



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

Facultad:

CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍAS

Carrera:

TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

Tema:

**SISTEMA WEB DE GESTIÓN DE IMPRESIONES 3D CON GENERACIÓN DE TICKETS
PARA EL ÁREA DEL LABORATORIO DIGITAL DE LA FCVT.**

**Trabajo de titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos para optar
por el título de Ingeniero/a en tecnologías de la información**

Autor/es:

Alcivar Briones Jefferson Alberto

Figuerola Holguin Jorge Alessandro

Tutor:

A.S. Machuca Avalos Mike Paolo, Mg

MANTA-MANABÍ-ECUADOR

2026

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1
		Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías de la Carrera de Tecnologías de la Información de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido y revisado el trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante Alcivar Briones Jeferson Alberto, legalmente matriculado/a en la carrera de Tecnologías de la Información, período académico 2025(2), cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **“SISTEMA WEB DE GESTIÓN DE IMPRESIONES 3D CON GENERACIÓN DE TICKETS PARA EL ÁREA DEL LABORATORIO DIGITAL DE LA FCVT”**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad de este, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 05 de febrero de 2026.

Lo certifico,



Ing. Machuca Avalos Mike Paolo

Docente Tutor

Área: Digitales Electrónica y Automatismo

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1
		Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías de la Carrera de Tecnologías de la Información de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

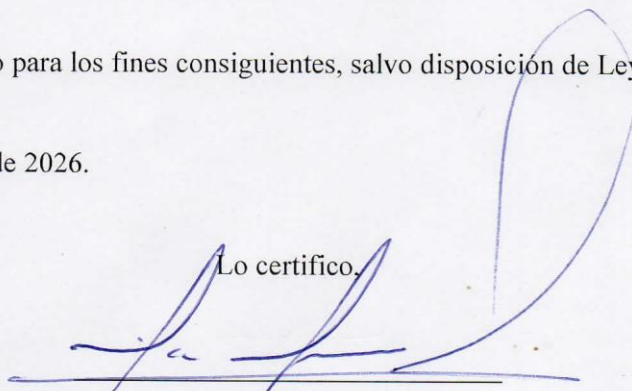
Haber dirigido y revisado el trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante Figueroa Holguin Jorge Alessandro, legalmente matriculado/a en la carrera de Tecnologías de la Información, período académico 2025(2), cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **“SISTEMA WEB DE GESTIÓN DE IMPRESIONES 3D CON GENERACIÓN DE TICKETS PARA EL ÁREA DEL LABORATORIO DIGITAL DE LA FCVT”**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad de este, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 05 de febrero de 2026.

Lo certifico,



Ing. Machuca Avalos Mike Paolo

Docente Tutor

Área: Digitales Electrónica y Automatismo

DECLARACIÓN DE EXPRESA AUTORÍA

Por medio de la presente, nosotros, Alcivar Briones Jeferson Alberto, titular de la cédula de identidad No. 1315250033, y Figueroa Holguin Jorge Alessandro, portador de la cédula de identidad No. 1316596319, como autores originales del proyecto de titulación: "**SISTEMA WEB DE GESTIÓN DE IMPRESIONES 3D CON GENERACIÓN DE TICKETS PARA EL ÁREA DEL LABORATORIO DIGITAL DE LA FCVT** ", declaráramos que este trabajo es original, de nuestra autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.

Manta, 5 febrero del 2026.



Alcivar Briones Jeferson Alberto
C.I 1315250033



Figueroa Holguin Jorge Alessandro
C.I 1316596319

DEDICATORIA

A mis padres,
Washington Alcívar y Gisela Briones,
por su confianza inquebrantable,
su apoyo constante
y por creer en mí desde el inicio
hasta la culminación de esta etapa académica.

A mis hermanos,
Christopher y Johan,
por su comprensión, respaldo
y acompañamiento permanente
a lo largo de mi formación universitaria.

A mi familia,
por su apoyo incondicional,
paciencia y fortaleza brindada
durante todo este proceso académico.

A mis amigos,
quienes, con su apoyo, colaboración
y palabras de aliento
me acompañaron durante esta etapa universitaria,

la cual llega a su fin
para dar paso a nuevos retos
orientados al fortalecimiento
de nuestros conocimientos
y al crecimiento de la experiencia laboral.

Alcivar Briones Jeferson Alberto

DEDICATORIA

A mis padres: Zoraida Holguin y
Jorge Figueroa, por su apoyo en todo momento,
y el animo que me dieron para siempre mejorar.

A mi madre, por guiarme
y templarme en todo el camino de mi vida

A mi padre,
Por aconsejarme y ayudarme
incondicionalmente siempre que lo necesite

A mi familia que, tanto en
consejos, como apoyo, siempre esta hay.

Figueroa Holguin Jorge Alessandro

AGRADECIMIENTO

A Dios, le agradecemos por iluminar
nuestro camino y brindarnos la fuerza
para alcanzar este importante logro.

A nuestras familias, en especial a
nuestros padres, por su amor
incondicional y apoyo, que nos han
impulsado a superar obstáculos y
alcanzar nuestras metas.

A la Facultad de Ciencia de la Vida
y Tecnología de la Universidad Laica
"Eloy Alfaro" de Manabí, nuestro profundo
agradecimiento por el respaldo y la
invaluable oportunidad de formarnos
como profesionales competentes.

A nuestro tutor, A.S. Machuca Avalos
Mike Paolo, Mg, extendemos un
agradecimiento especial por su
orientación, paciencia y sabios consejos
que han forjado nuestro camino.

Alcivar Briones Jeferson Alberto y Figueroa Holguin Jorge Alessandro

INDICE

RESUMEN	15
ABSTRACT.....	16
1. Capítulo I: Introducción.....	17
1.1. Introducción.....	17
1.2. Presentación del tema.....	18
1.3. Ubicación y contextualización de la problemática.....	18
1.4. Planteamiento del problema	19
1.4.1. Problematización.....	19
1.4.2. Génesis del problema.....	20
1.4.3. Estado actual del problema	20
1.4.4. Diagrama de causa- efecto del problema	21
1.5. Objetivos.....	22
1.5.1. Objetivo general.....	22
1.5.2. Objetivos específicos	22
1.6. Justificación.....	22
1.7. Impactos esperados.....	23
1.7.1. Impacto tecnológico.....	23

1.7.2.	Impacto social	24
1.7.3.	Impacto ecológico	25
1.8.	Hipótesis	25
1.8.1.	Hipótesis general.....	25
1.8.2.	Hipótesis específica	25
2.	Capítulo II: Marco teórico de la investigación	26
2.1.	Antecedentes históricos	26
2.2.	Antecedentes de investigaciones relacionadas al tema presentado.....	27
2.3.	Definiciones conceptuales	27
2.3.1.	Sistema web	28
2.3.2.	Ventajas del desarrollo de aplicaciones web	28
2.3.3.	Arquitectura de una aplicación web.....	28
2.3.4.	Metodologías para el desarrollo de software	29
2.3.5.	Gestión de solicitudes mediante tickets	30
2.3.6.	Impresión 3D	31
2.3.7.	Formatos de archivos 3D (.STL y .OBJ)	31
2.3.8.	Control de acceso por roles	31
2.4.	Conclusiones relacionadas al marco teórico en referencia al tema planteado	

3.	Capítulo III: Marco investigativo (Diseño metodológico).....	33
3.1.	Introducción.....	33
3.2.	Tipo de investigación	33
3.2.1.	Investigación bibliográfica.....	34
3.2.2.	Investigación descriptiva	34
3.2.3.	Investigación Explicativa.....	35
3.3.	Métodos de investigación.....	35
3.3.1.	Método deductivo	35
3.4.	Fuente de información de datos	36
3.4.1.	Fuentes primarias	36
3.4.2.	Fuentes secundarias	36
3.5.	Estrategia operacional para la recolección de datos.....	36
3.6.	Análisis y presentación de resultados.....	37
4.	Capítulo IV Marco propositivo (Elaboración de la propuesta).....	37
4.1.	Introducción.....	37
4.2.	Descripción de la propuesta	38
4.3.	Arquitectura del sistema.....	38
4.4.	Estructura general del proyecto.....	40

4.5. Diseño del modelo de datos	43
4.6. Diseño funcional por roles	45
4.6.1. Rol cliente	45
4.6.2. Rol mantenimiento.....	47
4.6.3. Rol admin.....	48
4.7. API REST y organización de rutas	49
4.8. Seguridad y control de acceso	50
4.9. Manejo de archivos	51
4.10. Flujo de trabajo del ticket.....	53
4.11. Interfaz y navegación del sistema	54
5. Capítulo V: Evaluación de resultados.....	56
5.1. Introducción.....	56
5.2. Presentación y monitoreo de resultados	57
5.2.1. Verificación del flujo del ticket	60
5.3. Interpretación objetiva.....	62
6. Capítulo VI: conclusiones y recomendaciones	64
6.1. Conclusiones	64
6.2. Recomendaciones.....	65

	12
7. Bibliografía	67
8. Anexos	69
8.1. Manual de Usuario	69
8.2. Manual técnico	86

INDICE FIGURAS

Figura 1:	21
Figura 2:	29
Figura 3	32
Figura 4:	39
Figura 5.	40
Figura 6.	41
Figura 7.	42
Figura 8.	44
Figura 9.	45
Figura 10.	46
Figura 11.	47
Figura 12.	48
Figura 13.	49
Figura 14.	51
Figura 15.	52

Figura 16.	53
Figura 17.	54
54	
Figura 18.	55
Figura 19.	69
Figura 20.	70
Figura 21.	71
Figura 22.	72
Figura 23.	73
Figura 24.	74
Figura 25.	75
Figura 26.	76
Figura 27.	77
Figura 28.	78
Figura 29.	79
Figura 30.	80
Figura 31.	81
Figura 32.	82
Figura 33.	83
Figura 34.	84

Figura 35.	85
Figura 36:	86
Figura 37	88
Figura 38:	89
Figura 39:	90
Figura 40:	91
Figura 41:	92
Figura 42:	93
Figura 43:	94
Figura 44:	95
Figura 45:	95
Figura 46:	96
Figura 47:	97
Figura A.1.	98
Figura B.1.	99
Figura C.1.	100

INDICE TABLAS

Tabla 1:	30
Tabla 2:	58
Tabla 3:	61

RESUMEN

El presente trabajo de integración curricular se encuentra orientado al desarrollo de un sistema web que permite gestionar las solicitudes de impresión 3D mediante la generación de tickets, con el fin de mejorar la organización y el control del servicio dentro del área del laboratorio digital de la FCVT. La situación problemática se relaciona con la ausencia de un mecanismo estructurado para registrar solicitudes, controlar el flujo de atención y permitir el seguimiento del estado de cada impresión, lo cual puede ocasionar demoras, desorden y dependencia operativa de conocimientos limitados.

Para el desarrollo del sistema se definieron funcionalidades que permiten registrar solicitudes con información relevante, adjuntar archivos digitales y realizar el seguimiento del proceso a través de un flujo organizado por roles. De esta forma, la solución contribuye a mejorar la transparencia del proceso, la distribución del trabajo y el aprovechamiento del servicio de impresión 3D, facilitando la gestión tanto para los solicitantes como para el personal responsable de administrar y supervisar el servicio.

Palabras claves: sistema web, impresión 3D, tickets, gestión de solicitudes, laboratorio digital.

ABSTRACT

This integration project is oriented to the development of a web system that manages 3D printing requests through ticket generation, aiming to improve organization and control of the service within the FCVT digital laboratory area. The identified problem is related to the lack of a structured mechanism to register requests, control the workflow, and track the status of each print, which may lead to delays, disorganization, and operational dependency on limited expertise.

For the system development, key functionalities were defined to register requests with relevant information, attach digital files, and track the process through a role-based workflow. In this way, the solution improves process transparency, workload distribution, and the overall use of the 3D printing service, facilitating management for both requesters and the staff in charge of supervising and operating the service.

Keywords: web system, 3D printing, tickets, request management, digital laboratory.

