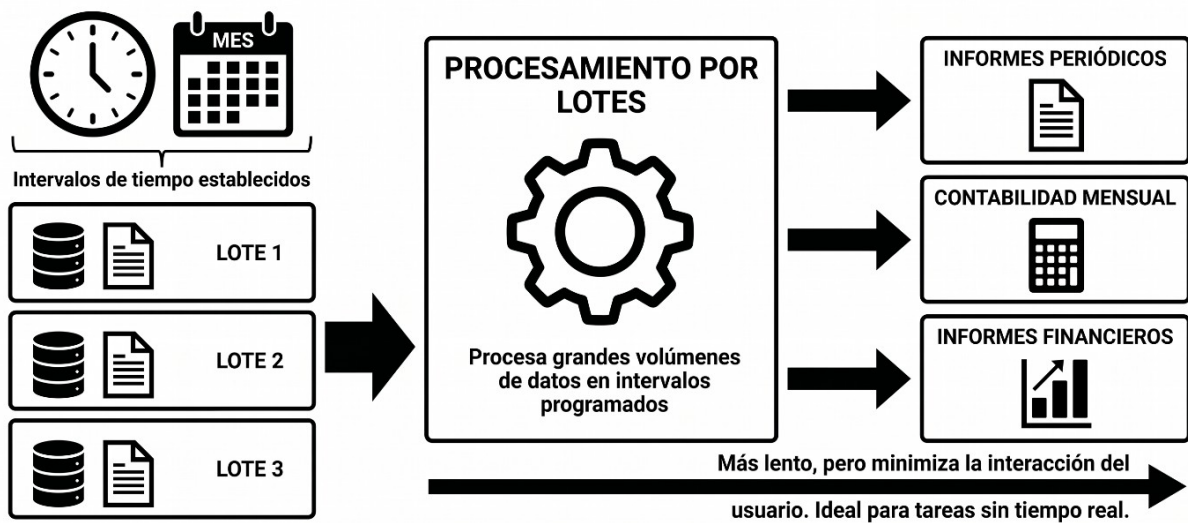
La figura 17, describe el procedimiento final del ETL, una vez que los datos se han extraído, estandarizado, corregido, se cargan para su posterior utilización en sistemas analíticos, como data warehouses, bases de datos relacionales Apis entre otros sistemas (Cáceres, 2019).

1.2.4. Tipos de procesamiento en Pipelines

Los pipelines tienen dos formas de procesamiento, por lotes los cuales procesan grandes volúmenes de datos en intervalos de tiempo establecidos y son útiles para tareas que no requieren procesamiento en tiempo real, como la generación de informes periódicos. Este tipo lo utilizan las organizaciones que realizan dentro de sus procesos miles de transacciones y requieren de este proceso en lotes.

Figura 18.

Procesamiento por lotes en Pipeline



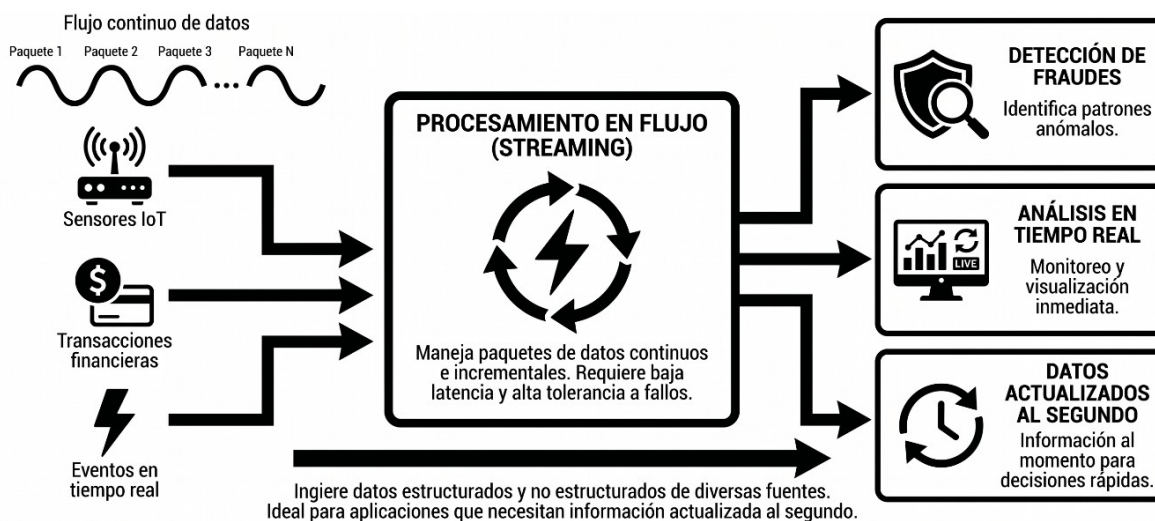
Fuente: Elaboración Propia

La figura 18, muestra el procesamiento basado en lotes el cual es un proceso lento debido a las grandes cantidades de datos que deben procesarse, esto debido a que permite minimizar las interacciones con los usuarios, este tipo de utiliza en tareas como la contabilidad mensual o la generación de informes financieros de las organizaciones es decir tareas administrativas.

Los pipelines de procesamiento en flujo manejan paquetes de datos continuos e incrementales que representan eventos a lo largo del tiempo, como datos de sensores o transacciones financieras, gestiones de datos académicos, entre otras. Requieren baja latencia y alta tolerancia a fallos para procesar datos en tiempo real, incluso si algunos paquetes se pierden o llegan desordenados (Cáceres, 2019).

Figura 19.

Procesamiento por flujo en Pipeline



Fuente: Elaboración Propia

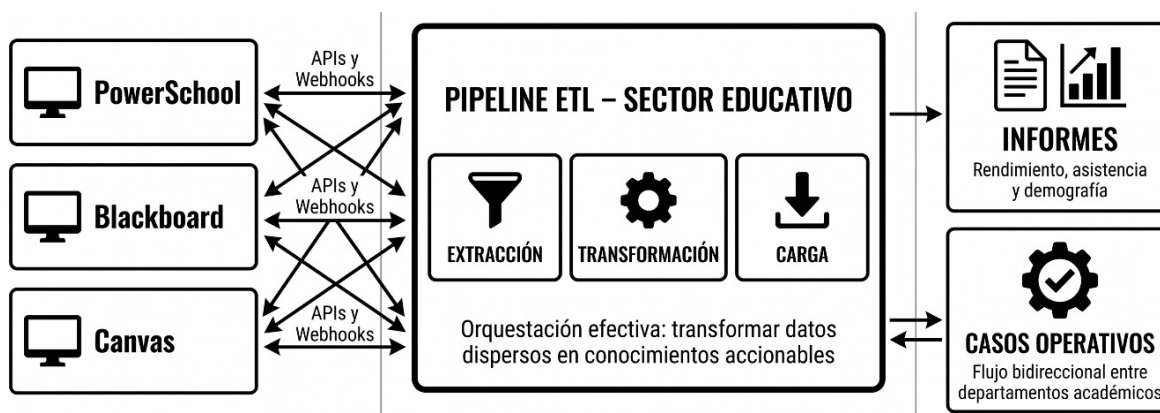
La figura 19, muestra el proceso de pipelines de flujo (streaming) en el desarrollo de software transaccional son en la actualidad la forma en la cual se manejan datos estructurados como no estructurados de diversas orígenes y fuentes de información. Estos son utilizados para aplicaciones que necesitan información actualizada y de acceso recurrente como el análisis de información en tiempo real (Cáceres, 2019).

1.3. Aplicaciones de pipelines en educación superior

La aplicación de pipelines de datos y procesos extracción, transformación y carga (ETL) en el ámbito de la educación superior está siendo integrado como respuesta inherente a la necesidad de integrar datos e información que están fragmentadas en múltiples sistemas institucionales y que no trabajan o se articulan con todos los entes y estamentos que generan información académica y administrativa (Cáceres, 2019).

Figura 20.

Integración de sistemas académicos con Pipeline



Fuente: Elaboración Propia

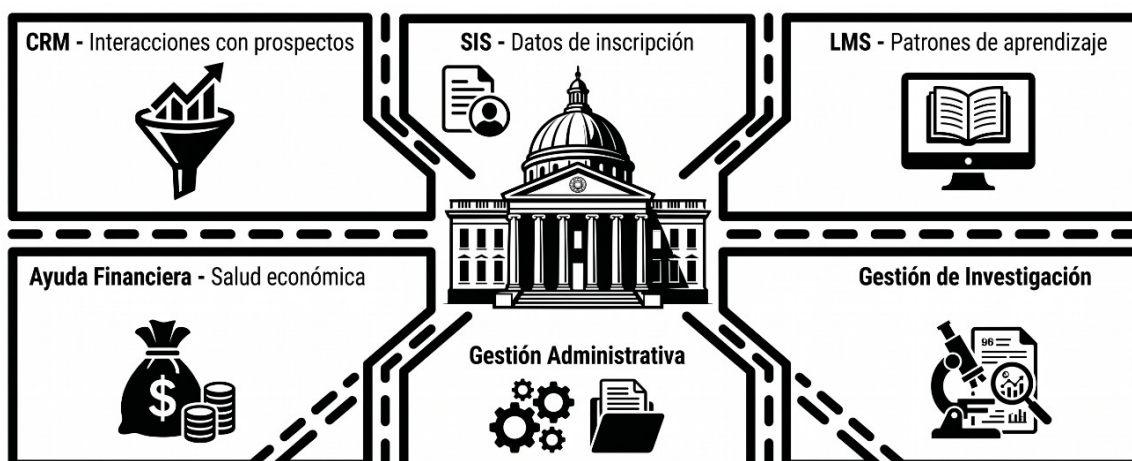
La figura 20, muestra la integración de sistemas de gestión educativa con pipelines ETL, los cuales permiten comunicarse e interactuar sin problemas con varios sistemas de información estudiantil que tienen las instituciones de educación superior. Esta integración forma la columna vertebral de la gestión de datos educativos. Las APIs y los webhooks permiten la sincronización de datos en tiempo real entre sistemas, lo que permite a los administradores acceder a información actualizada sobre el rendimiento, la asistencia y la demografía de los estudiantes.

1.3.1. Silos de datos en las universidades

Las instituciones de educación superior generalmente trabajan en un panorama estructurado mediante silos de datos, las instituciones de educación superior modernas operan como una constelación de sistemas informáticos especializados para cada gestión, cada uno recopila datos e información de estudiantes, gestión académica, investigativa, administrativa, financiera, logística pero que operan y funcionan de forma aislada e independiente (Turner, 2026).

Figura 21.

Silos de datos en educación superior



Fuente: Elaboración Propia

La figura 21, muestra los sistemas e interacciones que cada uno de los sistemas de las instituciones educativas, donde cada uno maneja, gestiona y captura los datos sin una integración significativa, creando puntos ciegos precisamente donde la comprensión holística del estudiante es más crítica. Por lo tanto, la integración de datos a través de pipelines permite superar estos silos (Sandoval Benavide y López Ornelas, 2024). De ahí que un pipeline de datos puede consolidar información de estos sistemas dispares, proporcionando una visión unificada dentro de la gestión académica que conecta sistemas y datos en tiempo real. Permitiendo una serie de intervenciones oportunas y coordinadas dentro de la gestión de las instituciones de educación superior.

1.3.2. Gestión de titulación y seguimiento a graduados

En el sistema de educación superior de América Latina, y particularmente en Ecuador, la gestión documental se ha ido automatizando pasando de proceso físicos a la automatización a través de plataformas digitales creadas para este fin. (Merino Gavilanes y Colina Vargas, 2025), desarrollaron una aplicación web centralizada para el seguimiento de graduados, demostrando que la digitalización mejora la capacidad de respuesta institucional. No obstante, en el estudio se advierten que el uso de arquitecturas transaccionales tradicionales presenta problemas de recurrencia y de inconsistencia cuando el volumen de datos comienza a crecer.

Esta limitación cobra especial relevancia frente a las exigencias del CACES, cuyos modelos de evaluación requieren evidencias específicas y de datos históricos académicos establecidos en el criterio de eficiencia terminal. De ahí que es importante analizar la situación específica de la

PUCE-I, donde la gestión documental con relación al sistema de titulación actual reproduce el problema sobre el manejo e interoperabilidad de los silos de datos, donde la falta de integración entre sistemas obliga a realizar procesos manuales y a duplicar información.

1.3.3. Análisis de la brecha de investigación

De la revisión de la literatura se determina que existe una desconexión entre los marcos teóricos propuestos para la gestión de datos en educación superior y las soluciones tecnológicas implementadas para este fin, particularmente en universidades de tamaño mediano y en contextos regionales como el ecuatoriano.

Desde la perspectiva de las arquitecturas pipeline en contexto de las instituciones de educación superior, se encuentra que la adopción de arquitecturas pipeline y ETL están orientadas a soluciones de análisis de aprendizaje, estos modelos se han desarrollado predominantemente para instituciones de gran escala o entornos con infraestructura tecnológica robusta. La investigación existente ha abordado la integración de datos para la generación de reportes institucionales o el análisis de datos de estudiantes prospectivos, pero no existe aplicaciones documentadas que utilicen el patrón de diseño Pipeline para la gestión de datos académicos complejos en universidades de tamaño mediano.

Por otro lado las limitaciones de las arquitecturas tradicionales, sobre las cuales están contruidos los sistemas académicos son estructuras desarrolladas bajo un modelo de aplicación monolíticas o a modelos CRUD básicos, que no garantizan una auditoría automática entre los distintos departamentos. Por lo tanto, las arquitecturas monolíticas emplean un diseño unificado donde los componentes de ingreso de datos, transformación, almacenamiento y cómputo están estrechamente integrados en una única plataforma, lo que ofrece mínima flexibilidad para adaptar o escalar componentes de manera independiente. Esta rigidez resulta problemática en entornos universitarios donde los datos residen en sistemas fragmentados que operan de forma aislada.

En el caso particular de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, los trabajos de titulación previos han abordado el desarrollo de sistemas web para la administración de laboratorios y otros procesos específicos, pero no se ha documentado una solución que integre de manera pipeline los datos de titulación y graduados.

Capítulo II

Materiales y métodos

2.1. Introducción a la metodología de desarrollo

Para el desarrollo del proyecto de titulación denominado “Sistema web de gestión de datos con una arquitectura de ingeniería de software y la estrategia de integración y despliegue continuo implementada para el sistema académico de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Ibarra”, se definió una metodología de software y una arquitectura de ingeniería concretas. Se implementó una estrategia de integración y despliegue continuo mediante Pipelines para los módulos de Titulación, Biblioteca y Alumni. Esta implementación representa una integración tecnológica en el ciclo de vida del desarrollo pasando a un modelo automatizado, trazable y reproducible en las fases de construcción, validación y despliegue. El enfoque se complementa con una gestión ágil y adopción de buenas prácticas de ingeniería, garantizando la calidad del producto, la trazabilidad de los procesos y la automatización del flujo de datos.

2.1.1. Enfoque metodológico ágil con Scrum

Para el desarrollo del proyecto de titulación, se adoptó por una arquitectura basada en pipelines para los módulos de titulación y graduados. Este enfoque el proceso de desarrollo de software con la metodología Scrum, integrada con principios de DevOps para la automatización del ciclo de vida del software. Además, se complementó con la metodología ágil Scrum con el objetivo de automatizar el ciclo de desarrollo de software.

Este proceso de desarrollo interactivo permitió dividir el proyecto en sprints de duración fija, comprendida entre dos a cuatro semanas, con entregas funcionales al final de cada interacción. Asimismo, la adaptabilidad inherente a los requisitos del sistema los cuales evolucionan en función de la complejidad y del flujo de datos, que se integró como un eje transversal en el desarrollo de los módulos de titulación y graduados. Finalmente, la integración con DevOps, permitió automatizar las pruebas, la integración continua y el despliegue, mediante buenas prácticas articuladas con la metodología Scrum, lo que constituyó una sinergia necesaria para la arquitectura basada en pipeline.

2.1.2. Fase de planificación de desarrollo de software

En esta fase de planificación y análisis de requisitos, se establecieron los requerimientos del desarrollo en el contexto del sistema web, el cual contempla una arquitectura pipeline, la metodología Scrum y principios DevOps. En cada apartado se definieron las actividades y los artefactos generados, propios de esta etapa del ciclo de desarrollo. Asimismo, se realizó el análisis de requisitos funcionales (RF) y no funcionales (RNF) para el sistema de titulación y graduados de la PUCE-I. Para ello, se siguió la estructura estandarizada de ingeniería la ingeniería de software, con el fin de garantizar que el desarrollo sea medible y verificable.

Los requerimientos funcionales permitieron identificar las acciones e interacción que el sistema debe llevar a cabo para dar respuesta a las necesidades operativas de los usuarios, tanto en el flujo de titulación como en el módulo de graduados.

Tabla 1.

Requisitos funcionales del sistema

ID	Requerimiento		Descripción
RF-01	Gestión identidad		Autenticación mediante el servicio LDAP/Office 365 institucional.
ID	Requerimiento	Descripción	
RF-02	Registro de Anteproyecto	Permite al estudiante subir el tema del trabajo de titulación.	
ID	Requerimiento	Descripción Técnica	
RF-03	Pipeline de Aprobación	Flujo de estados con validaciones secuenciales.	
ID	Requerimiento	Descripción Técnica	
RF-04	Asignación de Director	El coordinador puede asignar un docente tutor a un proceso específico.	

ID	Requerimiento	Descripción Técnica
RF-05	Control de Plagio	Integración externa para subir documentos y recibir reportes de similitud.

ID	Requerimiento	Descripción Técnica
RF-06	Gestión de Calificaciones	Registro de notas por parte del tribunal en la defensa oral.

ID	Requerimiento	Descripción Técnica
RF-07	Generación de Actas PDF	Creación automática de actas de grado con firmas digitales.

ID	Requerimiento	Descripción Técnica
RF-08	Módulo de Seguimiento	Registro de bitácoras y avances por parte del tutor.

Fuente: Elaboración Propia

Los requerimientos no funcionales (RNF), permitieron establecer las condiciones y restricciones operativas con relación al comportamiento del sistema, incidiendo directamente en la experiencia del usuario y en la sostenibilidad técnica de la solución. Para de esta forma dar cumplimiento a los atributos de calidad del software, la usabilidad, la escalabilidad y la mantenibilidad, aspectos para garantizar la adaptación y escalabilidad del sistema. En el contexto del proyecto, estos RNF son determinantes para validar la arquitectura pipeline y alinear las prácticas DevOps, ya que garantizan que el sistema web no solo sea operativo, sino también confiable, ágil y resistente ante potenciales vulnerabilidades.

Tabla 2.*Requisitos No funcionales del sistema*

ID	Atributo	Requerimiento Técnico
RNF-01	Seguridad de Datos	Encriptación en tránsito y en reposo.
RNF-02	Disponibilidad	Tiempo de actividad (Uptime) del 99.5%.
RNF-03	Escalabilidad	Capacidad para manejar 500 usuarios concurrentes.
RNF-04	Integridad de Archivos	Verificación de inalterabilidad de documentos.
RNF-05	Usabilidad (UX)	Tiempo de carga inicial < 2.5 segundos.
RNF-06	Trazabilidad	Registro de auditoría para toda acción administrativa.
RNF-07	Compatibilidad	Soporte para navegadores modernos y dispositivos móviles.
RNF-08	Mantenibilidad	Código documentado y cobertura de pruebas.

Fuente: Elaboración Propia

Este apartado se centra en el diseño no técnico del Pipeline de CI/CD con relación a la construcción, pruebas y despliegue. No es el proceso de titulación en sí, para garantizar que el software cumpla con parámetros de calidad.

2.1.3. Requerimientos funcionales del Pipeline

Estos requerimientos definen las acciones que el flujo automatizado debe ejecutar cada vez que un desarrollador sube código al repositorio.

Tabla 3.

Requisitos funcionales del Pipeline

ID	Requerimiento Funcional		Descripción del Paso
RFC-01	Integración (Build)	Continua	Compilación automática del código fuente y gestión de dependencias.
RFC-02	Análisis (Linting)	Estático	Revisión automática de la calidad y estilo del código.
RFC-03	Pruebas (Testing)	Unitarias	Ejecución de scripts de prueba para cada módulo (ej: validar cálculo de notas).
RFC-04	Escaneo Vulnerabilidades		Detección de brechas de seguridad en librerías de terceros.
RFC-05	Construcción Imágenes		Creación de artefactos inmutables para el despliegue.
RFC-06	Despliegue Continuo		Publicación automática en ambientes de prueba (Staging) o Producción.

Fuente: Elaboración Propia

Los requisitos funcionales de la tabla configuran un flujo de trabajo automatizado y secuencial que materializa el ciclo de vida del desarrollo dentro del pipeline, abarcando desde la confirmación del código hasta su liberación en los entornos destino.

Requerimientos No Funcionales del Pipeline. Estos definen los atributos de calidad del flujo de automatización propiamente dicho que debe cumplir el flujo para garantizar el acceso a los datos.

Tabla 4.*Requisitos no funcionales del Pipeline*

ID	Atributo		Requerimiento Técnico
RNFC-01	Velocidad de Ejecución		El ciclo completo (Push to Deploy) debe durar < 10 minutos.
RNFC-02	Idempotencia		El despliegue debe ser repetible y producir siempre el mismo resultado.
RNFC-03	Seguridad de Secretos		No almacenar claves en el código fuente.
RNFC-04	Trazabilidad (Logs)		Registro histórico de cada despliegue y sus resultados.
RNFC-05	Resiliencia (Rollback)		Capacidad de revertir a la versión anterior en < 2 minutos.

Fuente: Elaboración Propia

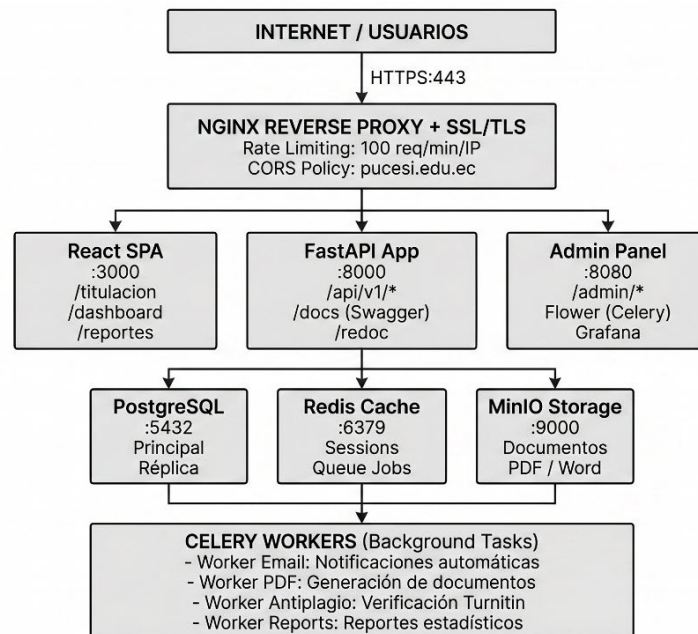
Los requerimientos no funcionales de la tabla definen un marco operativo riguroso que garantiza la eficiencia, confiabilidad y seguridad del pipeline de entrega continua (CI/CD) para el sistema web.

2.1.4. Diseño y arquitectura

La arquitectura técnica del sistema web de titulación PUCE-I, está organizada en capas desde el acceso del usuario hasta los procesos internos automatizados. Es una arquitectura moderna basada en servicios desacoplados. La arquitectura pipeline del sistema web desarrollado para la PUCE-I, cuyo punto de entrada es Internet, desde donde las solicitudes de los usuarios ingresan a través del protocolo HTTPS por el puerto 443 hacia un servidor NGINX que actúa como Reverse Proxy con certificado SSL/TLS, aplicando políticas de limitación de tráfico y control de acceso mediante CORS. Desde este proxy central, el flujo se distribuye hacia tres componentes de capa de presentación y lógica.

Figura 22.

Arquitectura Pipeline



Fuente: Elaboración Propia

La figura 22, presenta las capas de acceso (usuarios / internet). En la parte superior se encuentran los usuarios finales (estudiantes, docentes, coordinadores), que acceden al sistema a través de internet mediante:

- Protocolo seguro **HTTPS**
- Esto garantiza confidencialidad e integridad de los datos

Puerta de Entrada (NGINX Reverse Proxy). Este componente actúa como intermediario inteligente entre el usuario y los servicios internos.

- SSL/TLS: cifra la comunicación
- Rate Limiting: limita a 100 solicitudes por minuto por IP
- CORS Policy: solo permite acceso desde dominios autorizados (pucesi.edu.ec)
- Enrutamiento: distribuye solicitudes a los servicios correctos

Servicios principales (capa de aplicación). Aquí están los tres componentes principales visibles para el usuario:

- React SPA (Frontend)
- Puerto: 3000
- Interfaces:
 - /titulacion
 - /dashboard
 - /reportes

Función:

- Interfaz gráfica del sistema
- Consume la API del backend

FastAPI App (Backend)

- Puerto: 8000
- Endpoints:
 - /api/v1/* → lógica del sistema
 - /docs → Swagger (documentación automática)
 - /redoc → documentación alternativa

Función:

- Procesa lógica del negocio:
 - pipeline de titulación
 - validaciones
 - reglas académicas

Admin Panel

- Puerto: 8080

Funciones:

- /admin/* → gestión del sistema
- Flower → monitoreo de tareas (Celery)
- Grafana → métricas y monitoreo

La capa de datos. Es donde se almacena y gestiona la información del sistema la cual es la base de la arquitectura planteada.

PostgreSQL

- Puerto: **5432**
- Base de datos principal
- Tiene réplica para alta disponibilidad

Contiene:

- usuarios
- procesos de titulación
- calificaciones
- historial

MinIO (Storage)

- Puerto: **9000**
- Almacenamiento de archivos:
 - PDFs
 - documentos Word

La capa de procesamiento, esta es una de las partes más importantes de la arquitectura. Los workers ejecutan tareas en segundo plano, sin afectar la experiencia del usuario.

Tipos de Workers:

- Worker Email

Envía notificaciones automáticas

- Worker PDF

Genera actas, certificados y documentos

- Worker Antiplagio

Integra Turnitin

- verifica similitud

Worker Reports

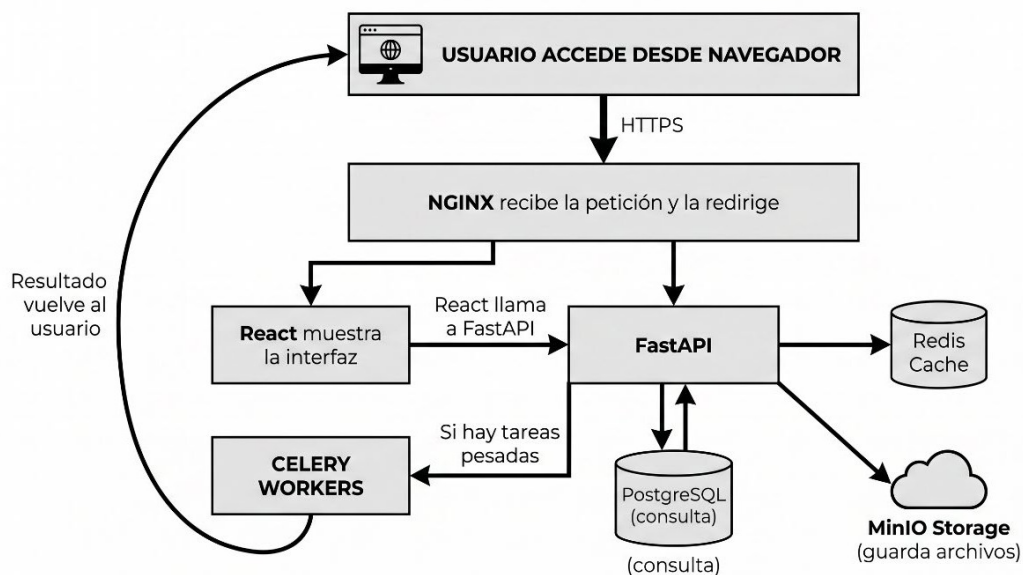
- Genera reportes estadísticos

Este enfoque de Arquitectura Pipeline es fundamental para la PUCE-I porque el proceso de titulación es crítico y legalmente sensible. La automatización elimina el error humano en el despliegue; garantiza que ninguna versión del software salga a producción si no ha pasado las

pruebas de seguridad y las validaciones de los procesos de graduación, asegurando la integridad de los datos académicos.

Figura 23.

Flujo del sistema



Fuente: Elaboración Propia

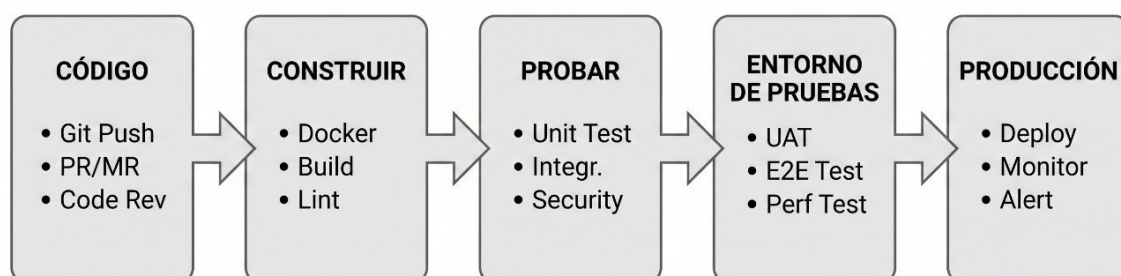
La figura 23, presenta el flujo inicia cuando el usuario accede al sistema desde su navegador web, enviando una solicitud a través del protocolo seguro HTTPS. Esta petición es recibida por el servidor NGINX, que actúa como intermediario (reverse proxy), encargándose de redirigir la solicitud al servicio correspondiente dentro del sistema. En este punto, NGINX no procesa la lógica, sino que distribuye el tráfico de manera eficiente hacia el frontend o backend según corresponda.