Capítulo I: Introducción

1.1. Introducción

La presente tesis se enfoca en el desarrollo de un sistema web para la gestión de solicitudes de impresión 3D mediante la generación de tickets en el área del laboratorio digital de la FCVT. Como se conoce, el control de solicitudes, archivos y seguimiento de estados resulta fundamental para evitar desorden, pérdida de información, retrasos y confusiones dentro de un servicio que atiende a múltiples usuarios. En muchos casos, este tipo de gestión suele realizarse de forma manual o con herramientas básicas, lo que dificulta mantener un registro ordenado y una trazabilidad clara del proceso. Considerando esta problemática, se optó por desarrollar un sistema web que permita registrar solicitudes de manera estructurada, adjuntar información relevante y brindar un seguimiento más organizado del estado de cada requerimiento, ofreciendo una experiencia más clara para los usuarios que utilicen la herramienta.

Es importante mencionar que en el desarrollo de este trabajo se tomaron en cuenta los aspectos positivos y negativos del proceso actual relacionado con la solicitud y atención de impresiones 3D, con el objetivo de identificar oportunidades de mejora y establecer un flujo de trabajo más sencillo y controlado. Esto permite que las actividades diarias asociadas a la gestión del servicio se realicen de forma más eficiente, reduciendo la dependencia de procesos informales y mejorando la comunicación entre solicitantes y responsables del servicio.

Para la elaboración del proyecto se empleó una metodología de desarrollo de enfoque lineal, basada en fases consecutivas como el levantamiento de información, análisis, diseño, implementación y pruebas funcionales básicas, lo cual permitió organizar el trabajo sin requerir

una carga documental compleja. Este enfoque se ajusta a la realidad del desarrollo realizado, donde el avance se ejecutó por etapas definidas y con distribución de tareas entre los integrantes del proyecto.

El sistema web representa una oportunidad para que el laboratorio digital fortalezca su gestión mediante el uso de herramientas tecnológicas actuales, considerando que la digitalización de procesos aporta beneficios como orden, control, transparencia y trazabilidad. En entornos académicos, este tipo de soluciones contribuye a mejorar el aprovechamiento de recursos y a facilitar la atención de solicitudes, evitando que el uso de nuevas tecnologías se vea limitado por la falta de mecanismos adecuados de organización y seguimiento.

1.2. Presentación del tema

Desarrollo de un sistema web para la gestión de impresiones 3D con generación de tickets para el área del laboratorio digital de la FCVT.

1.3. Ubicación y contextualización de la problemática

El área del laboratorio digital de la FCVT, donde se brinda el servicio de impresión 3D para estudiantes y proyectos académicos, se constituye como el entorno en el que se presenta la problemática abordada en esta investigación. En dicho espacio se gestiona la recepción de solicitudes, la revisión de modelos, la organización de turnos y la ejecución de impresiones, actividades que requieren control y coordinación para garantizar un uso eficiente del recurso.

1.4. Planteamiento del problema

1.4.1. Problematicación

Actualmente, en entornos académicos donde se dispone de equipos tecnológicos como impresoras 3D, no siempre se cuenta con un proceso estructurado para gestionar solicitudes y dar seguimiento al servicio. Esta situación suele originarse por la falta de herramientas especializadas que permitan organizar la demanda, registrar información de manera uniforme y brindar transparencia sobre el avance de cada requerimiento. En el área del laboratorio digital de la FCVT, se ofrece el servicio de impresión 3D a estudiantes y usuarios internos, quienes requieren fabricar prototipos, piezas y modelos para fines académicos.

Sin embargo, la gestión de solicitudes suele presentar limitaciones cuando no existe un mecanismo centralizado. Entre los principales inconvenientes se encuentran: la ausencia de un registro formal de solicitudes, la dificultad para mantener un orden claro de atención, la falta de seguimiento del estado de cada impresión y la dependencia operativa de personal con conocimiento específico sobre el proceso. Estos factores pueden ocasionar desorganización, demoras, pérdida de información relevante y tiempo invertido en confirmar manualmente qué solicitudes están pendientes, en revisión o en ejecución.

Además, cuando el proceso no se apoya en una plataforma que unifique la información, se incrementa el riesgo de recibir solicitudes incompletas (sin datos técnicos claros o sin adjuntos necesarios), lo que genera reprocesos y retrasos. En consecuencia, se vuelve fundamental abordar estos problemas mediante una solución que permita una gestión eficiente de solicitudes y mejore la experiencia de los usuarios que requieren el servicio de impresión 3D.

1.4.2. Génesis del problema

Desde la incorporación del servicio de impresión 3D en el entorno del laboratorio digital, su funcionamiento ha estado condicionado por procedimientos informales y por la gestión manual de solicitudes. Con el tiempo, la demanda de impresiones 3D se incrementa conforme los estudiantes realizan proyectos y requieren prototipos, lo que hace más evidente la necesidad de contar con una herramienta que permita organizar el proceso.

Esta limitación no es exclusiva de un único entorno, ya que en muchos espacios académicos o laboratorios tecnológicos se repite la misma situación: ausencia de control centralizado, dependencia del conocimiento de pocas personas y poca estandarización para registrar solicitudes. Como resultado, se presentan riesgos asociados a una gestión deficiente, tales como desorden en la cola de atención, falta de trazabilidad, reprocesos y un aprovechamiento menor del equipo disponible. En este sentido, implementar una solución tecnológica no solo responde a una necesidad operativa, sino también a una oportunidad de fortalecer el servicio y adaptarlo a un entorno educativo que demanda procesos más organizados y transparentes.

1.4.3. Estado actual del problema

Actualmente, el servicio de impresión 3D en el área del laboratorio digital se ve afectado por el manejo de procesos tradicionales y criterios no unificados para registrar solicitudes y controlar el avance de cada impresión. La información puede encontrarse dispersa en mensajes, anotaciones o métodos informales, lo que dificulta consolidar una vista clara del orden de atención y del estado real de cada requerimiento.

Asimismo, no contar con un flujo de trabajo formal basado en estados y responsabilidades limita la transparencia del servicio. Esta situación puede generar demoras, incertidumbre en los solicitantes y una carga adicional para el personal encargado, debido a la necesidad de verificar manualmente solicitudes, archivos adjuntos y turnos de impresión.

1.4.4. Diagrama de causa- efecto del problema

En la figura 1, se puede observar que se identificó el problema principal relacionado con la deficiencia en el proceso de gestión de solicitudes de impresión 3D, así como las causas que lo originan dentro del entorno del laboratorio digital.

Figura 1:

Diagrama de causa- efecto del problema.



Nota: En esta figura se muestra el diagrama de causa-efecto de los problemas o deficiencias en el proceso de gestión de información, (fuente propia)

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Desarrollar un sistema web para la gestión de impresiones 3D mediante generación de tickets en el área del laboratorio digital de la FCVT.

1.5.2. Objetivos específicos

- Describir el proceso actual de solicitud y atención de impresiones 3D, identificando necesidades y puntos críticos que puedan ser resueltos mediante el sistema.
- Definir los requerimientos del sistema (funcionales y no funcionales), considerando el control por roles y el seguimiento del estado de cada ticket.
- Diseñar la estructura del sistema web, incluyendo módulos, flujo de estados y organización de la información.
- Desarrollar el sistema web con funcionalidades de registro, administración y seguimiento de tickets, permitiendo adjuntar información relevante a cada solicitud.
- Evaluar el funcionamiento del sistema mediante pruebas funcionales básicas, de acuerdo con el flujo operativo definido y los roles establecidos.

1.6. Justificación

El desarrollo de un sistema web para la gestión de impresiones 3D se lleva a cabo debido a la necesidad de mejorar la organización, control y seguimiento de solicitudes en el área del laboratorio digital de la FCVT. La gestión eficiente de requerimientos resulta fundamental para evitar desorden, demoras y pérdida de información, especialmente cuando existe una demanda constante por parte de estudiantes que necesitan prototipos, piezas funcionales o modelos para fines académicos.

En este contexto, la ausencia de un mecanismo estructurado dificulta el registro uniforme de solicitudes, el control del orden de atención y la trazabilidad del avance de cada impresión. La implementación del sistema permitirá centralizar la información mediante tickets, facilitando la organización de los datos, el seguimiento del estado de cada requerimiento y la reducción de reprocesos causados por solicitudes incompletas o dispersas.

Asimismo, el sistema contribuye a disminuir errores asociados a la gestión manual, ya que permite mantener registros claros y consultables de cada solicitud. Esto se traduce en una mejora significativa de la eficiencia operativa, al reducir el tiempo invertido en verificar manualmente solicitudes, archivos adjuntos o turnos de atención. En consecuencia, se fortalece la transparencia del servicio y se mejora la experiencia de los usuarios que requieren el recurso, justificando plenamente su desarrollo y aplicación..

1.7. Impactos esperados

1.7.1. Impacto tecnológico

- **Automatización de procesos:** el sistema web mejorará la eficiencia y rapidez de la gestión de solicitudes al automatizar el registro de tickets, el control de estados y el seguimiento de requerimientos.
- **Mayor seguridad de datos:** la implementación de roles permitirá que solo usuarios autorizados gestionen determinadas acciones dentro del sistema, reduciendo el riesgo de alteraciones no permitidas.

- **Centralización y trazabilidad de información:** la información de solicitudes, adjuntos y estados quedará organizada en una plataforma única, evitando la dispersión de datos y facilitando la consulta.
- **Mejor administración del flujo de trabajo:** Al contar con un control estructurado por estados, se optimiza el seguimiento del proceso y se reduce la incertidumbre sobre el avance de cada impresión.
- **Reducción de registros físicos:** el uso del sistema disminuye la necesidad de anotaciones o controles informales, aportando a una gestión más ordenada.

1.7.2. Impacto social

- **Mejora en la organización y accesibilidad del servicio:** Los usuarios podrán registrar solicitudes y consultar el estado de sus requerimientos de forma clara, mejorando la experiencia del solicitante.
- **Reducción de tiempos de espera por desorden:** Un flujo ordenado de atención permitirá disminuir retrasos causados por falta de control o por pérdida de información.
- **Aumento de la transparencia:** El seguimiento por tickets permitirá conocer el estado de cada solicitud y su avance, reduciendo confusiones y mejorando la comunicación entre usuarios y responsables del servicio.
- **Fortalecimiento del aprovechamiento académico:** Al organizar el acceso al servicio, se facilita el uso de la impresión 3D como herramienta de apoyo para proyectos y actividades formativas.

1.7.3. Impacto ecológico

- **Reducción del consumo de papel:** al centralizar el registro de solicitudes y el seguimiento del proceso en formato digital, se reduce la necesidad de documentos impresos y anotaciones físicas, disminuyendo el consumo de recursos y la generación de residuos.

1.8. Hipótesis

1.8.1. Hipótesis general

La implementación de un sistema web para la gestión de impresiones 3D mediante generación de tickets contribuye a mejorar la organización de solicitudes, el seguimiento del proceso y la eficiencia operativa del servicio en el área del laboratorio digital de la FCVT.

1.8.2. Hipótesis específica

- La implementación de un sistema de tickets permite registrar solicitudes de impresión 3D de forma estructurada, reduciendo el desorden y la pérdida de información.
- El seguimiento por estados facilita a los usuarios conocer el avance de su solicitud, mejorando la transparencia del proceso.
- La centralización del flujo de trabajo en una plataforma web reduce el tiempo invertido en gestiones manuales, optimizando la atención del servicio.

Capítulo II: Marco teórico de la investigación

2.1. Antecedentes históricos

La adopción de tecnologías de fabricación digital en el ámbito académico ha permitido que herramientas como la impresión 3D se utilicen para prototipado, elaboración de piezas funcionales y apoyo didáctico. Este crecimiento trae consigo una necesidad operativa: gestionar de manera ordenada la recepción de solicitudes, el control del flujo de atención y el seguimiento del estado de cada requerimiento (ISO/ASTM, 2021; Lipson & Kurman, 2013).

Paralelamente, en la ingeniería de software se reconoce que la digitalización de procesos repetitivos y la centralización de información mejoran el control, reducen errores y facilitan la trazabilidad, especialmente cuando intervienen múltiples usuarios y responsabilidades (Sommerville, 2016; Pressman & Maxim, 2020). En este sentido, los sistemas web han sido ampliamente utilizados para administrar servicios internos, ya que permiten acceso controlado, organización por roles y registro persistente en bases de datos (Pressman & Maxim, 2020).