Una vez redirigida la solicitud, el frontend desarrollado en React muestra la interfaz al usuario y, cuando requiere datos o ejecutar acciones (como consultar el estado de titulación), realiza llamadas al backend implementado en FastAPI. Este backend es el núcleo lógico del sistema: procesa las solicitudes, consulta la base de datos PostgreSQL para obtener información estructurada, utiliza Redis como caché para optimizar tiempos de respuesta, y almacena o recupera archivos desde MinIO cuando se trata de documentos como tesis o reportes.

Si durante el procesamiento se detectan tareas pesadas o que pueden ejecutarse en segundo plano (como generación de PDFs, envío de correos o verificación de plagio), FastAPI delega estas tareas a los Celery Workers. Estos workers procesan las operaciones sin bloquear la respuesta al usuario. Finalmente, una vez completadas las operaciones necesarias, el resultado regresa a través del backend, pasa por React para su visualización y se presenta al usuario en la interfaz, completando así el ciclo del flujo del sistema.

Figura 24.

Pipeline del proceso



Fuente: Elaboración Propia

La figura 24, presenta el diagrama representa el Pipeline de integración y despliegue continuo del sistema, el cual estructura el ciclo de vida del software en cinco fases consecutivas y automatizadas para garantizar entregas rápidas y seguras. El flujo inicia en la etapa de Código, donde los desarrolladores suben los cambios mediante un Git Push, creando solicitudes de integración (PR/MR) que pasan por revisión de código (Code Rev). Posteriormente, en la fase de Construir, el sistema utiliza Docker para empaquetar la aplicación, ejecutando un Build y validando la calidad de la sintaxis mediante un análisis estático con Lint.

Una vez estructurada la aplicación, se avanza hacia la fase de Probar, donde se ejecutan de manera automática pruebas unitarias (Unit Test), pruebas de integración (Integr.) y análisis de vulnerabilidades (Security) para mitigar cualquier fallo de estabilidad o seguridad. Si el código supera con éxito estas validaciones, se traslada al Entorno de Pruebas (Staging), donde se llevan a cabo pruebas de aceptación de usuario (UAT), validaciones de extremo a extremo (Test) y pruebas de rendimiento (Perf Test). Finalmente, tras corroborar la robustez del sistema, se

procede a la etapa de Producción, donde se realiza el despliegue automático (Deploy), seguido por un monitoreo continuo (Monitor) y un sistema de alertas activa (Alert) para asegurar la disponibilidad del servicio.

2.1.4.1. Diseño de Base de Datos y Modelo Entidad – Relación (DER)

El modelo de base de datos relacional implementado en PostgreSQL se ha diseñado siguiendo un enfoque modular y desacoplado, que organiza la información en tres módulos principales: Titulación, Biblioteca y Alumni. Estos módulos se apoyan en una capa compartida de entidades globales, lo que permite mantener la coherencia de los datos sin que los distintos componentes del sistema queden rígidamente acoplados entre sí.

Descripción de las Entidades Principales. La arquitectura del sistema centraliza los datos maestros de la institución y los conecta directamente con los flujos del proceso de titulación. La entidad `tbl_global_estudiantes` almacena la información personal y académica base del estudiante como identificación, nombres, apellidos y correo electrónico, y se relaciona con el módulo de titulación a través del número de cédula del alumno.

Por otro lado, la planta docente se gestiona en la entidad `tbl_global_personal`, que guarda los datos del personal académico. Esta tabla se vincula con el detalle del proceso de titulación para asignar los roles de evaluación, como asesores, lectores o miembros del tribunal.

En cuanto a la gestión documental, la entidad `tbl_titulacion` actúa como un repositorio inmutable que registra, mediante atributos específicos, la ubicación de los archivos digitales en formato PDF. Entre ellos se incluyen los documentos requeridos para biblioteca, la declaración de autoría, el envío al SENESCYT y la evidencia de prácticas preprofesionales.

Finalmente, el Módulo Expediente Graduados opera sobre la entidad `tbl_matriz_graduados`, que consolida la información legal de las actas de grado, las

calificaciones finales de titulación y los datos de refrendación ante los organismos reguladores.

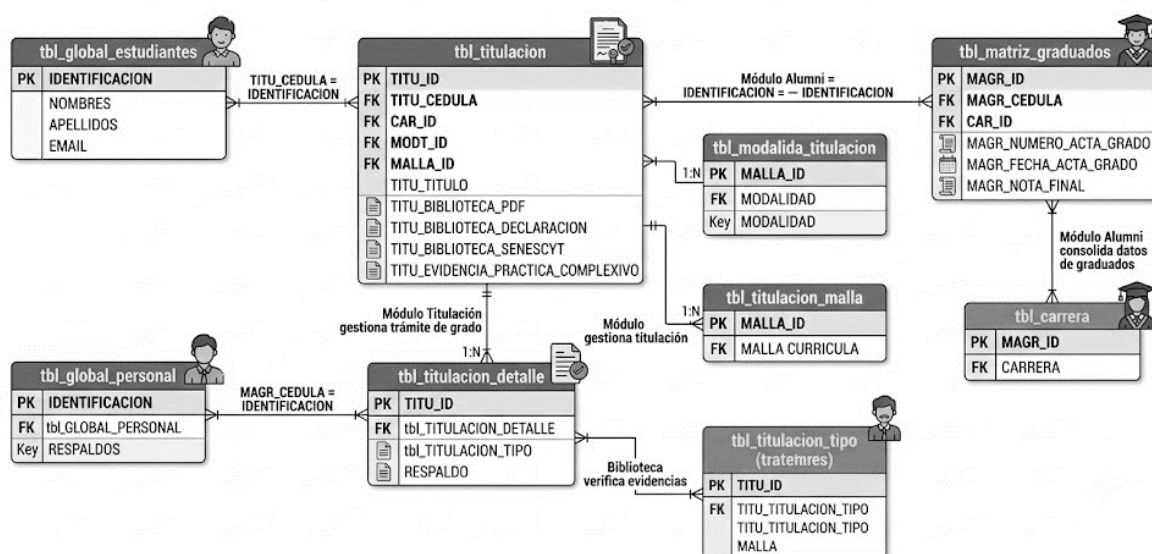
Interacción entre Módulos y Trazabilidad. La entidad `tbl_titulacion` funciona como el eje central del sistema, conectando las carreras, las modalidades de titulación y las mallas curriculares. La trazabilidad entre el proceso de grado y el seguimiento a exalumnos se mantiene de manera consistente gracias al uso del número de cédula como identificador único e inalterable a lo largo de todo el ciclo. Esto permite transferir automáticamente los hitos y fechas clave del proceso de titulación hacia la matriz de graduados, sin necesidad de duplicar registros de forma manual.

En cuanto al Módulo de Biblioteca, este no utiliza tablas independientes, sino que realiza la auditoría y validación documental directamente sobre la misma entidad `tbl_titulacion`. Para ello, evalúa el estado del atributo `TITU_BIBLIOTECA`, cuyos valores numéricos indican la situación de cada documento (por ejemplo, pendiente, aprobado o rechazado). Este enfoque simplifica la estructura de la base de datos, reduce la complejidad de las transacciones y garantiza la integridad de las relaciones entre los datos.

Figura 25.

Diagrama Entidad-Relación (DER) del Sistema de Gestión Documental.

DIAGRAMA ENTIDAD-RELACIÓN (DER) — ECOSISTEMA DE GESTIÓN DOCUMENTAL DE LA PUCE-I



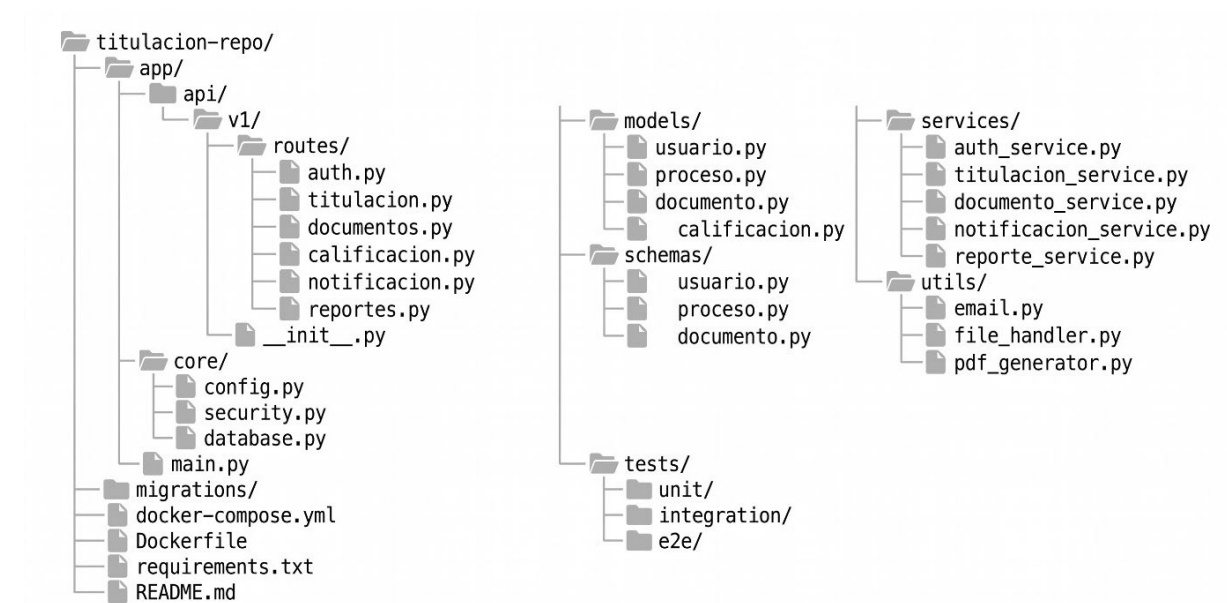
Fuente: Elaboración Propia

2.1.5. Desarrollo del sistema

En este apartado se procedió al desarrollo del sistema web de gestión de datos mediante una arquitectura pipeline para el proceso de titulación y graduados de la Puce-I, con base a la arquitectura Pipeline,

Figura 26.

Estructura del proyecto



Fuente: Elaboración Propia

La figura 26, muestra la estructura de directorios de un proyecto backend llamado titulacion-repo, diseñado claramente para gestionar procesos de titulación académica. En la raíz se distinguen cuatro bloques principales: app/ (código fuente), models/ (definición de datos), services/ (lógica de negocio) y tests/ (pruebas), junto con archivos de soporte como docker-compose.yml, Dockerfile, requirements.txt y migrations/, lo que indica que es una aplicación Python empaquetada para ejecutarse en contenedores y con soporte para migraciones de base de datos.

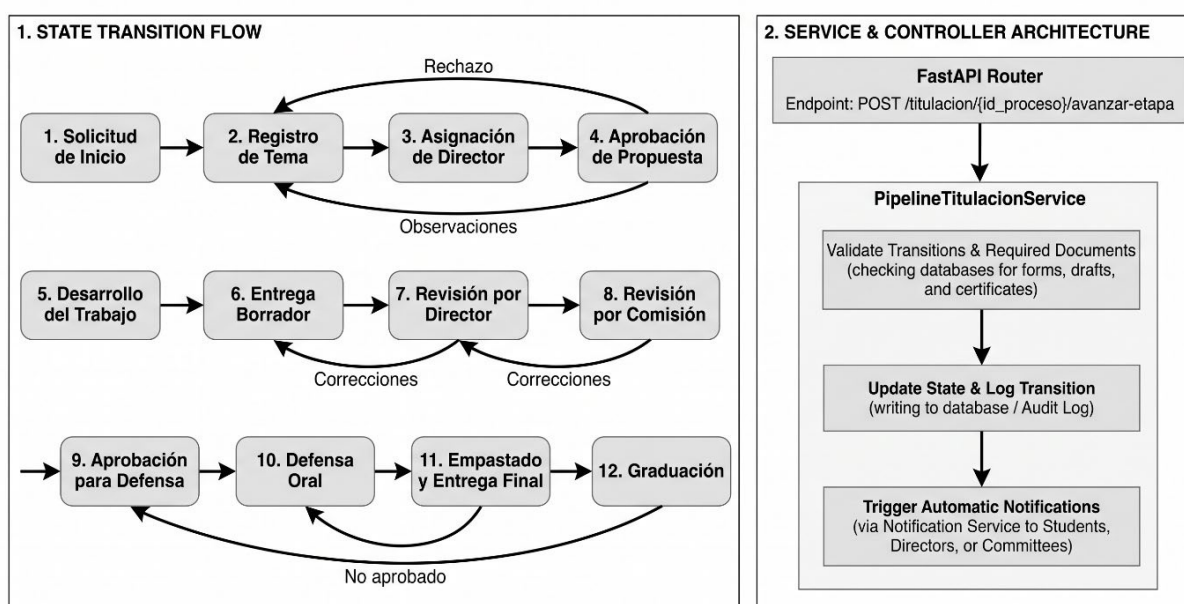
Dentro de app/ se aprecia una arquitectura por capas bien definida. La carpeta api/v1/routes/ contiene los controladores o endpoints organizados por dominio: autenticación (auth.py), gestión de titulaciones (titulacion.py), manejo de documentos, calificaciones, notificaciones y

reportes, todos versionados bajo v1. El módulo core/ agrupa configuraciones globales, seguridad y conexión a base de datos, mientras que main.py sería el punto de entrada. Por su parte, models/ separa las entidades de base de datos (usuario, proceso, documento, calificación) de los esquemas de validación y transferencia de datos (carpeta schemas/), siguiendo buenas prácticas de separación entre la capa de persistencia y la de presentación.

Finalmente, la capa de servicios (services/) concentra toda la lógica de negocio, con módulos que reflejan los mismos dominios de las rutas, y una carpeta utils/ que ofrece funcionalidades transversales como envío de correos, manejo de archivos y generación de PDFs. La presencia de pruebas separadas en unit/, integration/ y e2e/ evidencia un enfoque profesional y orientado a la calidad, asegurando que cada componente pueda validarse de forma aislada y en conjunto. En su conjunto, esta estructura sugiere un sistema robusto, escalable y mantenible, típico de aplicaciones empresariales desarrolladas con frameworks.

Figura 27.

Pipeline del sistema



Fuente: Elaboración Propia

La figura 27, describe el flujo de trabajo y la arquitectura técnica del servicio PipelineTitulacionService, enfocado en la gestión automatizada de procesos de titulación. En su primera sección, se presenta un flujo de transición de estados compuesto por 12 etapas lineales y secuenciales, que abarcan desde la "Solicitud de Inicio" hasta la "Graduación",

pasando por hitos clave como la asignación de director, la aprobación de la propuesta, la revisión del borrador y la defensa oral. Este diagrama también incorpora mecanismos de retroalimentación negativa ("Rechazo" y "Observaciones"), lo que indica que el sistema permite devolver el proceso a etapas anteriores si el trabajo no cumple con los estándares requeridos, asegurando un control de calidad riguroso en cada paso académico.

En el ámbito técnico, la segunda parte de la imagen muestra que este flujo se expone a través de un endpoint REST específico dentro de un router de FastAPI: `POST /titulacion/{id_proceso}/avanzar-etapa`. Este diseño delega toda la lógica de negocio en la clase `PipelineTitulacionService`, que actúa como orquestador principal del avance de etapas. Al recibir una solicitud, el servicio no solo actualiza el estado del proceso, sino que también valida que la transición sea permitida y verifica la existencia de documentos obligatorios (como formularios, borradores o certificados) consultando directamente las bases de datos, garantizando que el sistema solo progrese cuando la información esté completa y correcta.

Figura 28.

Dashboard del sistema



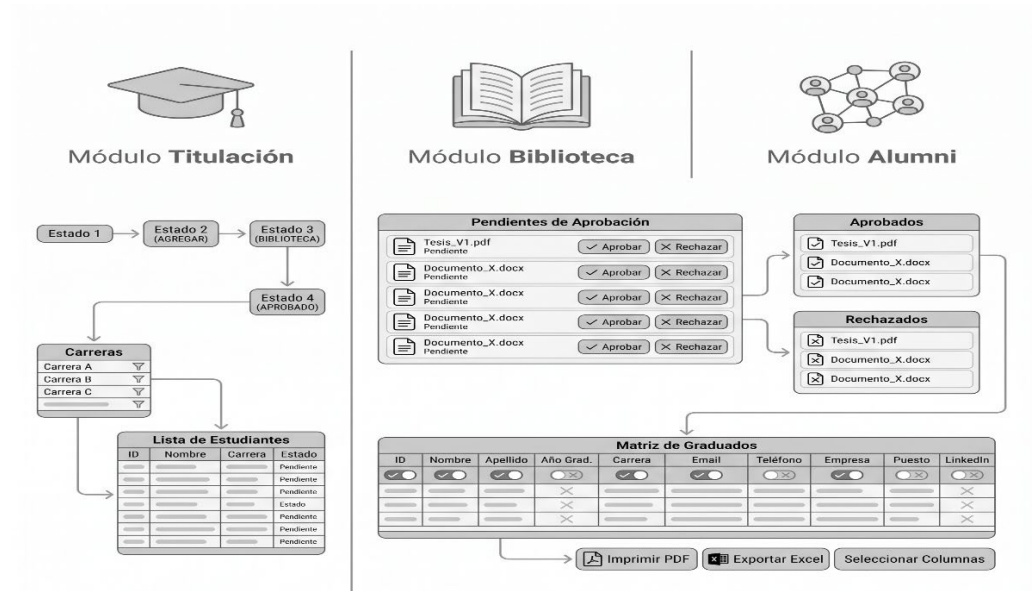
Fuente: Elaboración Propia

La figura 28, corresponde al diseño de un dashboard principal desarrollado con React, concebido como la interfaz central para que los estudiantes monitoreen el avance de su proceso de titulación. La pantalla se organiza en tres bloques funcionales bien diferenciados: un encabezado con información resumida del estudiante y el estado general del trámite, una tabla

con datos académicos completos, y un listado detallado de la documentación requerida para la etapa actual. Este panel actúa como un punto de control visual que reúne toda la información crítica del expediente, eliminando la necesidad de consultar múltiples sistemas o comunicarse constantemente con la administración.

El primer bloque, titulado "Datos del Estudiante", combina métricas de progreso con datos contextuales. Destaca un indicador porcentual del 33% que sugiere el avance global del proceso, junto con fechas clave (inicio y estimación de fin) y un texto descriptivo que informa al usuario que el comité académico está revisando la propuesta del tema, específicamente validando su viabilidad y alineación con las líneas de investigación. Este mensaje dinámico es crucial porque no solo muestra qué está pasando, sino por qué el proceso se encuentra en esa fase, ofreciendo transparencia y reduciendo la incertidumbre del estudiante. Además, se incluye una ficha académica con el nombre, ID, programa ("Ingeniería de Sistemas"), director asignado (Dr. María González) y correo electrónico de contacto, centralizando los datos personales y curriculares relevantes.

Figura 29.
Interfaz del sistema



Fuente: Elaboración Propia

La figura 29, muestra una arquitectura funcional dividida en tres módulos principales del sistema: Módulo de Titulación, Módulo de Biblioteca y Módulo Alumni. En el primer módulo se representa el flujo del proceso de titulación mediante estados secuenciales (Estado 1, Estado

2, Estado 3 - Biblioteca y Estado 4 - Aprobado). Este flujo está vinculado con la gestión académica, donde se visualiza un listado de carreras y una tabla de estudiantes que incluye información como ID, nombre, carrera y estado del proceso, permitiendo hacer seguimiento del avance de cada estudiante.

En el Módulo de Biblioteca, se observa la gestión documental del sistema. Aquí se listan los documentos pendientes de aprobación, como tesis y archivos adicionales, cada uno con opciones para aprobar o rechazar. Este módulo actúa como un filtro de calidad académica, donde los documentos pasan de un estado “Pendiente” a ser clasificados en listas de “Aprobados” o “Rechazados”. Esta validación es clave para garantizar que los trabajos de titulación cumplan con los requisitos institucionales antes de avanzar en el proceso.

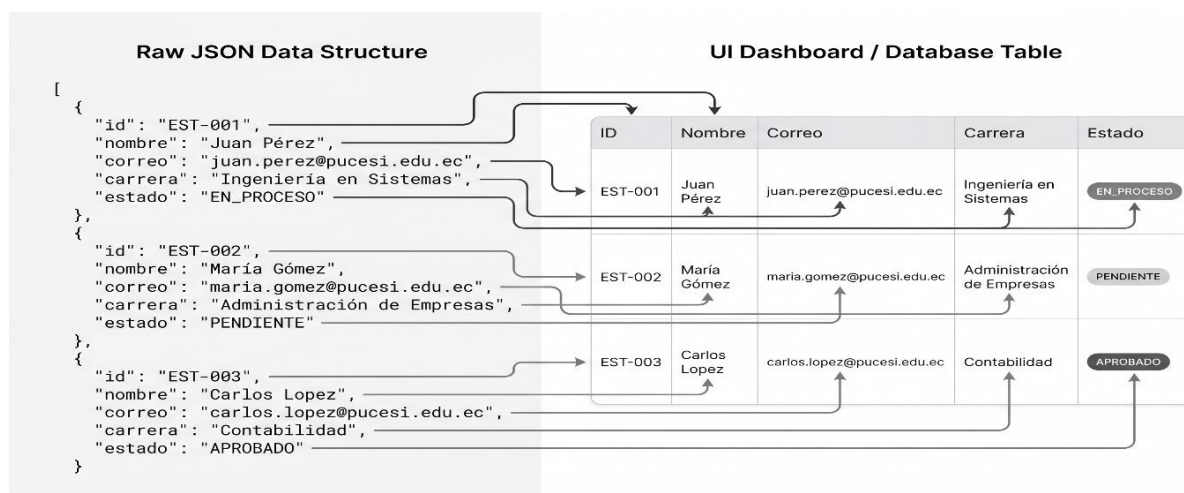
Finalmente, el Módulo Alumni consolida la información de los estudiantes que han completado el proceso de titulación. Se presenta una matriz de graduados que incluye datos relevantes como nombre, apellido, año de graduación, carrera, correo, teléfono, empresa, puesto y perfil de LinkedIn. Además, el sistema ofrece funcionalidades para exportar esta información en formatos como PDF o Excel y permite personalizar las columnas, lo que facilita el análisis, seguimiento profesional y generación de reportes institucionales sobre los graduados.

2.1.6. Pruebas del sistema

El presente documento corresponde a pruebas funcional del sistema web de gestión de titulación y graduados de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra. Su propósito es validar el correcto funcionamiento de los módulos de registro, carga documental, aprobación y seguimiento del proceso académico. El objetivo fue evaluar la capacidad del sistema para gestionar estados como pendiente, aprobado y rechazado, además de la generación de reportes y la integración con el módulo de biblioteca.

Figura 30.

Prueba de registro estudiante

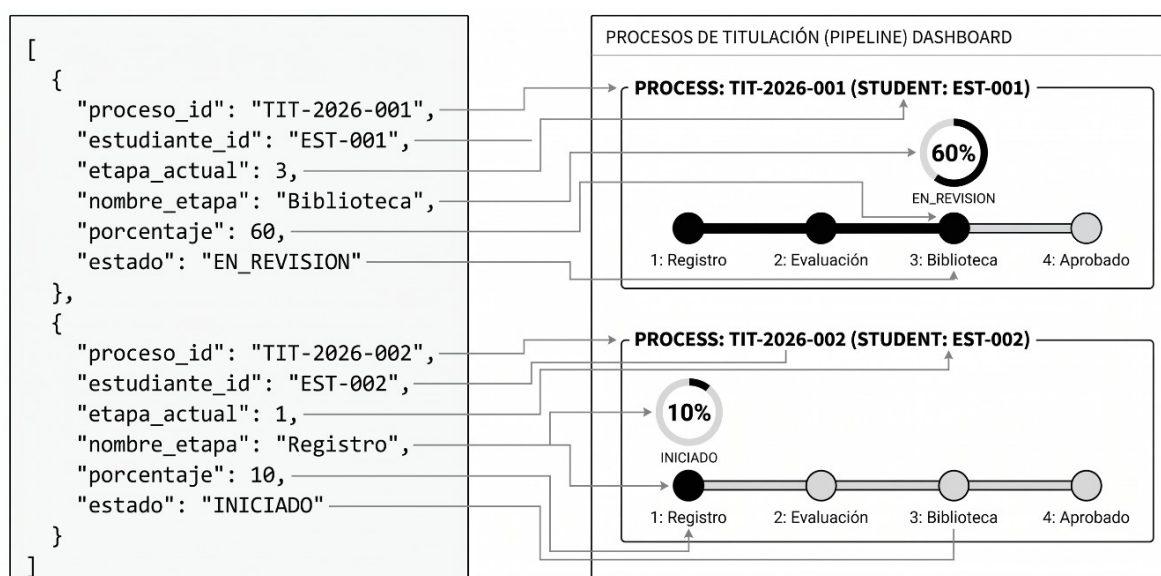


Fuente: Elaboración Propia

La figura 30, presenta una comparación directa entre la estructura de datos en formato JSON y su representación visual en una tabla de interfaz de usuario, mostrando tres registros de estudiantes con los campos id, nombre, correo, carrera y estado, donde el correo electrónico aparece resaltado en morado y el estado en colores distintivos (amarillo para "EN_PROCESO", azul para "PENDIENTE" y verde para "APROBADO"), lo que facilita la identificación rápida del progreso de cada alumno.

Figura 31.

Pipeline de procesos de titulación

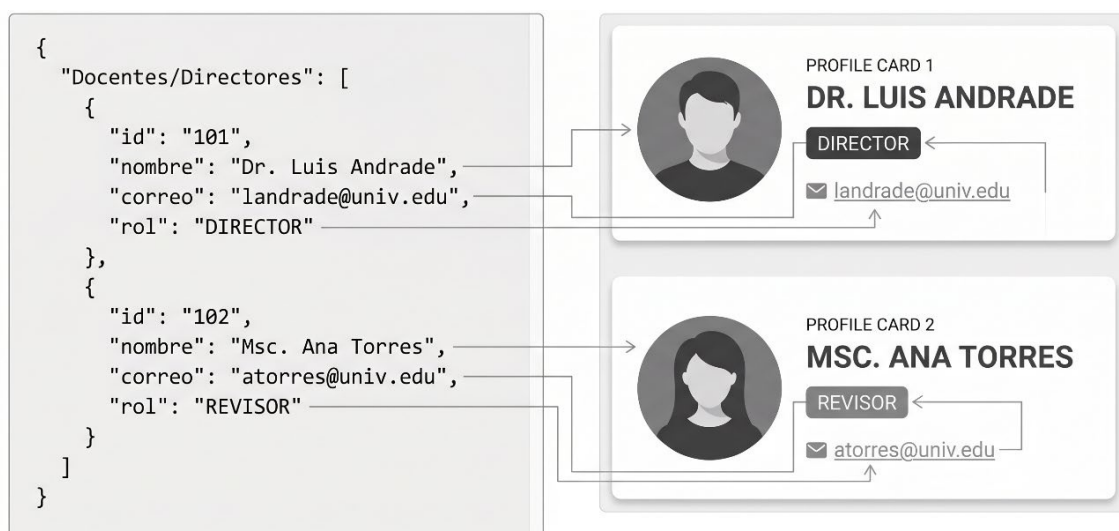


Fuente: Elaboración Propia

La figura 31, presenta un ejemplo de datos en formato JSON que alimentan un dashboard tipo pipeline para el seguimiento de procesos de titulación, mostrando dos registros con campos como `proceso_id`, `estudiante_id`, `etapa_actual` (3 y 1), `nombre_etapa` ("Biblioteca" y "Registro"), `porcentaje` (60% y 10%) y `estado` ("EN_REVISION" e "INICIADO"); esta información se traduce visualmente en el panel inferior, donde cada proceso se representa con una barra de progreso, su estado resaltado y una secuencia de etapas fijas (Registro, Evaluación, Biblioteca, Aprobado) con la etapa actual marcada en la posición correspondiente, lo que permite a los administradores o estudiantes monitorear de forma clara y rápida el avance de cada trámite dentro del flujo de titulación.

Figura 32.

Asignación tutores

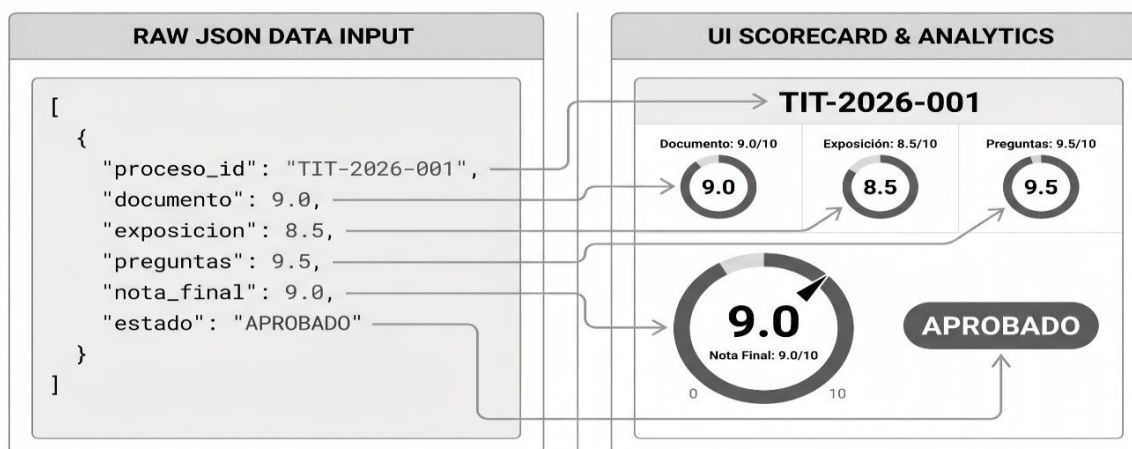


Fuente: Elaboración Propia

La figura 32, muestra un panel de directorio académico que presenta, por un lado, la estructura de datos en formato JSON con un arreglo llamado "Docentes/Directores" que contiene dos objetos con los campos `id`, `nombre`, `correo` y `rol` (asignando a Luis Andrade como "DIRECTOR" y a Ana Torres como "REVISOR"), y por otro lado, la representación visual de esta información en forma de dos tarjetas de perfil estilo UI; cada tarjeta exhibe de manera clara y jerarquizada el nombre completo en mayúsculas, el rol destacado (con etiquetas visuales diferenciadas para "DIRECTOR" y "REVISOR") y el correo electrónico de contacto, ofreciendo una vista rápida y accesible para que los administradores o estudiantes puedan identificar fácilmente a los docentes encargados de dirigir y evaluar los procesos de titulación dentro del sistema.