En contextos donde existen solicitudes frecuentes y necesidad de orden, la lógica de “gestión por tickets” se utiliza para representar cada requerimiento como una unidad identificable, con información asociada, estados de avance y responsables. Esta estrategia favorece la trazabilidad del proceso y aporta transparencia sobre el estado de atención (Sommerville, 2016).

2.2. Antecedentes de investigaciones relacionadas al tema presentado

En el desarrollo de soluciones informáticas para organización de servicios, es recurrente el uso de sistemas web por su capacidad de centralizar información, definir permisos y almacenar historial de acciones. Estas características permiten establecer flujos de trabajo y evitar que la información quede dispersa en medios informales (Pressman & Maxim, 2020; Sommerville, 2016).

De manera similar, para procesos con múltiples etapas, suele utilizarse un modelo de gestión basado en estados o fases, lo cual facilita el control del avance y el seguimiento por parte de usuarios y administradores. En la impresión 3D, el flujo de trabajo depende de la recepción del modelo digital, su revisión y la ejecución de la impresión; por ello, un mecanismo que permita registrar solicitudes y organizar estados contribuye a reducir reprocesos, confusiones y pérdida de información (ISO/ASTM, 2021; Lipson & Kurman, 2013).

En consecuencia, el presente trabajo se fundamenta en principios ampliamente aceptados para el desarrollo de sistemas web: definición de requerimientos, diseño estructurado, arquitectura por capas, control de acceso, y verificación funcional del software. Este enfoque permite sustentar el diseño del sistema sin requerir levantamientos estadísticos externos, priorizando el análisis del proceso y la implementación práctica (Sommerville, 2016; Pressman & Maxim, 2020).

2.3. Definiciones conceptuales

De acuerdo con una revisión bibliográfica sobre conceptos inclinados a tema de investigación se definieran los siguientes:

2.3.1. Sistema web

Un sistema web es una solución informática accesible mediante un navegador que, generalmente, opera bajo el modelo cliente-servidor. Este tipo de sistema permite gestionar información y procesos desde distintos dispositivos conectados a una red, incorporando componentes como interfaz de usuario, lógica del negocio y almacenamiento persistente en base de datos (Pressman & Maxim, 2020).

2.3.2. Ventajas del desarrollo de aplicaciones web

Entre las ventajas de las aplicaciones web se encuentran la accesibilidad, la centralización de información, la actualización simplificada y la posibilidad de implementar control de usuarios mediante autenticación y permisos. Estas características favorecen la organización de procesos y reducen la dispersión de información en contextos institucionales (Sommerville, 2016).

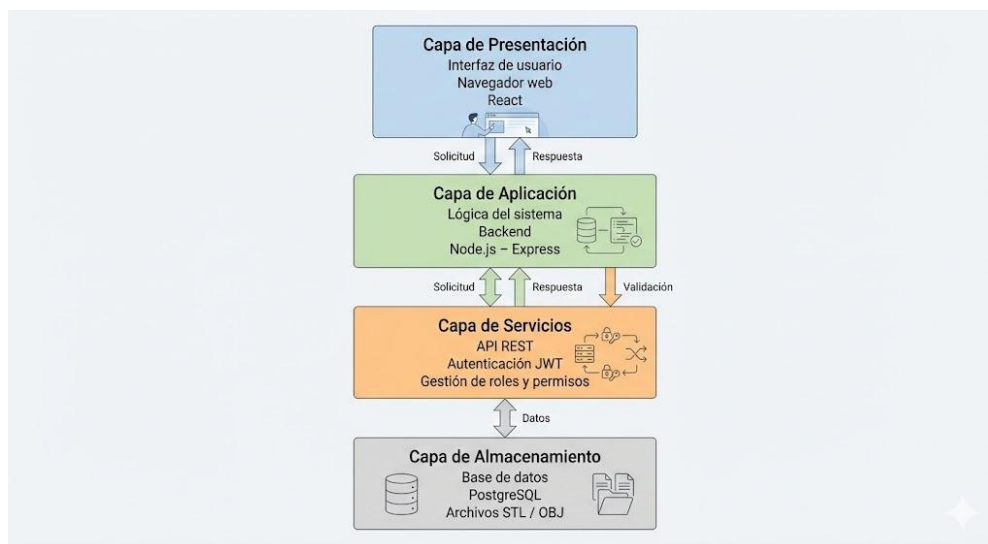
2.3.3. Arquitectura de una aplicación web

La arquitectura de una aplicación web describe la organización de sus componentes para facilitar el mantenimiento, escalabilidad y evolución del sistema. Un enfoque común es la arquitectura por capas, donde se separan responsabilidades entre presentación, lógica de negocio y acceso a datos, permitiendo un diseño más ordenado y sostenible (Pressman & Maxim, 2020):

A continuación, se presenta una representación general de una arquitectura web en capas, la cual permite separar responsabilidades y facilita el mantenimiento del sistema (Pressman & Maxim, 2020):

Figura 2:

Arquitectura de una aplicación web.



Nota: En la figura se muestra la arquitectura en capas utilizada en el sistema web de gestión de impresiones 3D, donde se evidencia la separación entre la capa de presentación, la capa de aplicación, la capa de servicios y la capa de almacenamiento. (Fuente: elaboración propia).

2.3.4. Metodologías para el desarrollo de software

Las metodologías de desarrollo de software proporcionan estructura para planificar, diseñar, implementar y verificar sistemas. En proyectos donde se requiere un avance ordenado por etapas y con baja carga documental, es común emplear enfoques tradicionales de tipo lineal, donde las fases se ejecutan de manera consecutiva (Sommerville, 2016; Pressman & Maxim, 2020):

2.3.4.1. Metodología en cascada (Waterfall)

El modelo en cascada se caracteriza por organizar el desarrollo en fases secuenciales tales como análisis, diseño, implementación y verificación. Este enfoque plantea un avance progresivo por

etapas, priorizando claridad y control del proceso, siendo útil cuando se requiere una ejecución lineal y entendible del proyecto (Royce, 1970; Pressman & Maxim, 2020).

2.3.4.2. Cuadro comparativo de las metodologías más destacadas para desarrollo del software

Tabla 1:

Comparación de metodologías para el desarrollo de software

Metodología	Enfoque	Ventajas	Desventajas
Cascada (Waterfall)	Fases secuenciales	Orden y claridad por etapas	Menor flexibilidad ante cambios
Incremental	Entregas por módulos	Avance por partes e integración progresiva	Requiere control de integración
Scrum	Iterativo por sprints	Adaptabilidad y revisiones frecuentes	Requiere dinámica ágil y más rituales
Kanban	Flujo visual de tareas	Control del trabajo en curso	No define fases formales del proyecto

Nota: Tabla elaborada con base en conceptos generales de ingeniería de software y metodologías de desarrollo (Pressman & Maxim, 2020; Schwaber & Sutherland, 2020).

2.3.5. Gestión de solicitudes mediante tickets

Un ticket es un registro digital que representa una solicitud. En sistemas de gestión, el ticket agrupa información relevante (descripción, adjuntos, estado y responsable), facilitando el control del flujo de atención y la trazabilidad. Este enfoque permite administrar múltiples solicitudes sin pérdida de información y con seguimiento ordenado (Sommerville, 2016).

2.3.6. Impresión 3D

La impresión 3D corresponde a un proceso de fabricación aditiva, en el cual un objeto se construye capa por capa a partir de un modelo digital. En entornos académicos, es común para prototipado y desarrollo de piezas, por lo que requiere un flujo de atención organizado cuando la demanda aumenta (ISO/ASTM, 2021; Lipson & Kurman, 2013).

2.3.7. Formatos de archivos 3D (.STL y .OBJ)

Los modelos digitales constituyen la base del proceso de impresión 3D. Los formatos .STL y .OBJ son utilizados de manera frecuente para representar geometría tridimensional, siendo relevantes para adjuntar en una solicitud y facilitar la revisión y preparación del trabajo antes de imprimir (ISO/ASTM, 2021).

2.3.8. Control de acceso por roles

El control por roles permite delimitar las acciones disponibles para cada tipo de usuario. Este enfoque fortalece el orden del proceso y reduce acciones no autorizadas, al asignar permisos según responsabilidades dentro del sistema (Sommerville, 2016).

A continuación, se presenta un flujo general del proceso de atención mediante tickets, el cual permite comprender la interacción entre roles y el seguimiento por estados dentro del sistema (Sommerville, 2016)

Figura 3

Proceso metodológico general aplicado en el desarrollo del sistema de gestión de impresiones

3D.



Nota: La figura representa las fases principales seguidas durante el desarrollo del proyecto, desde el análisis hasta la implementación del sistema. (Fuente propia).

2.4. Conclusiones relacionadas al marco teórico en referencia al tema planteado

Se concluye que los sistemas web constituyen una alternativa adecuada para centralizar información, controlar accesos por roles y organizar procesos mediante flujos definidos, lo que favorece la trazabilidad y el orden operativo (Sommerville, 2016; Pressman & Maxim, 2020). Asimismo, una arquitectura por capas permite separar responsabilidades y facilita el mantenimiento del sistema (Pressman & Maxim, 2020).

En relación con la gestión por tickets, se reconoce que este enfoque contribuye a estructurar solicitudes como unidades trazables, permitiendo registrar información y controlar el estado de atención. En un servicio de impresión 3D, donde los modelos digitales son esenciales y el proceso se desarrolla por etapas, esta estrategia aporta claridad y reduce la dispersión de información

(ISO/ASTM, 2021; Lipson & Kurman, 2013). Finalmente, el uso de una metodología lineal por fases se considera coherente con un desarrollo práctico y ordenado, priorizando análisis, diseño, implementación y verificación funcional, sin requerir documentación extensa ni levantamientos estadísticos externos (Royce, 1970; Pressman & Maxim, 2020).

Capítulo III: Marco investigativo (Diseño metodológico)

3.1. Introducción

El presente capítulo expone el diseño metodológico aplicado para el desarrollo del sistema web orientado a la gestión de impresiones 3D mediante tickets. Se describe el tipo de investigación, los métodos utilizados para estructurar el trabajo y las fuentes de información empleadas para fundamentar el diseño, implementación y verificación funcional del sistema.

Dado que el objetivo central del proyecto es construir una solución informática operativa, el enfoque adoptado se orienta al desarrollo aplicado de software. En consecuencia, el proceso metodológico se fundamenta en el análisis del flujo de trabajo del servicio, la definición de requerimientos funcionales y no funcionales, el diseño de la arquitectura y la implementación del sistema, complementado con pruebas funcionales básicas para verificar el cumplimiento de los requerimientos (Pressman & Maxim, 2020; Sommerville, 2016).

3.2. Tipo de investigación

En la presente investigación se adoptan los siguientes tipos de investigación: bibliográfica y descriptiva. La investigación bibliográfica permite sustentar el marco conceptual relacionado con sistemas web, arquitecturas, control de acceso y principios generales de desarrollo de software. La

investigación descriptiva se orienta a describir el proceso operativo del servicio de impresión 3D y su transformación en un flujo de atención gestionado mediante tickets, identificando roles, estados y acciones principales del sistema (Sommerville, 2016; Pressman & Maxim, 2020).

Este enfoque permite construir una solución alineada con la realidad del proceso de atención, sin requerir recolección estadística externa, ya que el proyecto se valida principalmente a través de la verificación funcional del sistema desarrollado (Sommerville, 2016).

3.2.1. Investigación bibliográfica

La investigación bibliográfica cumple un rol de soporte teórico, permitiendo definir conceptos asociados al desarrollo de sistemas web, la arquitectura cliente-servidor, organización por capas y principios de ingeniería de software. Esta revisión conceptual facilita la toma de decisiones técnicas para estructurar el sistema, así como sustentar la selección de una arquitectura de tres capas y el uso de mecanismos de autenticación y control de acceso (Pressman & Maxim, 2020; Sommerville, 2016).

3.2.2. Investigación descriptiva

La investigación descriptiva se aplica para representar de forma clara el flujo de trabajo del servicio, identificando cómo se registran solicitudes y cómo se gestionan sus estados dentro del sistema. En este contexto, la descripción se enfoca en el ciclo de vida del ticket (desde su creación hasta su finalización), la interacción entre roles (cliente, mantenimiento y admin) y el registro estructurado de información (archivos adjuntos, valores estimados, pagos y asignación de

impresora). Esta descripción permite construir requerimientos coherentes y diseñar una solución acorde al proceso real (Sommerville, 2016).