Figura 33.

Asignaciones notas

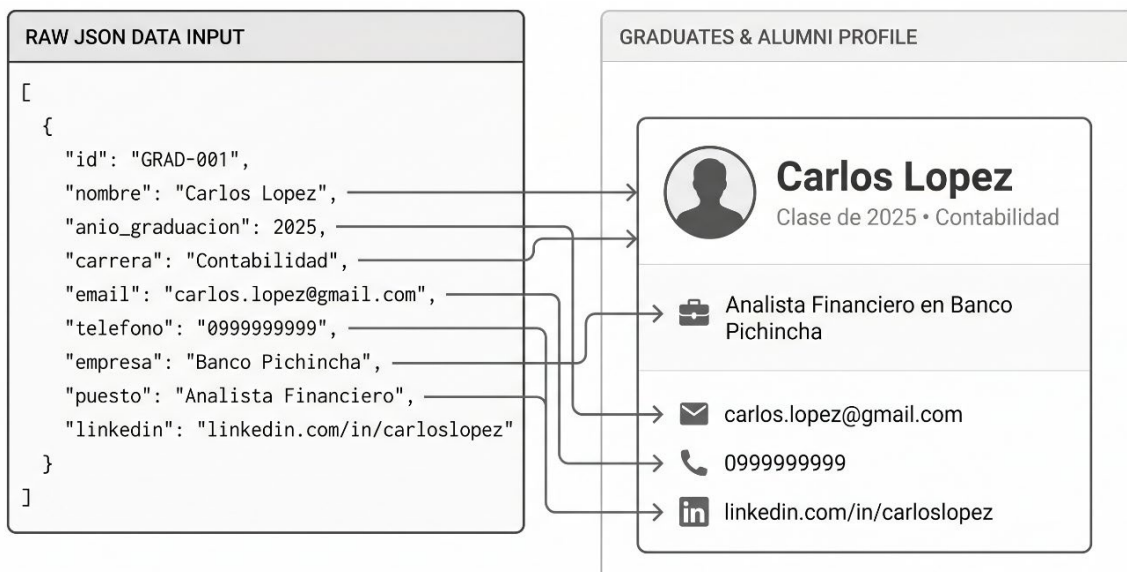


Fuente: Elaboración Propia

La figura 33, presenta un panel de evaluaciones y calificaciones que toma como entrada un objeto JSON con los campos proceso_id, documento (9.0), exposicion (8.5), preguntas (9.5), nota_final (9.0) y estado ("APROBADO"), y lo transforma visualmente en una tarjeta de resultados que muestra las tres calificaciones parciales con sus respectivos valores numéricos sobre 10, una representación gráfica de barras horizontales para cada rubro, y un resumen final que destaca la nota promedio (9.0) junto con una etiqueta de estado "APROBADO" en color verde; este diseño permite a los miembros del comité o a los estudiantes consultar de manera rápida e intuitiva el desempeño detallado por cada componente de la defensa, facilitando la transparencia y el seguimiento de los criterios de calificación dentro del flujo de titulación.

Figura 34.

Seguimiento Expediente Graduado



Fuente: Elaboración Propia

La figura 34, muestra un ejemplo de datos en formato JSON que alimenta el perfil de un egresado dentro del módulo Alumni, con campos como id, nombre, anio_graduacion (2025), carrera ("Contabilidad"), email, teléfono, empresa ("Banco Pichincha"), puesto ("Analista Financiero") y linkedin; esta información se transforma visualmente en una tarjeta de perfil estilo red social que presenta el nombre del graduado ("Carlos López"), su promoción ("Clase de 2025"), la carrera cursada, y de manera destacada su puesto laboral actual junto con los datos de contacto (correo, teléfono y perfil de LinkedIn), ofreciendo una vista clara y profesional para que los administradores o empleadores puedan consultar rápidamente el historial y la trayectoria de los exalumnos dentro del sistema de titulación.

Los resultados de las pruebas unitarias del sistema se verificaron de manera aislada la lógica de cada servicio, como el cálculo de calificaciones o la validación de transiciones de estado en PipelineTitulacionService. Las pruebas de integración aseguran que los módulos interactúen correctamente con la base de datos y los servicios externos de notificación y generación de PDF, garantizando que los documentos subidos se validen antes de avanzar de etapa. Además, las pruebas end-to-end simularon el recorrido completo del estudiante, desde la solicitud inicial hasta la generación del perfil Alumni, comprobando que el dashboard de React refleje fielmente los cambios de estado y las columnas seleccionadas.

Capítulo III

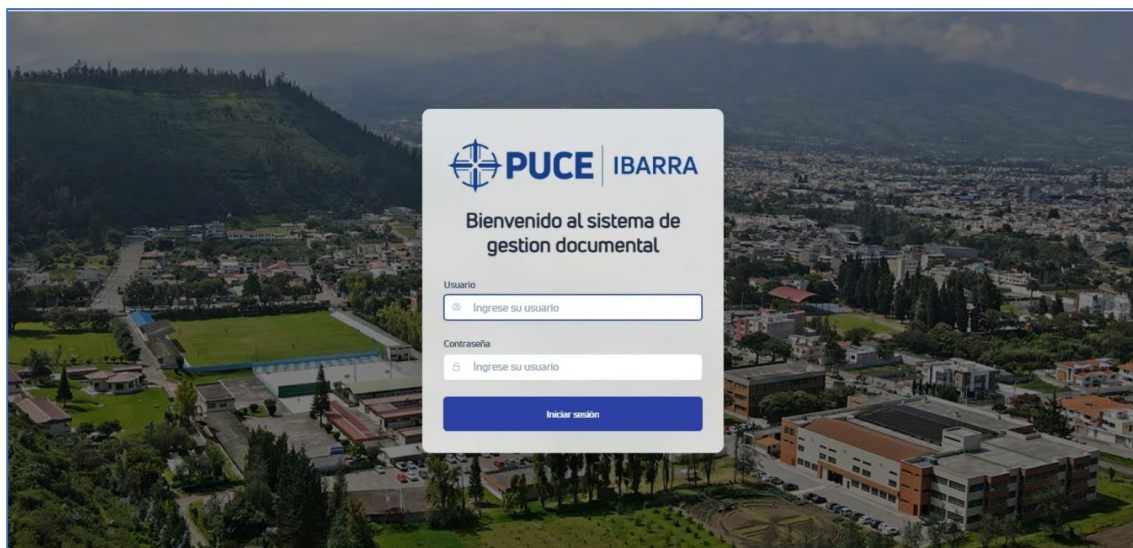
Resultados y discusión

3.1. Resultados y discusión

Este capítulo presenta los resultados obtenidos tras la implementación del sistema de titulación, abarcando tanto el backend desarrollado como los paneles interactivos construidos para la gestión del proceso de titulación.

Figura 35.

Inicio sesión del sistema de gestión documental



Fuente: Elaboración Propia

La figura 35, muestra la pantalla de inicio de sesión de un sistema web institucional de la PUCE Ibarra, donde se presenta un formulario centrado con el logotipo de la universidad y el mensaje de bienvenida al sistema de gestión documental. El formulario solicita credenciales de acceso, específicamente usuario y contraseña, e incluye un botón para iniciar sesión.

Figura 36.

Interfaz del sistema



Fuente: Elaboración Propia

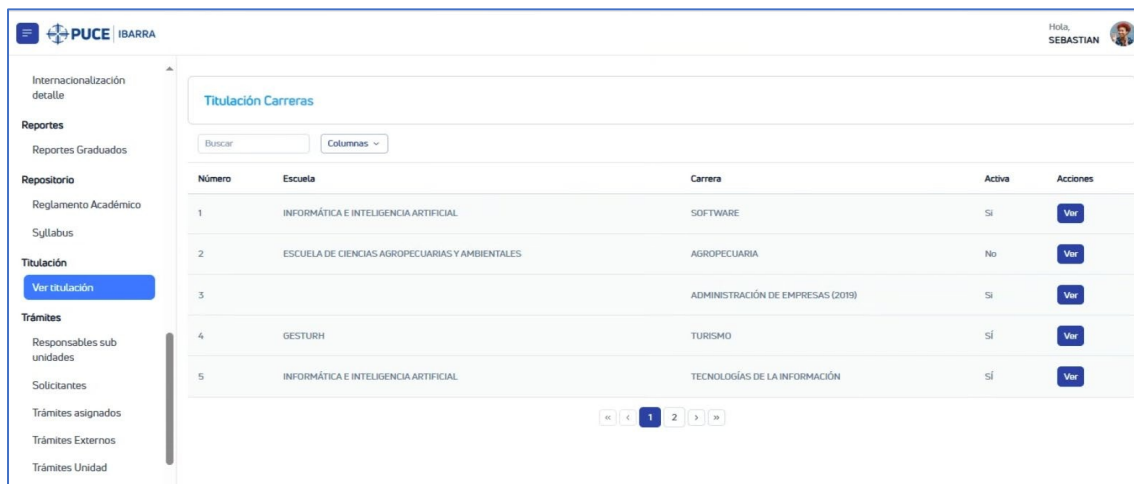
La figura 36, muestra el panel principal (dashboard) del sistema web de la PUCE Ibarra en un entorno local, donde se presenta un módulo de análisis denominado “Alumni en cifras”. En la parte superior se destaca un resumen que indica el número total de graduados desde 1976, seguido de una visualización gráfica tipo dona que representa el recuento de graduados por diferentes escuelas académicas. A la derecha se observa una tabla con el detalle numérico de graduados por cada escuela, incluyendo opciones de búsqueda y selección de columnas.

3.1.1. Interfaz módulo titulación

El módulo de Titulación Carreras, donde se listan distintas carreras asociadas a sus respectivas escuelas, incluyendo información como número, nombre de la escuela, carrera, estado (activa o no) y un botón de acción Ver para acceder a más detalles.

Figura 37.

Interfaz módulo de titulación

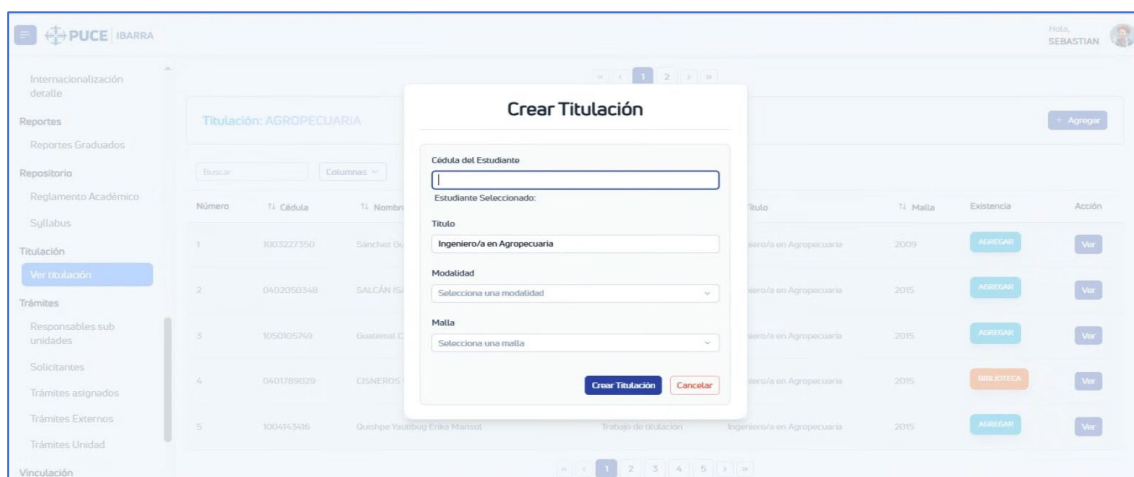


Fuente: Elaboración Propia

La figura 37, muestra la interfaz del módulo de titulación del sistema web de la PUCE Ibarra, específicamente en la sección “Ver titulación”. En el área principal se presenta una tabla titulada. En la parte superior de la tabla se incluyen opciones de búsqueda y personalización de columnas, mientras que en la parte inferior se observa un control de paginación. A la izquierda se mantiene un menú lateral con múltiples módulos del sistema, resaltando el apartado de titulación, y en la esquina superior derecha se muestra el usuario autenticado, lo que indica que es una vista interna de gestión académica.

Figura 38.

Interfaz crear titulación estudiante



Fuente: Elaboración Propia

La figura 38, muestra una pantalla del módulo de titulación donde se ha abierto una ventana modal para crear una nueva titulación. En el centro se observa un formulario titulado “Crear

Titulación”, que solicita datos como la cédula del estudiante, el estudiante seleccionado, el título del trabajo (en este caso relacionado con Ingeniería en Agropecuaria), la modalidad y la malla curricular, con campos desplegables para facilitar la selección. En la parte inferior del formulario aparecen los botones de acción “Crear Titulación” y “Cancelar”. De fondo, ligeramente difuminada, se distingue la tabla de titulaciones existentes con opciones como “Agregar”, “Ver” y estados asociados, junto con el menú lateral del sistema donde está activa la sección de titulación, lo que indica que el usuario está gestionando registros dentro de este módulo.

Figura 39.

Interfaz selección de modalidad de titulación

ID	Cédula	Nombre del Estudiante	Modalidad	Título del Trabajo	Año	Acción
4	1004446017	RICARDO SEBASTIÁN CHICAIZA BENÍTEZ	Examen completo	Ingeniería en Tecnologías de la Información	2019	Ver
5	1004408488	JHON JAIRO CACUANGO ARAUJO	Trabajo de titulación	Ingeniería en Tecnologías de la Información	2021	Ver

Fuente: Elaboración Propia

La figura 39, muestra la interfaz de selección de modalidad de titulación de la PUCE Ibarra, centrada en el estudiante Ricardo Sebastián Chicaiza Benítez de la carrera de Tecnologías de la Información, donde el campo "Modalidad" aparece predefinido como "Trabajo de titulación" y el usuario debe elegir un "Tipo de Modalidad" mediante un desplegable que aún no ha sido seleccionado, ofreciendo los botones de acción "Guardar" y "Cancelar" para confirmar o descartar la elección

Figura 40.

Interfaz modalidad: Tesis

Estudiante: RICARDO SEBASTIÁN CHICAIZA BENÍTEZ

Modalidad
Trabajo de titulación

Tipo de Modalidad
Tesis

Fecha de Solicitud de Aprobación del Tema
dd/mm/aaaa

Fecha de aprobación del tema
dd/mm/aaaa

Fecha de solicitud de lectores
dd/mm/aaaa

Fecha de designación de lectores
dd/mm/aaaa

Fecha de entrega de trabajo de titulación a lectores
dd/mm/aaaa

Fecha de asentamiento de nota del lector 1
dd/mm/aaaa

Fecha de asentamiento de nota del lector 2
dd/mm/aaaa

Tema
Describe el tema aquí...

Fuente: Elaboración Propia

La figura 40, muestra la interfaz para la modalidad de tesis, centrada en el estudiante Ricardo Sebastián Chicaiza Benítez, donde se detallan fechas clave como la aprobación del tema, solicitud y entrega a lectores, y asentamiento de notas de los lectores, mientras que el panel lateral izquierdo agrupa opciones de navegación como Reportes, Repositorio.

Figura 41.

Interfaz modalidad: Artículo científico

Estudiante: RICARDO SEBASTIÁN CHICAIZA BENÍTEZ

Modalidad
Trabajo de titulación

Tipo de Modalidad
Artículo Científico

Fecha de Solicitud de Aprobación del Tema
dd/mm/aaaa

Fecha de aprobación del tema
dd/mm/aaaa

Fecha de solicitud de lectores
dd/mm/aaaa

Fecha de designación de lectores
dd/mm/aaaa

Fecha de entrega de trabajo de titulación a lectores
dd/mm/aaaa

Fecha de asentamiento de nota del lector 1
dd/mm/aaaa

Fecha de asentamiento de nota del lector 2
dd/mm/aaaa

Tema
Describe el tema aquí...

Fuente: Elaboración Propia

La figura 41, muestra la interfaz para la modalidad de Artículo Científico, centrada en el estudiante Ricardo Sebastián Chicaiza Benítez, donde el campo "Tipo de Modalidad" ya aparece seleccionado como "Artículo Científico" y se listan fechas clave como la solicitud de aprobación del tema, solicitud de lectores, entrega del trabajo a lectores y asentamiento de notas de los dos lectores.

Figura 42.

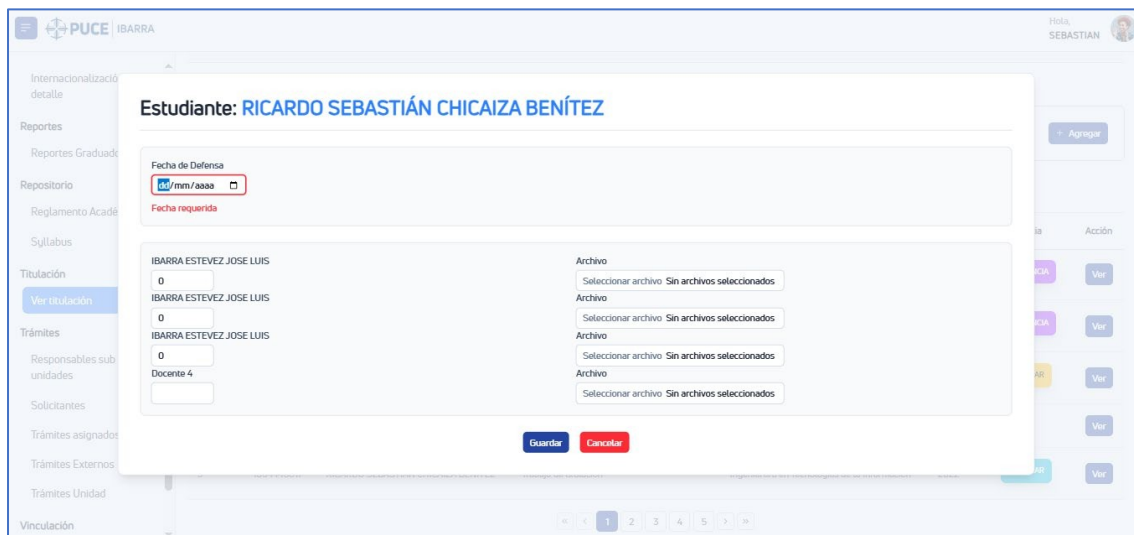
Interfaz modalidad: Proyecto de Investigación

Fuente: Elaboración Propia

La figura 42, forma parte del flujo de titulación, adaptándose a los requisitos específicos de la modalidad de proyecto de investigación, que requiere la revisión por dos lectores y el control riguroso de plazos para cada etapa, desde la aprobación del tema hasta la calificación final. La estructura de fechas sugiere que el sistema automatiza el seguimiento temporal y las notificaciones, garantizando que el estudiante, los lectores y el comité académico estén al tanto de los vencimientos y estados de avance, en línea con el pipeline de transición de estados previamente descrito.

Figura 43.

Interfaz Titulación Asignación de Notas Tesis

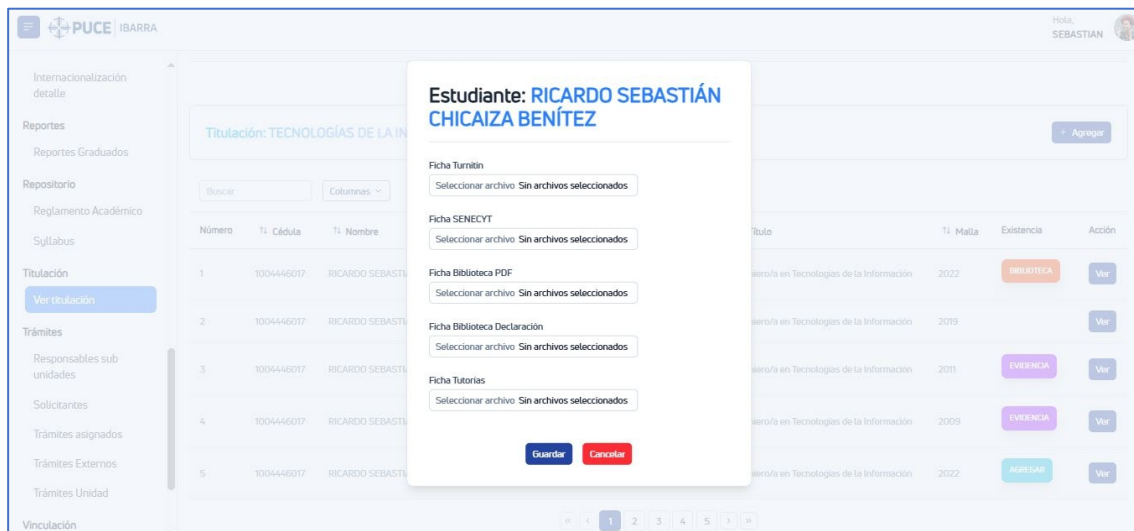


Fuente: Elaboración Propia

La figura 43, muestra la interfaz de Asignación de Notas para Tesis, centrada en el estudiante Ricardo Sebastián Chicaiza Benítez, donde se solicita la Fecha de Defensa (mm/aaaa) y se listan varios docentes asesores junto con botones para "Seleccionar archivo" que permiten adjuntar documentos de evaluación.

Figura 44.

Interfaz Carga de Evidencia Biblioteca Modalidad Trabajo de Titulación



Fuente: Elaboración Propia

La figura 44, muestra la interfaz de Carga de Evidencia Biblioteca para la modalidad de Trabajo de Titulación, centrada en estudiantes, donde se presentan cinco secciones de carga de archivos correspondientes a Ficha Turnitin, Ficha SENE CYT, Ficha Biblioteca PDF, Ficha Biblioteca

Declaración y Ficha Tutorías, cada una con su respectivo botón "Seleccionar archivo" y el mensaje "Sin archivos seleccionados".

Figura 45.

Interfaz Modalidad de Examen Complexivo

The screenshot displays the PUCE Ibarra academic system interface. A modal window is open, centered on the screen, for the student **RICARDO SEBASTIÁN CHICAIZA BENÍTEZ**. The modal is titled "Modalidad" and "Examen complejo". It contains a dropdown menu labeled "Tipo de Modalidad" with the instruction "Seleccione un tipo de modalidad". Below the dropdown are "Guardar" (Save) and "Cancelar" (Cancel) buttons. The background interface shows a sidebar with navigation options like "Internacionalización", "Reportes", "Repositorio", "Reglamento Académico", "Syllabus", "Titulación", "Trámites", "Responsables sub unidades", "Solicitantes", "Trámites asignados", "Trámites Externos", "Trámites Unidad", and "Vinculación". The main content area shows a table with student records, including names, IDs, and modality types. The table has columns for "ID", "Código", "Nombre", "Modalidad", "Programa", and "Año". The first row shows a student with ID 1004408488, name JHON JAIRO CACUANGO ARAUJO, modality "Trabajo de la unidad de integración curricular", program "Ingeniería en Tecnologías de la Información", and year 2022. The second row shows the student RICARDO SEBASTIÁN CHICAIZA BENÍTEZ with ID 100446017, modality "Examen complejo", program "Ingeniería en Tecnologías de la Información", and year 2019.

Fuente: Elaboración Propia

La figura 45, muestra una interfaz del sistema académico PUCE Ibarra, específicamente en el módulo de Titulación. Se visualiza un modal o ventana emergente centrada en la pantalla, la cual corresponde al registro de la modalidad de titulación del estudiante Ricardo Sebastián Chicaiza Benítez. En dicho formulario se indica que la modalidad seleccionada es "Examen Complexivo", y presenta un campo desplegable titulado "Tipo de Modalidad" con la instrucción de seleccionar una opción, el cual aparece aún sin completar.

Figura 46.

Interfaz Modalidad de Examen Complexivo – Tipo Modalidad: Escrito

Fuente: Elaboración Propia

La figura 46, muestra el formulario del sistema PUCE Ibarra correspondiente al registro de titulación del estudiante Ricardo Sebastián Chicaiza Benítez, donde se ha seleccionado la modalidad "Examen Complexivo" con el tipo de modalidad "Escrito". El formulario despliega campos adicionales específicos para esta modalidad, entre los que se incluye un campo de "Fecha de Defensa" con formato dd/mm/aaaa, y una sección denominada "Escrito" que contiene el campo "Nota Tribunal, Examen Escrito" con un valor inicial de 0. Adicionalmente, se presenta un campo para cargar un archivo en formato PDF, el cual aún no tiene ningún archivo seleccionado, indicando "Sin archivos seleccionados".

Figura 47.

Interfaz Modalidad de Examen Complexivo – Tipo Modalidad: Oral

Fuente: Elaboración Propia

La figura 47, presenta el formulario del sistema PUCE Ibarra para el registro de titulación del estudiante Ricardo Sebastián Chicaiza Benítez, donde se ha configurado la modalidad "Examen Complexivo" con el tipo de modalidad "Oral". El formulario incluye un campo de texto amplio para ingresar el "Nombre del Caso de Estudio" y un campo de "Fecha de Defensa" en formato dd/mm/aaaa. En la sección inferior denominada "Oral", se despliega una estructura tabular que permite registrar información de múltiples docentes evaluadores, incluyendo para cada uno tres campos: "Cédula del Docente", "Nota Docente" y un campo para subir un "Archivo Docente" en formato PDF.

Figura 48.

Interfaz Modalidad de Examen Complexivo – Tipo Modalidad: Mixto

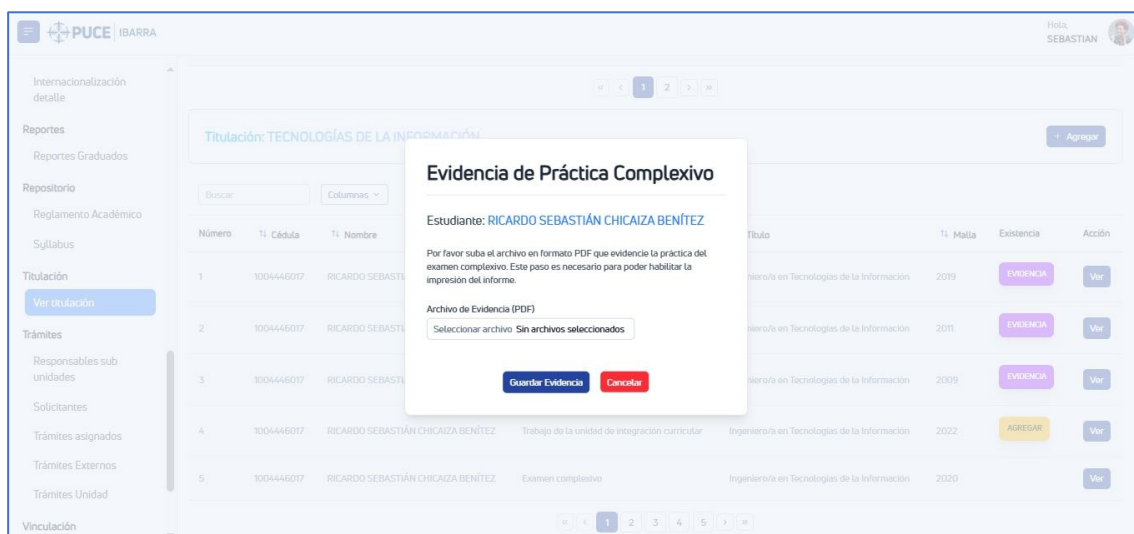
The screenshot displays the PUCE Ibarra system interface for a student's titulation process. The student's name, RICARDO SEBASTIÁN CHICAIZA BENÍTEZ, is at the top. The modality is set to 'Examen complejo' and the type to 'Mixto'. The form includes a large text area for 'Nombre del Caso de Estudio', a date picker for 'Fecha de Defensa' in dd/mm/aaaa format, and an 'Escrito' section with a 'Nota Tribunal, Examen Escrito' field set to 0 and a PDF upload button labeled 'Seleccionar archivo Sin archivos seleccionados'. At the bottom, the 'Oral' section is partially visible, showing a table structure for recording multiple evaluators' information.

Fuente: Elaboración Propia

La figura 48, muestra el formulario del sistema PUCE Ibarra para el estudiante Ricardo Sebastián Chicaiza Benítez, donde se ha seleccionado la modalidad "Examen Complexivo" con el tipo de modalidad "Mixto", lo que implica una combinación de las modalidades escrita y oral. El formulario incluye un campo de texto amplio para registrar el "Nombre del Caso de Estudio" y un campo de "Fecha de Defensa" en formato dd/mm/aaaa. A continuación, se despliega la sección "Escrito", que contiene el campo "Nota Tribunal, Examen Escrito" con valor inicial de 0 y un campo para adjuntar un archivo PDF que aún aparece sin archivos seleccionados.

Figura 49.