3.2.3. *Investigación Explicativa*

Para el presente proyecto no se aplica un enfoque explicativo basado en relaciones causales mediante variables o mediciones estadísticas. En su lugar, el componente explicativo se aborda a través de la ingeniería de software: se analizan las causas operativas del desorden o falta de trazabilidad y se propone una solución tecnológica que organiza el proceso mediante roles, estados y registro persistente. La efectividad del sistema se verifica a nivel funcional, comprobando que el flujo definido se cumple en el sistema implementado (Pressman & Maxim, 2020).

3.3. Métodos de investigación

3.3.1. *Método deductivo*

Para el desarrollo del proyecto se emplea el método deductivo en el sentido de partir de principios generales de ingeniería de software y sistemas web para construir una solución particular aplicada al contexto de gestión de impresiones 3D. A partir de conceptos como arquitectura por capas, control de acceso y diseño modular, se deduce una estructura de solución que organiza el servicio mediante tickets, permitiendo trazabilidad del flujo de atención y control por roles (Sommerville, 2016; Pressman & Maxim, 2020).

3.4. Fuente de información de datos

3.4.1. Fuentes primarias

Las fuentes primarias corresponden a la información técnica y operativa del propio sistema desarrollado. En este proyecto, la principal fuente primaria está constituida por la documentación técnica del sistema (arquitectura, módulos, base de datos, roles, endpoints y flujo del ticket) y la evidencia funcional generada durante la implementación, tales como configuración del backend, estructura de rutas, componentes del frontend y manejo de archivos. Estas fuentes permiten describir con precisión el funcionamiento del sistema y sustentar el diseño aplicado.

3.4.2. Fuentes secundarias

Las fuentes secundarias incluyen libros y documentos de referencia sobre ingeniería de software, sistemas web, arquitectura y metodologías de desarrollo. Estas fuentes se utilizan para fundamentar el marco conceptual y justificar decisiones de diseño a nivel metodológico y arquitectónico (Pressman & Maxim, 2020; Sommerville, 2016; Royce, 1970).

3.5. Estrategia operacional para la recolección de datos

En el presente proyecto no se realiza una recolección de datos de campo basada en encuestas o entrevistas. En su lugar, se adopta una estrategia operacional orientada a levantamiento de requerimientos y verificación funcional, basada en la descripción del proceso del servicio y su traducción en funcionalidades del sistema.

La estrategia se estructura en tres ejes: (1) definición del flujo de trabajo mediante tickets y estados, (2) construcción de módulos por rol y restricciones de seguridad, y (3) verificación del

funcionamiento del sistema mediante escenarios de uso. Esta estrategia permite garantizar que el sistema implementado responde a las necesidades del servicio sin depender de instrumentos estadísticos externos (Sommerville, 2016)

3.6. Análisis y presentación de resultados

En este proyecto, la presentación de resultados se expresa a través de la solución implementada y su verificación funcional. Es decir, los resultados se evidencian en la existencia de módulos operativos por rol, endpoints implementados y un flujo de ticket funcional desde su creación hasta su finalización. Este enfoque es consistente con trabajos de desarrollo de software donde el producto funcional constituye el principal resultado verificable (Pressman & Maxim, 2020; Sommerville, 2016).

Capítulo IV Marco propositivo (Elaboración de la propuesta)

4.1. Introducción

En el presente capítulo se describe el desarrollo de la propuesta tecnológica implementada: un sistema web full-stack orientado a la gestión de solicitudes de impresión 3D mediante tickets. Se presenta la arquitectura adoptada, el diseño general del sistema, la estructura de módulos por roles, el modelo de base de datos, el funcionamiento de la API REST y las principales medidas de seguridad y manejo de archivos. Finalmente, se expone el flujo operativo del sistema desde la creación de un ticket hasta su finalización.

4.2. Descripción de la propuesta

La solución consiste en una aplicación web que centraliza la gestión del servicio de impresión 3D, permitiendo registrar solicitudes, realizar revisión técnica, gestionar pagos, asignar impresoras y notificar al usuario durante el proceso. El sistema organiza el flujo de atención mediante estados y reglas de acceso basadas en roles, garantizando que cada actor del proceso interactúe únicamente con las funciones autorizadas.

La propuesta define tres roles principales: cliente, mantenimiento y admin, cada uno con un conjunto de funcionalidades específicas. Además, integra gestión de archivos para modelos 3D (.stl, .obj) y comprobantes de pago (imágenes), lo cual permite mantener la evidencia y trazabilidad dentro del sistema.

4.3. Arquitectura del sistema

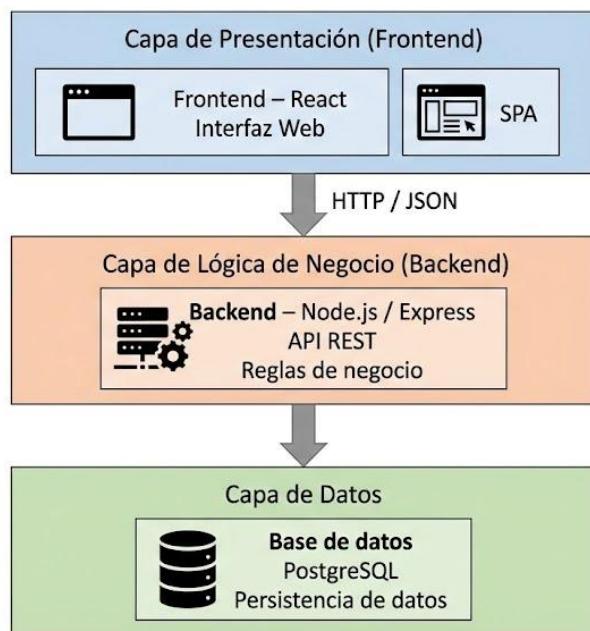
El sistema fue diseñado bajo un modelo cliente-servidor y una arquitectura de tres capas, separando responsabilidades para facilitar el mantenimiento y la escalabilidad:

- Capa de presentación: interfaz web desarrollada en React, responsable de la experiencia del usuario, navegación por rol y consumo de la API.
- Capa de lógica de negocio: API REST desarrollada con Node.js y Express, que aplica reglas del proceso (roles, estados, validaciones, pagos, notificaciones).
- Capa de datos: base de datos relacional PostgreSQL para persistencia de usuarios, tickets, pagos, impresoras, comentarios, notificaciones e historial económico.

Con el fin de asegurar una separación clara de responsabilidades y facilitar el mantenimiento del sistema, se adoptó una arquitectura cliente–servidor organizada en tres capas. Esta estructura permite distinguir la interfaz de usuario, la lógica de negocio y la persistencia de datos.

Figura 4:

Arquitectura general del sistema (cliente–servidor).

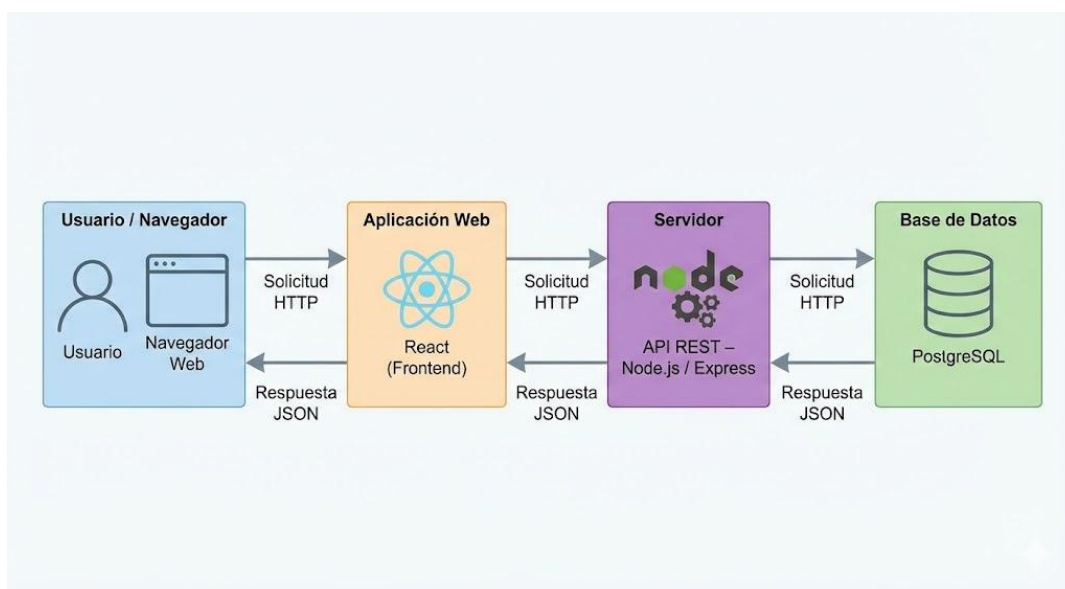


Nota: La figura representa la separación del sistema en capa de presentación (frontend), capa de lógica de negocio (API REST) y capa de datos (base de datos), así como la interacción general entre ellas. (Fuente propia).

Además de la estructura por capas, es importante representar el despliegue lógico y la comunicación entre componentes durante la ejecución del sistema. La siguiente figura muestra el flujo de intercambio de datos entre el navegador, el frontend, la API y la base de datos.

Figura 5.

Despliegue lógico y comunicación entre componentes del sistema.



Nota: La figura ilustra el intercambio de solicitudes y respuestas HTTP entre el cliente (navegador), la aplicación web (React), el servidor (Node.js/Express) y la base de datos (PostgreSQL). (Fuente propia).

4.4. Estructura general del proyecto

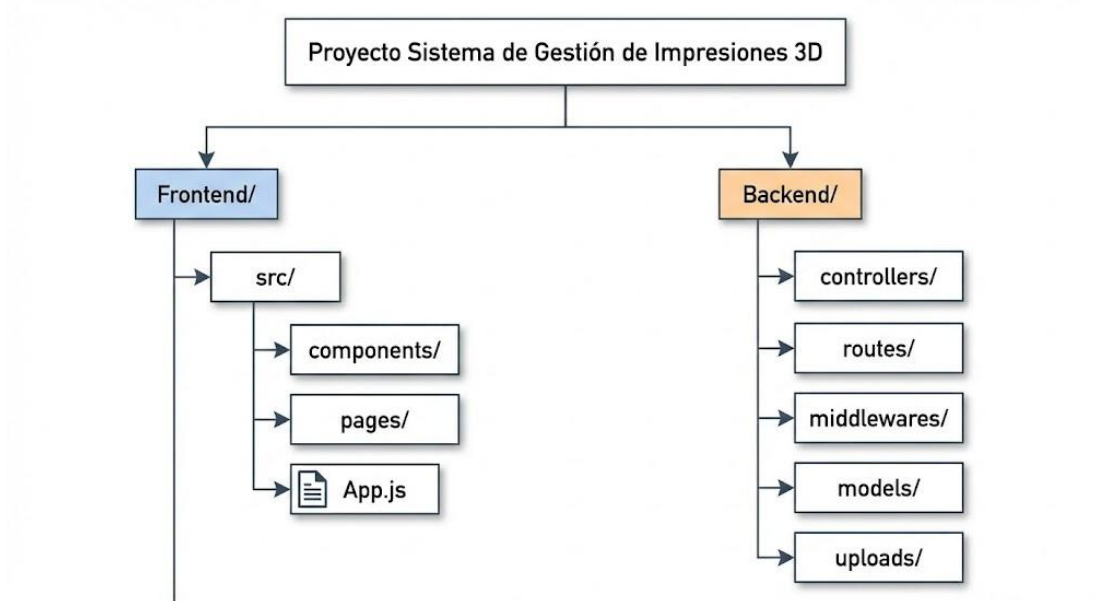
El proyecto se organizó en dos módulos principales: backend y frontend, manteniendo separación clara entre responsabilidades. En el backend se manejan controladores, rutas (públicas y privadas), middlewares, utilidades y almacenamiento de archivos. En el frontend se implementan componentes reutilizables, vistas por rol y rutas de navegación.