Interfaz Evidencia de Práctica Complexivo

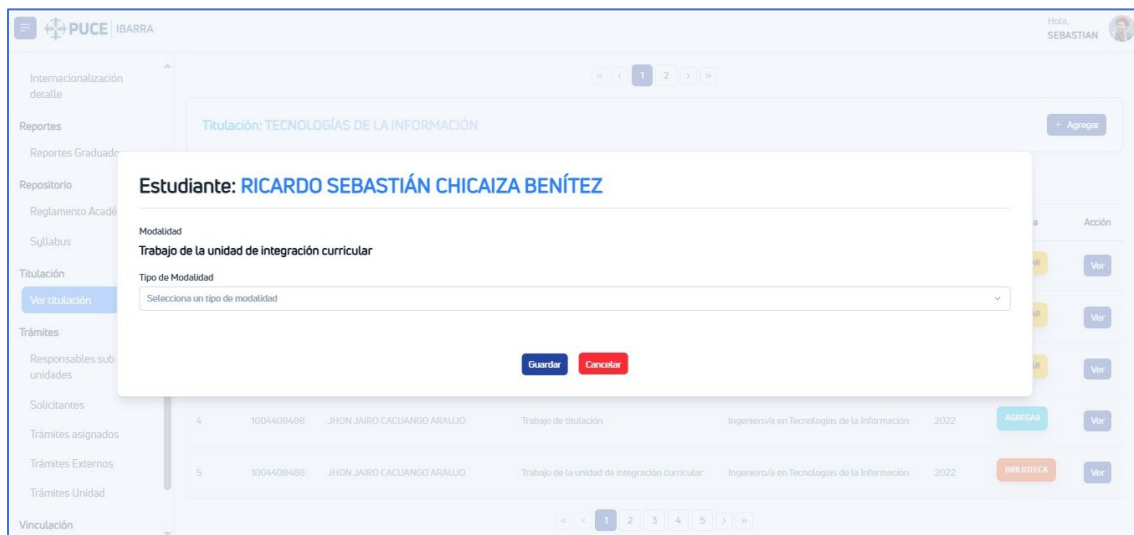


Fuente: Elaboración Propia

La figura 49, muestra una ventana emergente del sistema PUCE Ibarra titulada "Evidencia de Práctica Complexivo", correspondiente al estudiante Ricardo Sebastián Chicaiza Benítez. El modal contiene un mensaje instructivo que indica al usuario que debe subir un archivo en formato PDF que evidencie la práctica del examen complejo, aclarando que este paso es necesario para habilitar la impresión del informe. Se presenta un campo de carga de archivos denominado "Archivo de Evidencia (PDF)" que actualmente muestra el texto "Sin archivos seleccionados", indicando que aún no se ha adjuntado ningún documento. En la parte inferior del modal se encuentran dos botones de acción: "Guardar Evidencia" en color azul y "Cancelar" en color rojo.

Figura 50.

Interfaz Integración Curricular



Fuente: Elaboración Propia

La figura 50, presenta una ventana emergente del sistema PUCE Ibarra correspondiente al registro de titulación del estudiante Ricardo Sebastián Chicaiza Benítez, donde la modalidad seleccionada es "Trabajo de la Unidad de Integración Curricular". El formulario muestra un campo desplegable denominado "Tipo de Modalidad" que aún no tiene ninguna opción seleccionada, mostrando el texto placeholder "Selecciona un tipo de modalidad", lo que indica que el usuario debe elegir entre las subcategorías disponibles para esta modalidad de titulación.

Figura 51.

Interfaz Integración Curricular – Tipo Modalidad: Tesis

Fuente: Elaboración Propia

La figura 51, muestra el formulario del sistema PUCE Ibarra para el estudiante Ricardo Sebastián Chicaiza Benítez, con la modalidad "Trabajo de la Unidad de Integración Curricular" y el tipo de modalidad "Tesis". El formulario despliega una serie de campos de fecha organizados en pares, que permiten registrar el seguimiento cronológico del proceso de titulación, incluyendo: "Fecha de Solicitud de Aprobación del Tema", "Fecha de Aprobación del Tema", "Fecha de Solicitud de Lectores", "Fecha de Designación de Lectores", "Fecha de Entrega de Trabajo de Titulación a Lectores", y las fechas de "Asentamiento de Nota del Lector 1" y "Lector 2", todos en formato dd/mm/aaaa.

Figura 52.

Interfaz de Integración Curricular – Tipo Modalidad: Artículo Científico

The screenshot displays the PUCE Ibarra system interface for a student named Ricardo Sebastián Chicaiza Benítez. The interface is in Spanish and shows the 'Trabajo de la Unidad de Integración Curricular' modal type and 'Artículo Científico' type. The form includes several date fields for tracking the titulation process: 'Fecha de Solicitud de Aprobación del Tema', 'Fecha de aprobación del tema', 'Fecha de solicitud de lectores', 'Fecha de designación de lectores', 'Fecha de entrega de trabajo de titulación a lectores', 'Fecha de asentamiento de nota del lector 1', and 'Fecha de asentamiento de nota del lector 2'. All date fields are in the format dd/mm/aaaa. At the bottom, there is a section for the 'Tema' (Topic) with a text field for a descriptive title. The interface also features a sidebar with navigation options and a top bar with the student's name and a profile picture.

Fuente: Elaboración Propia

La figura 52, presenta el formulario del sistema PUCE Ibarra para el estudiante Ricardo Sebastián Chicaiza Benítez, con la modalidad "Trabajo de la Unidad de Integración Curricular" y el tipo de modalidad "Artículo Científico". Al igual que en la modalidad de Tesis, este formulario comparte una estructura muy similar en cuanto a los campos de seguimiento cronológico, incluyendo las fechas de "Solicitud de Aprobación del Tema", "Aprobación del Tema", "Solicitud de Lectores", "Designación de Lectores", "Entrega de Trabajo de Titulación a Lectores", y las fechas de "Asentamiento de Nota del Lector 1" y "Lector 2", todos en formato dd/mm/aaaa. La sección "Tema" con su campo de texto descriptivo también se mantiene presente al final del formulario visible, lo que sugiere que la estructura base del formulario es compartida entre los diferentes tipos de modalidad de la Unidad de Integración Curricular, diferenciándose principalmente en el tipo de producto académico que el estudiante debe presentar para completar su proceso de titulación.

Figura 53.

Interfaz Integración Curricular – Tipo Modalidad: Proyecto de Investigación

Fuente: Elaboración Propia

La figura 53, muestra el formulario del sistema PUCE Ibarra para el estudiante Ricardo Sebastián Chicaiza Benítez, con la modalidad "Trabajo de la Unidad de Integración Curricular" y el tipo de modalidad "Proyecto de Investigación", el cual mantiene la misma estructura base compartida con los tipos Tesis y Artículo Científico, presentando campos cronológicos para registrar las fechas de Solicitud de Aprobación del Tema, Aprobación del Tema, Solicitud de Lectores, Designación de Lectores, Entrega del Trabajo a Lectores y Asentamiento de Notas del Lector 1 y 2, todos en formato dd/mm/aaaa, finalizando con una sección "Tema" que incluye un campo de texto con el placeholder "Describe el tema aquí...", lo que confirma que el sistema emplea un formulario unificado y reutilizable para los distintos tipos de modalidad, diferenciándose únicamente en la denominación seleccionada en el desplegable superior.

Figura 54.

Interfaz Unidad Curricular - Asignación de Notas por modalidades

Fuente: Elaboración Propia

La figura 54, muestra el formulario del sistema PUCE Ibarra para el estudiante Ricardo Sebastián Chicaiza Benítez, correspondiente a la asignación de notas por modalidad dentro de la Unidad de Integración Curricular, donde se presenta un campo de "Fecha de Defensa" en formato dd/mm/aaaa que aparece marcado con el mensaje de validación "Fecha requerida" en color rojo, indicando que es un campo obligatorio. A continuación, se listan tres registros del docente Ibarra Estévez José Luis, cada uno con un campo numérico de nota con valor inicial 0 y un campo para adjuntar archivo de notas.

Figura 55.

Interfaz Carga de Evidencia Biblioteca por Modalidad

Fuente: Elaboración Propia

La figura 55, muestra el formulario del sistema PUCE Ibarra para el estudiante Ricardo Sebastián Chicaiza Benítez, correspondiente a la carga de evidencias para la Biblioteca por modalidad, donde se presentan cinco campos de carga de archivos: "Ficha Turnitin", "Ficha SENECYT", "Ficha Biblioteca PDF", "Ficha Biblioteca Declaración" y "Ficha Tutorías", todos mostrando el estado "Sin archivos seleccionados", lo que indica que ningún documento ha sido adjuntado aún. Al fondo se puede observar la tabla de titulaciones del mismo estudiante con registros de distintos años, donde algunos presentan el botón "BIBLIOTECA" en naranja, "EVIDENCIA" en morado y "AGREGAR" en verde, reflejando los diferentes estados del proceso de titulación. Los botones "Guardar" en azul y "Cancelar" en rojo se ubican en la parte inferior del modal para gestionar la acción.

Figura 56.

Interfaz Información Registro de Titulación

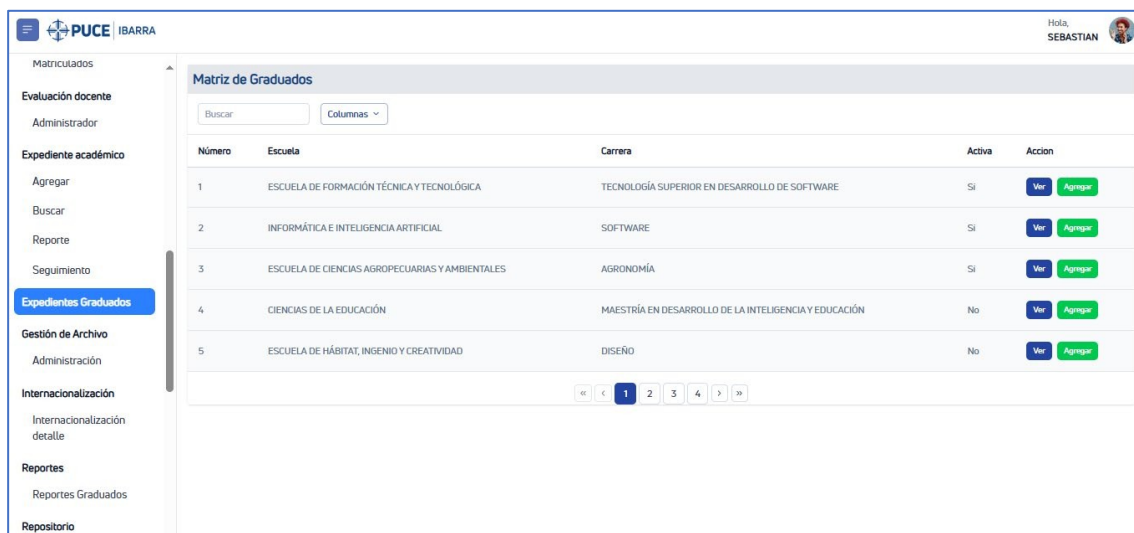
Fuente: Elaboración Propia

La figura 56, muestra la pantalla de "Información de Titulación" del sistema PUCE Ibarra, que presenta un resumen académico y estado de procesos del estudiante Ricardo Sebastián Chicaiza Benítez, con cédula 1004446017, perteneciente a la carrera de Tecnologías de la Información, cuya modalidad registrada es "Trabajo de Titulación", con título a obtener de Ingeniero/a en Tecnologías de la Información bajo la malla 2022, y el tema del proyecto de investigación denominado "TEMA DE PRUEBA". En la parte inferior se despliega una sección de "Titulación" con una tabla que incluye las columnas Tipo, Docente, Nota del Informe, Respaldo del Informe, Nota de la Defensa y Respaldo de la Defensa, junto con un campo de

búsqueda y un selector de columnas, lo que permite visualizar el detalle de las calificaciones y documentos asociados al proceso de titulación del estudiante.

Figura 57.

Interfaz módulo expedientes graduados



Número	Escuela	Carrera	Activa	Acción
1	ESCUELA DE FORMACIÓN TÉCNICA Y TECNOLÓGICA	TECNOLOGÍA SUPERIOR EN DESARROLLO DE SOFTWARE	Si	Ver Agregar
2	INFORMÁTICA E INTELIGENCIA ARTIFICIAL	SOFTWARE	Si	Ver Agregar
3	ESCUELA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES	AGRONOMÍA	Si	Ver Agregar
4	CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN	MAESTRÍA EN DESARROLLO DE LA INTELIGENCIA Y EDUCACIÓN	No	Ver Agregar
5	ESCUELA DE HÁBITAT, INGENIO Y CREATIVIDAD	DISEÑO	No	Ver Agregar

Fuente: Elaboración Propia

La figura 57, muestra la pantalla "Matriz de Graduados" del sistema PUCE Ibarra, que presenta una tabla con el listado de escuelas y sus carreras asociadas, donde se pueden identificar cinco registros en la página actual: Escuela de Formación Técnica y Tecnológica con la carrera Tecnología Superior en Desarrollo de Software, Informática e Inteligencia Artificial con Software, Escuela de Ciencias Agropecuarias y Ambientales con Agronomía, Ciencias de la Educación con Maestría en Desarrollo de la Inteligencia y Educación, y Escuela de Hábitat, Ingenio y Creatividad con Diseño, indicando además en la columna "Activa" si cada carrera se encuentra habilitada con valores Sí o No. Cada registro dispone de los botones "Ver" en azul y "Agregar" en verde para gestionar los expedientes de graduados, y la tabla cuenta con un campo de búsqueda, selector de columnas y paginación de cuatro páginas en la parte inferior.

Figura 58.

Interfaz Tabla de Graduados

Tabla de graduados de: TECNOLOGÍA SUPERIOR EN DESARROLLO DE SOFTWARE

Graduados - TECNOLOGÍA SUPERIOR EN DESARROLLO DE SOFTWARE

Excel Print

Buscar Columnas

Número	Código carrera	Código Banner	Cédula	Nombres	Sexo	Fecha acta de grado	Fecha registro
1	550613A01-H-1001	P00110273	0450159645	ALDAS PORTILLA GANDHY SANTIAGO	MASCULINO	2024-05-01	2024-06-11
2	550613A01-H-1001	P00110001	0401944897	AREVALO FLORES JEREMY OMAR	MASCULINO	2024-05-01	2024-06-11
3	550613A01-H-1001	P00110072	1004713275	BONILLA ARCINIEGA JOSEPH DANIEL	MASCULINO	2024-05-01	2024-06-11
4	550613A01-H-1001	P00108264	1050415817	GODOY VASQUEZ DAYANA GABRIELA	FEMENINO	2024-05-01	2024-06-11
5	550613A01-H-1001	P00105606	1003336144	PROAÑO PILLAJIO GONZALO MIGUEL	MASCULINO	2024-05-01	2024-06-11

Fuente: Elaboración Propia

La figura 58, muestra la pantalla "Tabla de Graduados de: Tecnología Superior en Desarrollo de Software" del sistema PUCE Ibarra, que presenta un listado de estudiantes graduados con las columnas Número, Código Carrera, Código Banner, Cédula, Nombres, Sexo, Fecha Acta de Grado y Fecha Registro, donde se pueden identificar cinco registros en la página.

Figura 59.

Interfaz Agregar Estudiante Graduado

Aggregando graduado en: TECNOLOGÍA SUPERIOR EN DESARROLLO DE SOFTWARE

Búsqueda de Estudiante

Buscar por cédula
Ingresar número de cédula

Información Institucional y de Carrera

Código de Institución:
Carrera:
Lugar:
Duración:
Nivel:
Modalidad:
No. Matricula:
Plan De Estudios:
Cohorte Final:

Información Personal

Cédula: Nombres: Fecha De Nacimiento:

Fuente: Elaboración Propia

La figura 59, muestra la pantalla "Agregar graduado en: Tecnología Superior en Desarrollo de Software" del sistema PUCE Ibarra, que presenta un formulario dividido en secciones: la

primera es "Búsqueda de Estudiante", que permite localizar al estudiante mediante un campo de texto para ingresar el número de cédula y un botón "Buscar" en azul. La segunda sección es "Información Institucional y de Carrera", que incluye los campos Código de Institución (pre-cargado con PUCESI), Carrera (pre-cargado con Tecnología Superior), Lugar, Duración, Nivel, Modalidad con un desplegable, No. Matrícula, Plan de Estudios y Cohorte Final. Finalmente se puede observar el inicio de la sección "Información Personal" con los campos Cédula, Nombres y Fecha de Nacimiento, lo que indica que el formulario continúa hacia abajo con más datos del graduado a registrar.

Figura 60.

Interfaz módulo Biblioteca Aprobados

Número	Carrera	Cédula	Nombres	Similitud	Archivo	Declaración	SENESCYT	Fecha de Carga
1	ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS (2019)	1002970992	NATY ZAVANA LEMA LEMA	Ver	Ver	Ver	Ver	2022-08-19
2	ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS (2019)	1004811707	DOMÉNICA MARIANELA MORÁN BONILLA	Ver	Ver	Ver	Ver	2022-08-11
3	COMUNICACIÓN	1003659339	GUEVARA YÁÑEZ ANDREA CAROLINA	Ver	Ver	Ver	Ver	2022-09-21
4	ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS (2019)	1004104319	VICTOR ADONNYS BARAHONA MALDONADO	Ver	Ver	Ver	Ver	0
5	COMUNICACIÓN	0401857206	ENRIQUEZ BENAVIDES RICKY RICARDO	Ver	Ver	Ver	Ver	2022-09-19

Fuente: Elaboración Propia

La figura 60, muestra la pantalla "Biblioteca - Aprobados" del sistema PUCE Ibarra, que presenta una tabla con el listado de trabajos de titulación aprobados, incluyendo las columnas Número, Carrera, Cédula, Nombres, Similitud, Archivo, Declaración, SENESCYT y Fecha de Carga, donde se identifican cinco registros de los datos, además de la declaración y SENESCYT de forma individual, y la tabla cuenta con paginación de tres páginas en la parte inferior.

Figura 61.

Interfaz módulo Biblioteca Rechazados

Número	Carrera	Cédula	Nombres	Observación
1	COMUNICACIÓN	1003932801	LÓPEZ BOLAÑOS ODALIS KARINA	sasa
2	ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS (2019)	1728087774	ALEX ANÍBAL ENCALADA CABASCANGO	El archivo de la tesis esta incompleto y no esta con las firmas correspondientes
3	COMUNICACIÓN	1004589899	CADENA ROSERO JORDAN SAMUEL	Rechazado de Prueba 2
4	COMUNICACIÓN	1003973821	GUAMÁN LÓPEZ PAMELA ISABEL	Falla en observaciones
5	COMUNICACIÓN	1004119457	VALLEJO QUINTEROS LENIN JOSÉ	RECHAZADO

Fuente: Elaboración Propia

La figura 61, muestra la pantalla "Biblioteca - Rechazados" del sistema PUCE Ibarra, que presenta una tabla con el listado de trabajos de titulación rechazados, incluyendo las columnas Número, Carrera, Cédula, Nombres y Observación, donde se identifican registros con, observación: El archivo de la tesis está incompleto y no está con las firmas correspondientes), Cadena Rosero Jordan Samuel (Comunicación, observación: Rechazado de Prueba 2), Guamán López Pamela Isabel (Comunicación, observación: Falla en observaciones) y Vallejo Quinteros Lenin José (Comunicación, observación: RECHAZADO), donde la columna de observación detalla el motivo específico del rechazo de cada expediente, y la tabla cuenta con un campo de búsqueda, selector de columnas y paginación de dos páginas en la parte inferior.

Conclusiones

La fase de levantamiento de requisitos permitió identificar las necesidades operativas de los actores del proceso de titulación, evidenciando que la fragmentación de datos entre Secretaría General, Unidad de Titulación y Biblioteca constituía el principal obstáculo para la eficiencia institucional. La definición de 8 requisitos funcionales y 8 no funcionales garantizó que el desarrollo de la solución tecnológica respondiera de manera medible y verificable a los procesos reales de la PUCE-I.

El diseño de la arquitectura pipeline, sustentado en componentes desacoplados como React, FastAPI, PostgreSQL, Redis, MinIO y Celery Workers, demostró ser una solución técnicamente sólida para gestionar flujos de datos complejos en instituciones de educación superior de tamaño mediano. Esta arquitectura superó las limitaciones de los modelos monolíticos tradicionales, permitiendo la interoperabilidad entre módulos y garantizando la trazabilidad de cada etapa del proceso académico.

El desarrollo de los módulos de Titulación, Biblioteca y Alumni permitió automatizar el flujo completo desde la solicitud de inicio hasta la generación del perfil de graduado, cubriendo todas las modalidades de titulación vigentes en la PUCE-I. La implementación del servicio PipelineTitulacionService con 12 etapas secuenciales, mecanismos de retroalimentación y registro de auditoría inmutable garantizó el control de calidad académica en cada transición de estado.

Las pruebas unitarias, de integración y end-to-end confirmaron el correcto funcionamiento del sistema en sus tres módulos principales, verificando la consistencia de los datos, la correcta transición entre estados, la generación automática de documentos PDF y la integración con los servicios externos de notificaciones y verificación antiplagio. Los resultados de las pruebas evidenciaron el cumplimiento de los requisitos establecidos previo a la puesta en producción.

La implementación del sistema web con arquitectura pipeline consolidó un ecosistema tecnológico integrado que eliminó los silos de datos institucionales, redujo la doble digitación y automatizó la generación de evidencias de eficiencia terminal requeridas por el CACES, posicionando a la PUCE-I como referente en transformación digital académica en la región norte del país.

Recomendaciones

Se recomienda priorizar la integración completa del módulo de autenticación con el directorio activo institucional (LDAP/Office 365), a fin de centralizar la gestión de identidades y eliminar la duplicidad de credenciales, fortaleciendo así la seguridad del sistema y simplificando el acceso para todos los actores del proceso de titulación.

Escalabilidad hacia otras unidades académicas, dado que el sistema fue diseñado con una arquitectura modular y desacoplada, se recomienda extender su implementación a otras unidades académicas y administrativas de la PUCE-I, como la Unidad de Vinculación con la Sociedad y el área de Investigación, aprovechando la infraestructura pipeline ya desplegada para integrar nuevos flujos de datos institucionales.

Se recomienda incorporar en etapas futuras un módulo de analítica académica e inteligencia de negocios sobre el módulo Alumni, que permita generar indicadores de empleabilidad, seguimiento de trayectorias profesionales y reportes de eficiencia terminal automatizados, facilitando la toma de decisiones estratégicas por parte de las autoridades institucionales y el cumplimiento de los estándares del CACES.

Se recomienda ampliar la cobertura de las pruebas automatizadas, especialmente en los flujos de integración con servicios externos como Turnitin y los generadores de PDF, estableciendo un umbral mínimo de cobertura del 80% como requisito del pipeline CI/CD, con el objetivo de garantizar la estabilidad del sistema ante futuras actualizaciones y nuevas modalidades de titulación.

Se recomienda implementar un plan estructurado de capacitación dirigido al personal administrativo de Secretaría General, Unidad de Titulación y Biblioteca, orientado no solo al uso técnico del sistema, sino también a la comprensión de la lógica del pipeline de datos, promoviendo una cultura de gestión basada en datos que asegure el aprovechamiento pleno de las capacidades del sistema y la sostenibilidad del proyecto a largo plazo.

Referencias bibliográficas

- Atencio, R. M. (2020). *Influencia de un continuous delivery pipeline. En el proceso de despliegue de requerimientos de un software*. Carrera de Ingeniería de Sistemas Computacionales:
<https://repositorio.upn.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/db9ae004-9ac4-40b3-b7ac-37fab596be60/content>
- Barham, P., Chowdhery, A., Dean, J., Ghemawat, S., y Hand, S. (2022). Flujo de datos distribuido asíncrono para aprendizaje automático. *arXiv*., 4(1), 9.
<https://doi.org/https://arxiv.org/abs/2203.12533>
- Cáceres, F. R. (2019). *Creación de un sistema de extracción, transformación y carga (ETL) para la migración de datos al sistema de información nacional de la coordinación general de redes comerciales del MAGAP*.
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14116/1/UPS%20-%20ST003107.pdf>
- Carrillo, D. J. (2025). *Problemática en la construcción de data pipelines*.
<https://oa.upm.es/93522/>
- Castañeda, L., y Gourlay, L. (2024). Ecosistemas de datos en educación: oportunidades y desafíos. *EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 86(2), 5.
<https://doi.org/https://doi.org/10.21556/edutec.2023.86.3071>
- Chafloque Capuñay, F., Chafloque Capuñay, J. E., Solano Leandro, K., y Reyes Rosales, L. L. (2025). Transformación digital universitaria en américa latina: Revisión integrativa. *Revista Venezolana de Educación*, 8(1), 21.
<https://doi.org/https://doi.org/10.47606/acven/ph0429>
- Condeso Camizan, S. D., Castillo Palacios, F. W., Cuenca Robles, N. E., Otero Bocanegra, P. C., y Quenema Camacho, N. (2025). Innovación y digitalización en la educación: un enfoque de revisión sistemática. *Revista Venezolana de Educación*., 5(4), 11.
<https://doi.org/https://zenodo.org/records/15091336>
- Gaona, S., y Matabay, R. (2017). *Impacto de las Compras Públicas en las Asociaciones de Producción Textil de la Economía Popular y Solidaria en la Ciudad de Quito, en el Periodo 2014-2016*. Quito: Universidad Central del Ecuador.
<http://www.dspace.uce.edu.ec:8080/bitstream/25000/10828/1/T-UCE-0005-100-2017.pdf>
- Huerta, A. V. (2024). *Desarrollo de una herramienta de soporte para la mejora del diseño e implementación de machine learning pipelines*.

- <https://upcommons.upc.edu/server/api/core/bitstreams/c402aa64-8637-4f1b-a4bc-9f34282ac55f/content>
- <https://upcommons.upc.edu/server/api/core/bitstreams/c402aa64-8637-4f1b-a4bc-9f34282ac55f/content>
- Ley de Economía Popular y Solidaria.* (2012). <https://www.seps.gob.ec/wp-content/uploads/Reglamento-General-de-la-Ley-Organica-de-Economia-Popular-y-Solidaria.pdf>
- Maldonado, V. B. (2024). *Data Pipelines: integrating open source tools and microservices = Procesos de datos: integración de herramientas de código abierto y microservicios.* <https://oa.upm.es/91839/>
- Mekari. (2026). *Un ecosistema de software integrado para apoyar el crecimiento empresarial y profesional.* Mekari.com. <https://mekari.com>
- Merino Gavilanes, J., y Colina Vargas, A. M. (2025). Aplicación Web para el Seguimiento de Graduados y Bolsa de Empleo del Instituto Superior Tecnológico Juan Bautista Aguirre. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(4), 12. https://doi.org/https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i4.19098
- Moron, J. C. (2024). *Desarrollo y evaluación de un modelo de automatización para la reducción del tiempo y aumento de la cobertura en pruebas de regresión en sistemas con arquitectura en capas.* <https://repositorio.unap.edu.pe/server/api/core/bitstreams/5773d653-5176-489e-b2d8-6f9a9cc59a14/content>
- Osorio Sanabria, M. A., Amaya Fernández , F. O., y Gonzalés Zabala, M. (2020). Análisis de datos abiertos de instituciones de educación superior colombianas como apoyo a la relación Universidad. *Entramado*, 16(1), 13. <https://doi.org/https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.1.6127>
- Perrín, L. G. (2023). *Problemática en la construcción de data pipelines.* Universidad Politécnica de Madrid.: https://oa.upm.es/82992/1/TFG_LAURA_GARCIA_PERRIN.pdf
- Pizzichini, G. I. (2024). *Data Pipeline: una propuesta para la administración y gestión de datos. Universidad Nacional de Rafaela. Presenta un modelo de pipeline para administración de datos en instituciones educativas, con enfoque en factibilidad tecnológica y económica.* <https://doi.org/https://repositorio.unraf.edu.ar/server/api/core/bitstreams/b60658d8-13b6-4864-87cf-2a4e9469af95/content>

- Sandoval Benavide, V. L., y López Ornelas, M. (2024). Transformación digital en la educación superior desde la perspectiva internacional: mapeo sistemático de la literatura. *Revista Athenea*, 6(21), 21. <https://doi.org/10.1590/1983->
- Suárez López, D. (2026). Diseño e implementación de una arquitectura MVC full-stack para un sistema de reservas multinegocio. *Revista CientíficaTechNoLogica*, 1(1), 8. <https://doi.org/https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/ctech/article/view/7421>
- Turner, L. (2026). *Pipeline de Big Data: Componentes, Arquitectura y Usos*. <https://www.theknowledgeacademy.com/blog/big-data-pipeline/>
- Valdivieso, A., Siluk, C., y Michelin, C. (2022). Análisis Prospectivo Estratégico del Sector Textil Productivo Ecuatoriano para Incrementar la Competitividad en las Exportaciones. *SIGMA*, 13. <https://doi.org/https://doi.org/10.24133/sigma.v9i02.2827>

Anexos



**Pontificia Universidad
Católica del Ecuador**
Seréis mis testigos

IBARRA

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN,
VINCULACIÓN Y EMPRENDIMIENTO

Ibarra, 3 de julio de 2026

CARTA DE ACEPTACIÓN

Por medio de la presente, la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCE-I), a través del Área de Desarrollo de Software de la Oficina de TI, tiene el agrado de informar que la Sr. **Ricardo Sebastián Chicaiza Benítez**, estudiante de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información con CI: 1004446017, estudiante de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información, realizó la entrega del proyecto de titulación titulado:

"SISTEMA WEB DE GESTIÓN DE DATOS MEDIANTE UNA ARQUITECTURA PIPELINE PARA EL PROCESO DE TITULACIÓN Y GRADUADOS DE LA PUCE-I"

El proyecto fue desarrollado con las políticas y lineamientos establecidos por el Área de Desarrollo de Software de la Oficina de TI, el cual se encuentra alojado en los servidores de producción.

Se deja en constancia de que el proyecto fue entregado correctamente y cumple con los requerimientos establecidos por la Unidad, en base a los compromisos de desarrollo descrito al inicio del proyecto.

Atentamente,

Mgs. José Luis Ibarra Estévez
DÉSARROLLO DE SOFTWARE - TI
PUCE-I

Dirección: Av. Jorge Guzmán Rueda y Av. Aurelio Espinosa Pólit. Ciudadela "La Victoria".
Teléf: (593-6) 2615 500
Ibarra - Ecuador / www.pucesi.edu.ec