Esta estructura facilita la mantenibilidad, ya que permite modificar la lógica del servidor sin afectar directamente el diseño del cliente, y viceversa, siempre que se mantenga el contrato de la API.

Para mantener el orden del desarrollo y evitar dependencias innecesarias, el proyecto se organizó separando el backend y el frontend en módulos independientes. A continuación, se presenta una vista general de la estructura del proyecto.

Figura 6.

Estructura general del proyecto (frontend y backend).

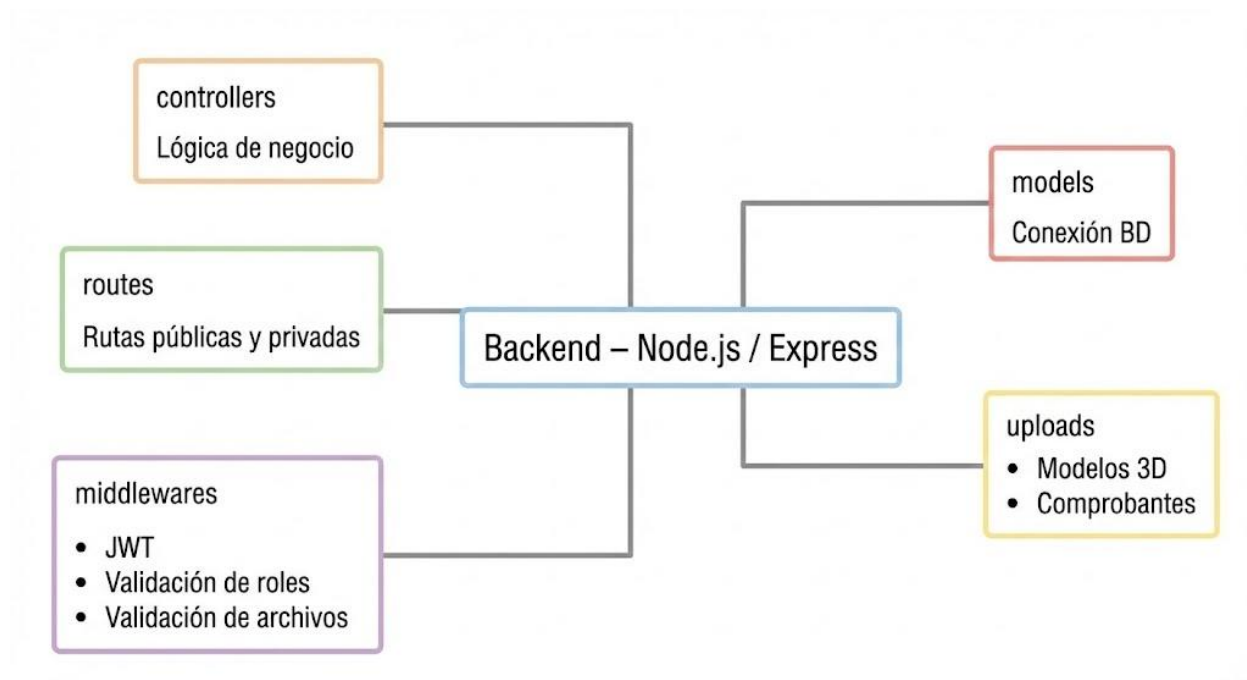


Nota: La figura presenta la organización del proyecto en dos módulos principales, destacando la separación entre interfaz (frontend) y servicios (backend). (Fuente propia).

En el servidor se estableció una estructura basada en responsabilidades, diferenciando controladores, rutas, middlewares y utilidades. Esta organización permite escalar funcionalidades sin afectar el resto del sistema.

Figura 7.

Organización interna del backend (rutas, controladores y middlewares).



Nota: La figura muestra las carpetas y componentes del backend, incluyendo rutas públicas/privadas, controladores, middlewares de seguridad y directorios de almacenamiento de archivos. (Fuente propia).

4.5. Diseño del modelo de datos

El sistema utiliza una base de datos relacional orientada a soportar el ciclo completo del servicio. De forma general, el modelo permite:

- Gestionar usuarios y roles.
- Registrar tickets de impresión 3D y sus estados.
- Vincular archivos adjuntos a tickets (modelos 3D).
- Gestionar pagos y comprobantes.
- Administrar inventario de impresoras y su disponibilidad.
- Registrar notificaciones, comentarios e historial económico.

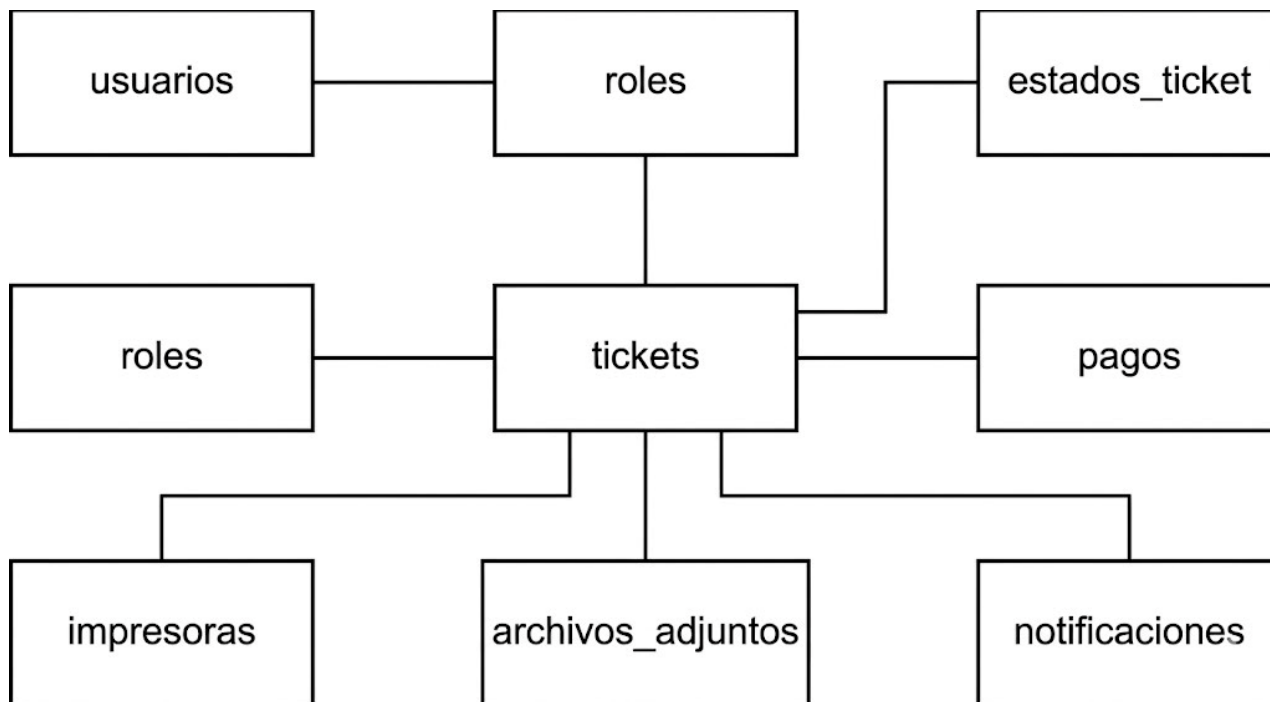
Tablas principales consideradas:

- usuarios, roles
- tickets, estados_ticket
- archivos_adjuntos
- pagos
- impresoras
- notificaciones, comentarios
- historial_economico
- codigos_recuperacion

El sistema requiere persistir información relacionada con usuarios, tickets, pagos, impresoras y trazabilidad del proceso. En la siguiente figura se presenta una visión general del modelo de datos que soporta el flujo operativo de la plataforma.

Figura 8.

Modelo general de datos del sistema de gestión de impresiones 3D.

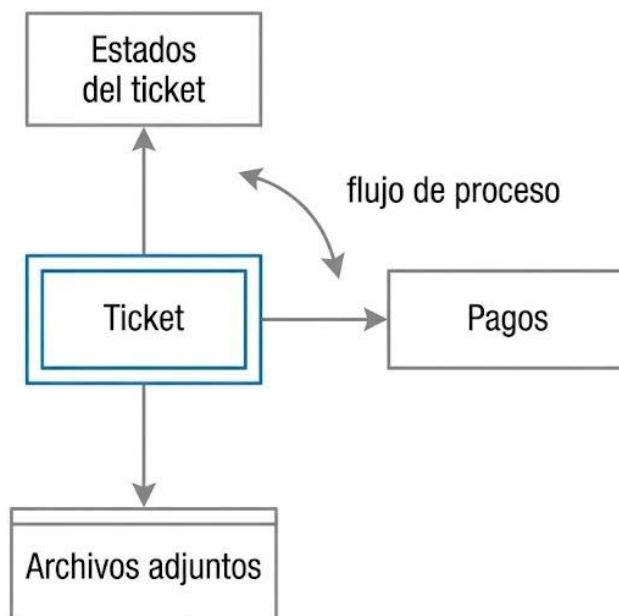


Nota: La figura representa las entidades principales del sistema y sus relaciones generales para soportar el registro de solicitudes, control por estados, pagos, gestión de impresoras y notificaciones. (Fuente propia).

Dado que el ticket es la unidad central del proceso, se requiere comprender su relación con el estado de avance, los pagos y la evidencia asociada. La siguiente figura resume estas relaciones clave.

Figura 9.

Relación operativa entre tickets, estados, pagos y archivos adjuntos.



Nota: La figura muestra al ticket como entidad principal y su vínculo con el historial de estados, el registro de pagos y los archivos adjuntos (modelos 3D y comprobantes), permitiendo trazabilidad del servicio. (Fuente propia).

4.6. Diseño funcional por roles

4.6.1. Rol cliente

El rol cliente se diseñó para permitir la interacción completa desde la creación de una solicitud hasta la recepción del resultado. Entre sus funciones principales se incluyen:

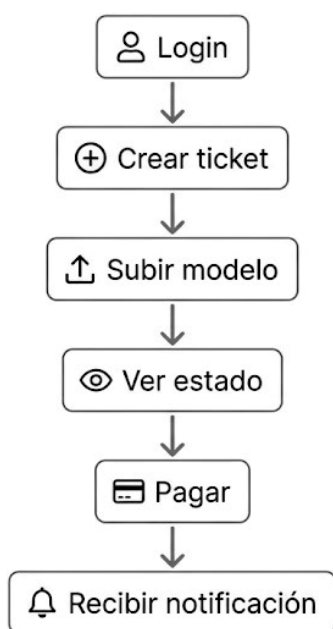
- Registro e inicio de sesión con correo institucional.
- Creación de tickets con descripción y adjunto (.stl/.obj) y/o URL.
- Visualización del estado del ticket, historial y posición en cola.

- Registro del método de pago y subida de comprobante.
- Acceso a factura proforma y recibo.
- Recepción de notificaciones internas y por correo.

El rol cliente se diseñó para permitir la creación y seguimiento de solicitudes, además de completar el proceso de pago y recibir notificaciones. A continuación, se muestra el flujo general de acciones disponible para este perfil.

Figura 10.

Flujo de acciones del rol cliente.



Nota: La figura muestra el recorrido típico del usuario cliente dentro del sistema, incluyendo autenticación, creación de tickets, carga de archivos, seguimiento por estados, pagos y recepción de notificaciones. (Fuente propia).

4.6.2. Rol mantenimiento

El rol mantenimiento está orientado a la gestión operativa del servicio:

- Revisión técnica del ticket y decisión de aprobación o rechazo.
- Definición de valores estimados y datos técnicos (peso, dimensiones).
- Asignación de impresoras a tickets aceptados.
- Consulta del estado de impresoras y administración de información técnica de impresoras.
- Seguimiento del avance del flujo y descarga de modelos.

El rol mantenimiento gestiona la operación técnica del servicio, validando solicitudes, estimando valores y asignando impresoras. La siguiente figura resume su flujo de trabajo.

Figura 11.

Flujo de acciones del rol mantenimiento.



Nota: La figura representa las acciones operativas del personal técnico, incluyendo revisión de tickets, aprobación o rechazo, registro de datos técnicos, asignación de impresoras y seguimiento del proceso. (Fuente propia).

4.6.3. Rol admin

El rol admin incluye las capacidades de mantenimiento y agrega funciones de control:

- Confirmación de pagos y visualización de pagos pendientes.
- Acceso a historial económico y resumen mensual.
- Gestión de usuarios.
- Administración completa del sistema (incluyendo creación de impresoras).

El rol admin incorpora funciones de control y gestión administrativa, especialmente en el módulo de pagos, usuarios e historial económico. La siguiente figura detalla su participación dentro del sistema.

Figura 12.

Flujo de acciones del rol admin.



Nota: La figura describe las acciones de administración, destacando confirmación de pagos, supervisión económica, gestión de usuarios y control general del sistema. (Fuente propia).

4.7. API REST y organización de rutas

La API se estructuró separando rutas públicas y privadas, aplicando seguridad por token y control de acceso por roles. Se implementaron endpoints para autenticación, tickets, pagos, impresoras, usuarios, notificaciones, comentarios, historial económico y dashboards.

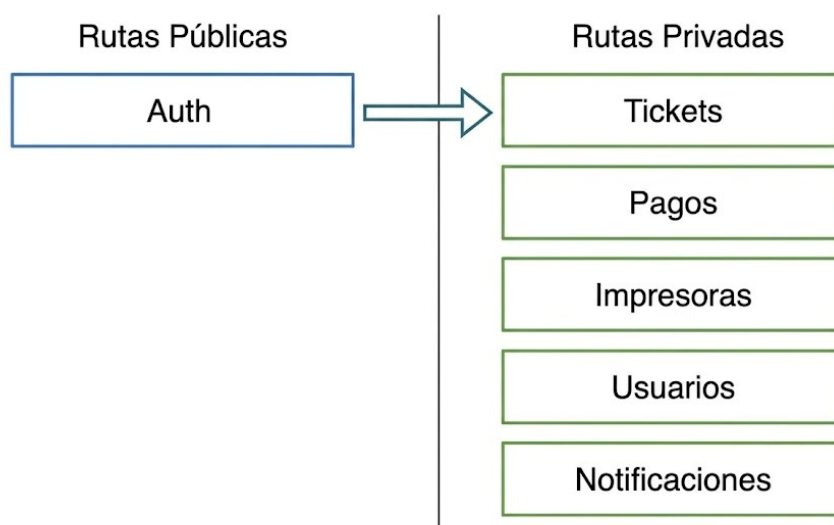
Para no alargar, aquí conviene poner:

- Una tabla pequeña con las rutas principales (no todas).
- Y dejar el detalle completo en anexos si te lo piden (pero como quieres corto, incluso podemos omitir anexos).

La comunicación entre el frontend y el backend se implementó mediante una API REST, organizada por módulos y protegida por autenticación. La siguiente figura presenta su organización general.

Figura 13.

Organización general de la API REST por módulos.



Nota: La figura agrupa la API en módulos funcionales (autenticación, tickets, pagos, impresoras, usuarios, notificaciones), diferenciando rutas públicas y privadas según el nivel de acceso. (Fuente propia).

4.8. Seguridad y control de acceso

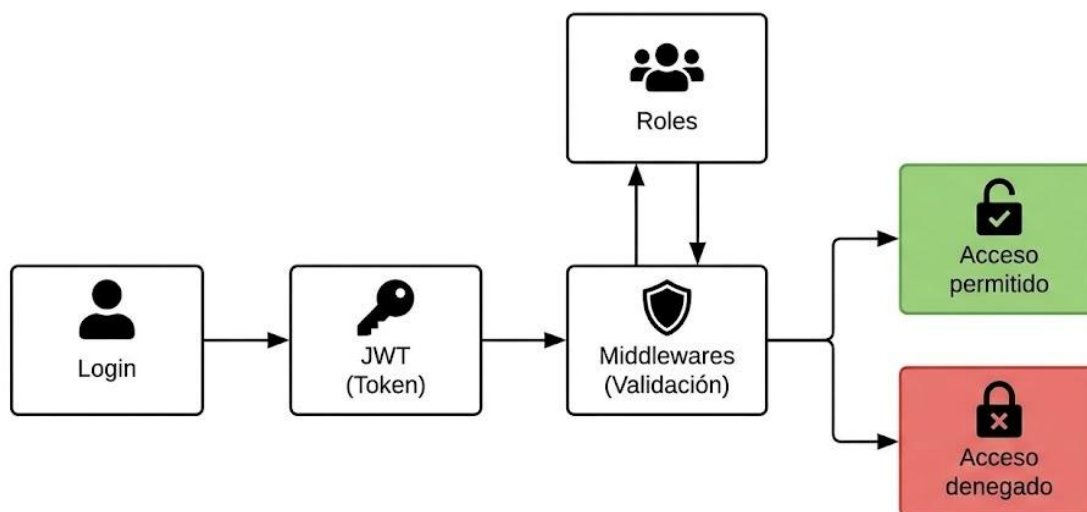
El sistema incorpora un esquema de seguridad basado en:

- Autenticación por tokens (JWT) con expiración definida.
- Encriptación de contraseñas con bcrypt.
- Control de acceso basado en roles (RBAC) mediante middlewares.
- Validación de correo institucional para registro.
- Validación de tipos de archivo permitidos y restricciones de tamaño.
- Manejo de CORS para control de acceso entre dominios.

Para garantizar el acceso controlado y la protección de la información, se incorporaron mecanismos de autenticación, cifrado y control por roles. La siguiente figura resume el esquema de seguridad aplicado.

Figura 14.

Esquema de seguridad y control de acceso (JWT + roles + validaciones).



Nota: La figura representa los principales mecanismos de seguridad: autenticación mediante JWT, cifrado de contraseñas, validación de correo institucional y autorización por roles mediante middlewares. (Fuente propia).

4.9. Manejo de archivos

El sistema gestiona dos tipos principales de archivos:

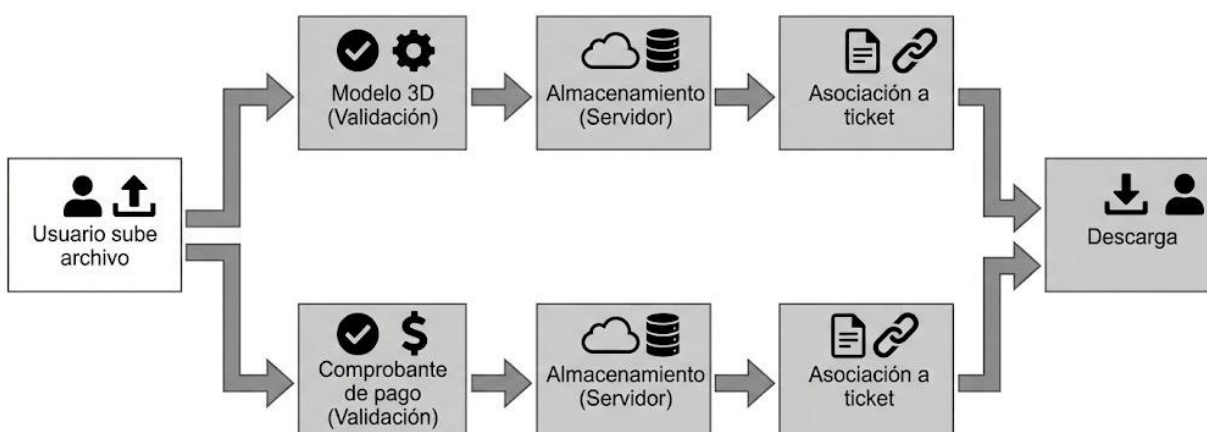
- Modelos 3D: formatos .stl y .obj asociados a tickets.
- Comprobantes de pago: imágenes (.png, .jpg, .jpeg) asociadas a pagos.

Los archivos se almacenan en el servidor bajo carpetas separadas, usando un esquema de nombrado que evita colisiones y facilita trazabilidad. Además, se aplican validaciones en frontend y backend para reducir riesgos de carga inválida.

El sistema gestiona archivos tanto para modelos 3D como para comprobantes de pago, aplicando validaciones y almacenamiento estructurado. La siguiente figura muestra el flujo de carga, asociación y descarga.

Figura 15.

Flujo de manejo de archivos (modelos 3D y comprobantes de pago).

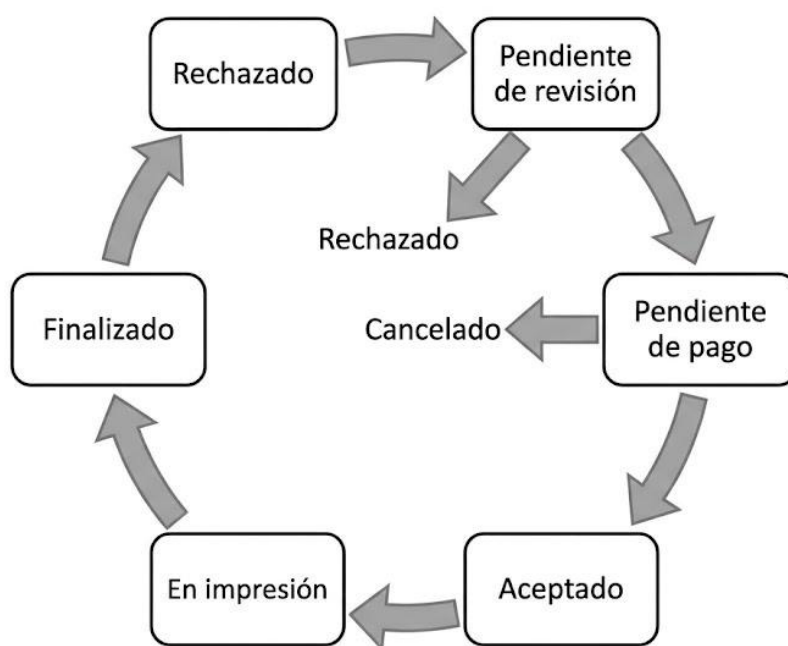


Nota: La figura describe el proceso de carga de archivos, validación de formato y tamaño, almacenamiento en servidor y asociación al ticket o pago correspondiente, incluyendo la opción de descarga cuando aplica. (Fuente propia).

Para controlar el avance del servicio y evitar ambigüedades en el seguimiento, el sistema utiliza estados que representan cada etapa del proceso. La siguiente figura presenta el ciclo de estados definido para los tickets.

Figura 16.

Ciclo de estados del ticket en el sistema.



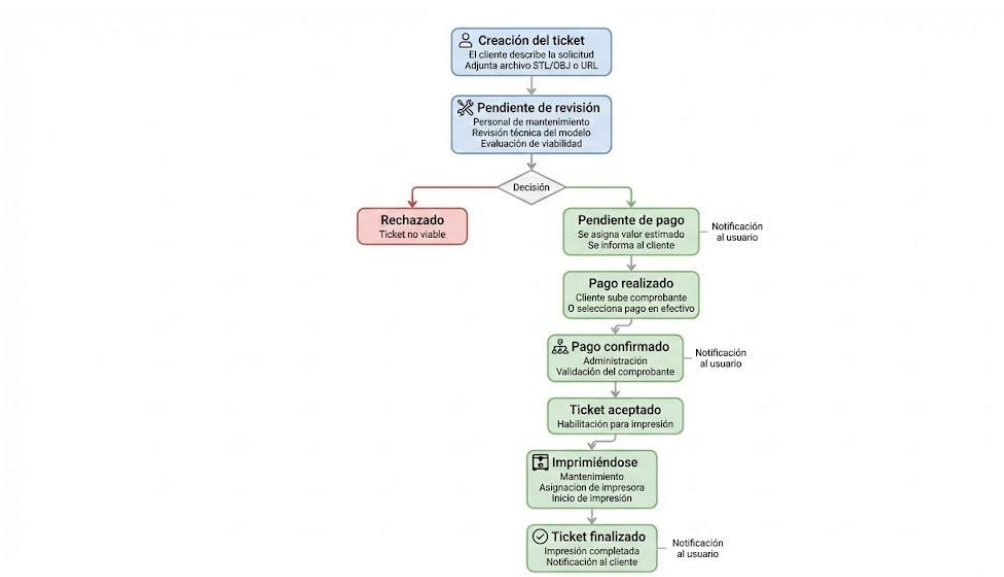
Nota: La figura resume los estados por los que puede transitar un ticket, desde su registro y revisión, hasta el pago, ejecución y finalización del servicio. (Fuente propia).

4.10. Flujo de trabajo del ticket

El ciclo de vida del ticket se modela como un flujo de estados que representa el proceso real del servicio. Este flujo permite conocer en todo momento la fase en la que se encuentra la solicitud y quién debe actuar.

Figura 17.

Flujo de vida del ticket en el sistema de gestión de impresiones 3D



Nota: La figura representa las etapas por las que atraviesa un ticket desde su creación hasta la finalización del proceso de impresión, incluyendo validación técnica, pago y ejecución. (Fuente propia).

4.11. Interfaz y navegación del sistema

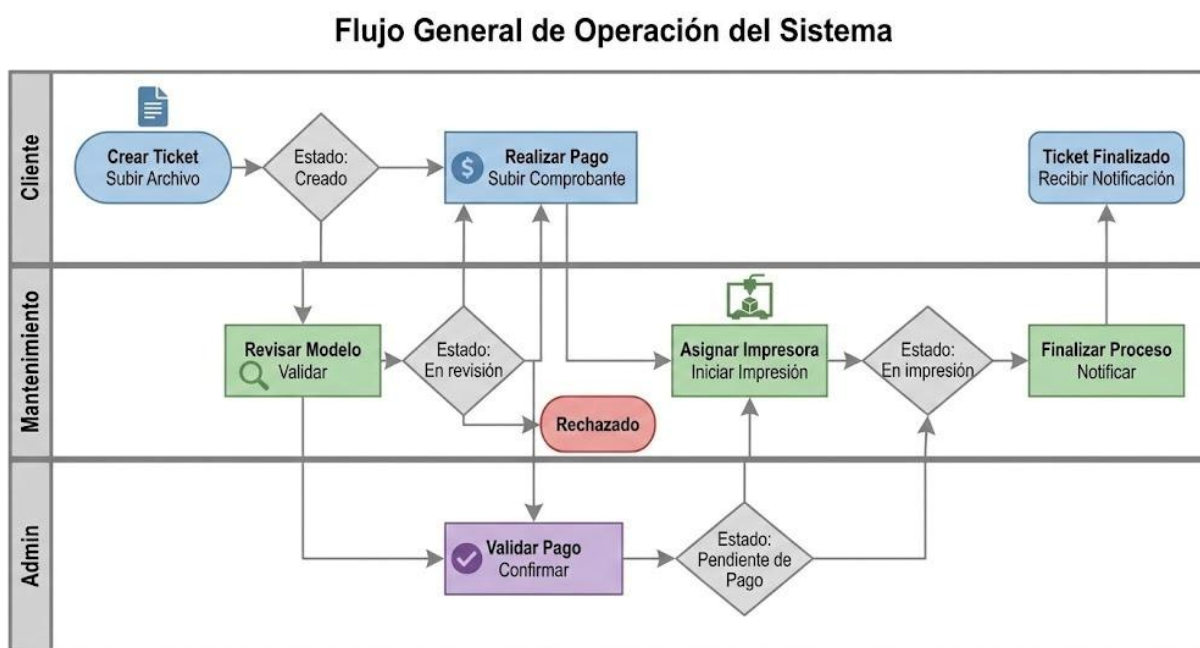
La aplicación web se organiza como una SPA con rutas separadas por rol. El sistema cuenta con:

- Página de autenticación (login/registro/recuperación).
- Dashboard principal que redirige según rol.
- Menú lateral (Sidebar) adaptado por permisos.
- Vistas específicas: pedidos, impresoras, facturación, historial económico y vista de factura/recibo.

De manera complementaria al flujo de estados del ticket, resulta útil visualizar la interacción de los tres roles a lo largo del proceso. La siguiente figura integra el recorrido del ticket con las acciones principales realizadas por cliente, mantenimiento y admin.

Figura 18.

Flujo general de operación del sistema por roles.



Nota: La figura integra los roles del sistema (cliente, mantenimiento y admin) con el ciclo del ticket, destacando puntos clave como revisión, pago, confirmación y asignación de impresora hasta la finalización. (Fuente propia).

Capítulo V: Evaluación de resultados

5.1. Introducción

En el presente capítulo se describe la evaluación de resultados del Sistema de Gestión de Impresiones 3D – ULEAM, con el propósito de verificar su correcto funcionamiento y confirmar que las funcionalidades implementadas responden al flujo operativo definido para la atención de solicitudes de impresión 3D. La evaluación se centra en pruebas funcionales por escenarios, considerando los tres roles del sistema (cliente, mantenimiento y admin) y el ciclo de vida del ticket, desde su registro hasta la finalización del servicio.

Adicionalmente, la evaluación de resultados permite identificar el nivel de coherencia entre el diseño propuesto y la implementación final del sistema, evidenciando si las decisiones técnicas adoptadas responden de manera efectiva a los requerimientos definidos en etapas previas. Este análisis no solo se orienta a verificar el cumplimiento funcional, sino también a valorar la estabilidad del flujo operativo y la interacción entre los distintos módulos del sistema.

La validación realizada en este capítulo se concibe como una etapa clave para determinar la viabilidad práctica del sistema dentro del contexto académico y operativo para el cual fue desarrollado. A través de escenarios de uso controlados, se busca comprobar que el sistema mantiene un comportamiento consistente ante distintas acciones de los usuarios y que responde de forma adecuada a eventos críticos como cambios de estado, validación de pagos y asignación de recursos.

De esta manera, el presente capítulo constituye un punto de enlace entre la propuesta tecnológica desarrollada y su aplicación práctica, permitiendo respaldar con resultados observables

la utilidad del Sistema de Gestión de Impresiones 3D – ULEAM como una solución funcional y estructurada para el manejo de solicitudes de impresión 3D.

5.2. Presentación y monitoreo de resultados

Para validar el comportamiento del sistema, se ejecutaron pruebas funcionales orientadas a escenarios de uso reales. Estas pruebas permitieron comprobar: autenticación y control de acceso por roles, creación y gestión de tickets, carga y descarga de archivos de modelos 3D, registro y confirmación de pagos, asignación de impresoras, notificaciones y generación de documentos (factura proforma/recibo).

El monitoreo de resultados se llevó a cabo mediante la ejecución controlada de pruebas funcionales, orientadas a reproducir el comportamiento real del sistema en un entorno de uso cotidiano. Estas pruebas permitieron observar la respuesta del sistema ante diferentes acciones realizadas por los usuarios, evaluando tanto la correcta ejecución de las funcionalidades como la coherencia del flujo de información entre el frontend y el backend.

Para asegurar una evaluación integral, las pruebas fueron diseñadas considerando los distintos perfiles de usuario definidos en el sistema, de modo que cada rol interactuara únicamente con las funciones que le corresponden. Este enfoque permitió verificar la correcta aplicación del control de acceso basado en roles, así como la restricción de acciones no autorizadas.

Asimismo, se puso especial énfasis en validar aquellas funcionalidades consideradas críticas para el proceso de gestión de impresiones 3D, tales como la creación y seguimiento de tickets, la carga y descarga de archivos de modelos 3D, el registro y confirmación de pagos, y la

asignación de impresoras. El monitoreo de estas acciones permitió comprobar la estabilidad del sistema y su capacidad para mantener la trazabilidad del servicio.

A continuación, se presenta el resumen de las pruebas realizadas:

Tabla 2:

Pruebas al sistema

Nro. prueba	Condición	Resultado esperado	Resultado actual	Estado de cumplimiento
001	Acceso a interfaz de autenticación	La pantalla de autenticación carga sin errores	Carga correctamente y permite navegar entre login/registro/recuperación	Cumple
002	Registro con correo institucional válido	Permite registrar usuario con dominio institucional permitido	Registro exitoso con validación de dominio	Cumple
003	Registro con correo no institucional	Bloquea registro de correos no permitidos	El sistema rechaza el correo y muestra mensaje	Cumple
004	Inicio de sesión con credenciales válidas	Autenticación correcta y emisión de token	Se inicia sesión y se redirige según rol	Cumple
005	Recuperación de contraseña	Envío de código y cambio de contraseña	Se envía código y permite actualizar contraseña	Cumple
006	Creación de ticket (cliente)	Permite crear ticket con descripción y archivo/URL opcional	Ticket creado y registrado en estado inicial	Cumple
007	Subida de modelo 3D (.stl/.obj)	Acepta formatos permitidos y guarda el archivo asociado	Archivo cargado y asociado al ticket	Cumple
008	Descarga de modelo 3D	Permite descargar el archivo adjunto del ticket	Descarga ejecutada correctamente	Cumple
009	Revisión de ticket (mantenimiento)	Permite aprobar/rechazar	Actualiza estado y registra dimensiones/peso/valor estimado	Cumple

		y registrar datos técnicos		
010	Cancelación de ticket por cliente	Permite cancelar si está en pendiente de pago	El sistema cancela y actualiza el estado	Cumple
011	Registro de pago (cliente)	Permite seleccionar método y subir comprobante	Pago registrado y comprobante almacenado	Cumple
012	Confirmación de pago (admin)	Permite confirmar pagos pendientes	Pago confirmado y ticket avanza a estado correspondiente	Cumple
013	Asignación de impresora (mantenimiento)	Permite asignar impresora disponible al ticket	Impresora asignada y estado actualizado	Cumple
014	Gestión de impresoras (admin)	Permite agregar impresoras al inventario	Registro exitoso y visible en listados	Cumple
015	Notificación por finalización	Al finalizar se notifica al cliente	Notificación interna y/o correo generado	Cumple

Nota: Se muestra las pruebas de cada una de las funcionalidades del sistema.

Los resultados obtenidos a partir de las pruebas funcionales evidencian que el sistema mantiene un comportamiento consistente frente a los escenarios evaluados, sin presentar errores que comprometan la continuidad del flujo operativo. Cada prueba ejecutada permitió confirmar que las funcionalidades responden conforme a lo esperado, asegurando una experiencia de uso estable para los diferentes perfiles de usuario.

La correcta ejecución de las pruebas relacionadas con autenticación y control de acceso demuestra que el sistema aplica de manera efectiva los mecanismos de seguridad definidos, evitando accesos indebidos y garantizando que cada usuario interactúe únicamente con los

módulos autorizados. Este aspecto resulta fundamental para preservar la integridad de la información y el orden del proceso.

De igual forma, las pruebas asociadas a la gestión de tickets y pagos reflejan que el sistema es capaz de manejar de manera adecuada las transiciones entre estados, manteniendo la coherencia de los datos registrados y permitiendo un seguimiento claro del servicio desde su inicio hasta su finalización.

5.2.1. Verificación del flujo del ticket

Adicionalmente, se validó el flujo completo del sistema mediante un escenario integral que recorre el ciclo de vida del ticket

- El cliente registra e inicia sesión.
- Crea un ticket y adjunta un archivo .stl/.obj (opcional).
- El rol mantenimiento revisa el ticket y define el valor estimado con datos técnicos.
- El cliente registra el pago y sube comprobante.
- El rol admin confirma el pago.
- El rol mantenimiento asigna la impresora disponible.
- Se marca el proceso como finalizado y el cliente recibe la notificación correspondiente.

La validación del flujo completo del ticket permitió comprobar que el sistema es capaz de coordinar correctamente la participación de los distintos roles a lo largo del proceso. Cada

transición de estado se ejecuta de forma controlada, asegurando que las acciones realizadas por un rol habiliten de manera lógica las siguientes etapas del servicio.

Este escenario integral evidenció que el uso de tickets como eje central del sistema facilita la organización del trabajo y reduce la posibilidad de inconsistencias durante la gestión de solicitudes. Al contar con estados claramente definidos, el sistema permite identificar en todo momento la fase en la que se encuentra cada solicitud y el actor responsable de continuar el proceso.

Asimismo, la verificación del flujo del ticket permitió confirmar que el sistema mantiene la trazabilidad de la información asociada a cada solicitud, incluyendo los datos técnicos, los archivos adjuntos, los registros de pago y las notificaciones generadas. Esto contribuye a una gestión más transparente y ordenada del servicio de impresión 3D.

Tabla3:

Etapas del proceso	Rol responsable	Funcionalidad evaluada	Resultado esperado	Resultado observado	Cumplimiento
Autenticación	Cliente	Inicio de sesión con correo institucional	Acceso solo a usuarios válidos	Acceso restringido correctamente	Cumple
Creación de ticket	Cliente	Registro de solicitud con descripción y archivo	Ticket registrado en estado inicial	Ticket creado sin errores	Cumple

Revisión técnica	Mantenimiento	Evaluación del modelo y viabilidad	Aprobación o rechazo con datos técnicos	Estado actualizado correctamente	Cumple
Registro de pago	Cliente	Selección de método y carga de comprobante	Pago registrado y asociado al ticket	Comprobante almacenado correctamente	Cumple
Confirmación de pago	Admin	Validación de pagos pendientes	Habilitar avance del flujo	Pago confirmado y estado actualizado	Cumple
Asignación de impresora	Mantenimiento	Selección de impresora disponible	Impresora asignada al ticket	Asignación correcta	Cumple
Finalización del servicio	Sistema	Cierre del proceso y notificación	Notificación al cliente	Notificación generada	Cumple

Nota: La tabla resume la verificación del flujo operativo del sistema, considerando las principales etapas del ciclo de vida del ticket, los roles involucrados y el cumplimiento de las funcionalidades definidas en la propuesta. (Fuente propia).

5.3. Interpretación objetiva

Con base en las pruebas realizadas, se evidencia que el sistema cumple con los requerimientos funcionales esenciales del proceso de gestión de impresiones 3D. El acceso por roles restringe adecuadamente las funciones según el perfil de usuario, evitando acciones no autorizadas. El módulo de tickets permite registrar solicitudes, adjuntar modelos 3D, controlar el avance por estados y mantener trazabilidad del servicio.

Asimismo, el módulo de pagos permite registrar el método de pago y almacenar el comprobante, mientras que la confirmación por parte del rol admin habilita la continuidad del flujo operativo. La asignación de impresoras y la administración del inventario se ejecutan de manera coherente con la disponibilidad registrada. Finalmente, el sistema incorpora notificaciones que fortalecen la comunicación con el usuario, especialmente al concluir el servicio.

En términos generales, los resultados obtenidos permiten afirmar que el sistema responde de manera adecuada a los requerimientos planteados en la propuesta, evidenciando un alto nivel de coherencia entre el diseño conceptual y su implementación práctica. La correcta interacción entre los módulos confirma que la arquitectura adoptada facilita la comunicación entre los distintos componentes del sistema.

La evaluación funcional también pone de manifiesto que el sistema es capaz de adaptarse a diferentes escenarios de uso sin afectar su estabilidad, lo cual resulta relevante considerando la diversidad de acciones que pueden ejecutar los usuarios según su rol. Este comportamiento sugiere que el sistema se encuentra preparado para operar de manera continua dentro de un entorno académico real.

Finalmente, la interpretación de los resultados respalda la utilidad del Sistema de Gestión de Impresiones 3D – ULEAM como una herramienta que contribuye a mejorar la organización del proceso, fortalecer la trazabilidad del servicio y optimizar la comunicación entre los actores involucrados, sentando una base sólida para su posible evolución o ampliación en el futuro.

Capítulo VI: conclusiones y recomendaciones

6.1. Conclusiones

El desarrollo del Sistema de Gestión de Impresiones 3D – ULEAM permitió centralizar en una sola plataforma web los procesos principales del servicio de impresión 3D, los cuales normalmente se gestionan de forma dispersa y con baja trazabilidad. La propuesta implementada aporta un flujo de atención estructurado mediante estados, facilitando el seguimiento de cada solicitud desde su creación hasta su finalización, y mejorando la claridad del proceso para los usuarios que interactúan con el sistema.

Asimismo, se adoptó una arquitectura cliente-servidor en tres capas, separando la interfaz (frontend), la lógica de negocio (backend) y la persistencia de datos (base de datos). Esta organización contribuyó a mantener el proyecto ordenado, con responsabilidades definidas en cada componente, lo que favorece el mantenimiento del sistema y permite que futuras mejoras se realicen sin afectar de manera crítica el funcionamiento general.

Por otra parte, la implementación de mecanismos de seguridad como la autenticación basada en JWT, el cifrado de contraseñas y el control de acceso por roles (cliente, mantenimiento y admin) permitió establecer un entorno de uso controlado. De igual manera, la validación de correo institucional ayudó a restringir el acceso a usuarios pertenecientes al contexto académico, reforzando la integridad del proceso y reduciendo la posibilidad de registros no autorizados.

En cuanto al flujo operativo, el uso de tickets y sus transiciones por estado permitió formalizar y controlar decisiones clave del servicio, como la revisión técnica, la aprobación o rechazo, el

registro y confirmación de pagos, la asignación de impresoras y la finalización del proceso. Esto disminuye inconsistencias durante la gestión y permite mantener una mayor transparencia al reflejar el estado real de cada solicitud.

Finalmente, mediante la evaluación funcional realizada, se comprobó el funcionamiento de las características esenciales del sistema, incluyendo registro e inicio de sesión, creación y administración de tickets, carga y descarga de modelos .stl/.obj, registro de pagos con comprobantes, confirmación por parte del rol admin, asignación de impresoras, generación de documentos (factura proforma/recibo) y notificaciones. Con base en los resultados obtenidos, se concluye que el sistema desarrollado cumple con el flujo previsto y responde de manera adecuada a las necesidades para las que fue implementado.

6.2. Recomendaciones

Se recomienda realizar una capacitación breve por roles antes de la puesta en marcha formal del sistema, enfocada en las acciones más utilizadas, como la creación y seguimiento de tickets, la revisión técnica, la confirmación de pagos, la asignación de impresoras y el cierre del servicio. Esta medida facilitaría la adopción del sistema y reduciría errores operativos durante el uso cotidiano.

De igual manera, es recomendable implementar una política de copias de seguridad periódicas tanto para la base de datos como para los archivos almacenados, considerando que el sistema gestiona modelos 3D y comprobantes de pago. Esto permitiría asegurar la recuperación de

información ante incidentes técnicos, fallos del servidor o errores humanos, garantizando continuidad y protección de datos relevantes.

Como mejora futura, se sugiere fortalecer la trazabilidad interna del proceso incorporando un registro más detallado de eventos por ticket (bitácora de cambios), lo cual facilitaría auditorías, seguimiento de actividades y análisis del desempeño del servicio. Además, sería útil ampliar el módulo de notificaciones incorporando canales adicionales al correo electrónico, con el objetivo de asegurar que avisos importantes lleguen de forma efectiva a los usuarios.

Finalmente, se recomienda continuar ampliando el módulo de impresoras incorporando métricas de uso, disponibilidad histórica y control de mantenimiento preventivo. Esto permitiría optimizar la asignación de recursos, mejorar la planificación del servicio y mantener un inventario más controlado conforme el sistema incrementa su uso.

Bibliografía

- Fielding, R. T. (2000). Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures (Doctoral dissertation). University of California, Irvine. Obtenido de <https://roy.gbiv.com/pubs/dissertation/top.htm>
- Jones, M. B., Bradley, J., & Sakimura, N. (2015). JSON Web Token (JWT) (RFC 7519). RFC Editor. Obtenido de <https://www.rfc-editor.org/info/rfc7519>
- Provos, N., & Mazières, D. (1999). A Future-Adaptable Password Scheme. USENIX Annual Technical Conference. Obtenido de <https://www.usenix.org/conference/1999-usenix-annual-technical-conference/future-adaptable-password-scheme>
- OWASP. (2026). OWASP Application Security Verification Standard (ASVS) 4.0.3 (versión en español). Obtenido de <https://raw.githubusercontent.com/OWASP/ASVS/v4.0.3/4.0/OWASP%20Application%20Security%20Verification%20Standard%204.0.3-es.pdf>
- OpenJS Foundation. (2026). Node.js Documentation. Obtenido de <https://nodejs.org/en/docs>
- Express.js Team. (2026). Express 4.x API Reference. Obtenido de <https://expressjs.com/en/4x/api.html>

PostgreSQL Global Development Group. (2026). PostgreSQL Documentation. Obtenido de <https://www.postgresql.org/docs/>

React Team. (2026). React Documentation. Obtenido de <https://react.dev/>

Express.js Team. (2026). Multer: Middleware for handling multipart/form-data (Repositorio en GitHub). Obtenido de <https://github.com/expressjs/multer>

Reinman, A. (2026). Nodemailer Documentation. Obtenido de <https://nodemailer.com/about/>

Chart.js Contributors. (2026). Chart.js Documentation. Obtenido de <https://www.chartjs.org/docs/latest/>

Anexos

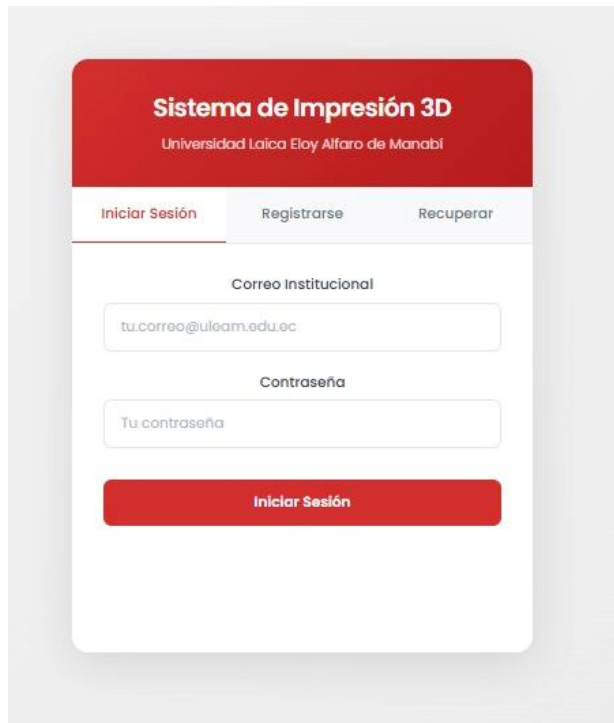
8.1. Manual de Usuario

Interfaz de Inicio de Sesión

1. Identificación institucional: El usuario debe ingresar su dirección de correo electrónico institucional en el primer campo.
2. Validación de seguridad: Digitar la contraseña vinculada a su cuenta.
3. Acceso al panel: Presionar el botón "Iniciar Sesión" para que el sistema valide las credenciales y permita la entrada al tablero principal.

Figura 19

Pantalla de inicio de sesión.



The image shows a login form titled "Sistema de Impresión 3D" with the subtitle "Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí". At the top, there are three tabs: "Iniciar Sesión" (highlighted in red), "Registrarse", and "Recuperar". Below the tabs, there are two input fields: "Correo Institucional" with the placeholder text "tu.correo@uleam.edu.ec" and "Contraseña" with the placeholder text "Tu contraseña". At the bottom of the form is a red button labeled "Iniciar Sesión".

Nota: En caso de que el usuario no recuerde sus datos o no posea una cuenta, la interfaz ofrece pestañas superiores de navegación rápida hacia los módulos de "Registrarse" y "Recuperar".

Formulario de Registro de Nuevo Usuario

1. **Datos personales:** Ingresar el nombre y apellido completos en el primer campo.
2. **Identidad institucional:** Digitar el correo electrónico con el dominio oficial @uleam.edu.ec.
3. **Creación de credenciales:** Definir una contraseña segura de al menos 6 caracteres.
4. **Validación:** Escribir nuevamente la contraseña en el campo "Confirmar Contraseña" para evitar errores de digitación.
5. **Finalización:** Presionar el botón "Registrarse" para crear el perfil en la base de datos.

Figura 20

El formulario de registro está diseñado con un encabezado rojo que contiene el título "Sistema de Impresión 3D" y el nombre de la institución "Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí". Debajo del encabezado, hay tres botones de navegación: "Iniciar Sesión", "Registrarse" (destacado con un recuadro rojo) y "Recuperar". El formulario principal es un contenedor blanco con los siguientes campos:

- Nombre Completo:** Un campo de texto con el placeholder "Tu nombre completo".
- Correo Institucional:** Un campo de texto con el placeholder "tu.correo@uleam.edu.ec".
- Contraseña:** Un campo de texto con el placeholder "Mínimo 6 caracteres".
- Confirmar Contraseña:** Un campo de texto con el placeholder "Confirma tu contraseña".

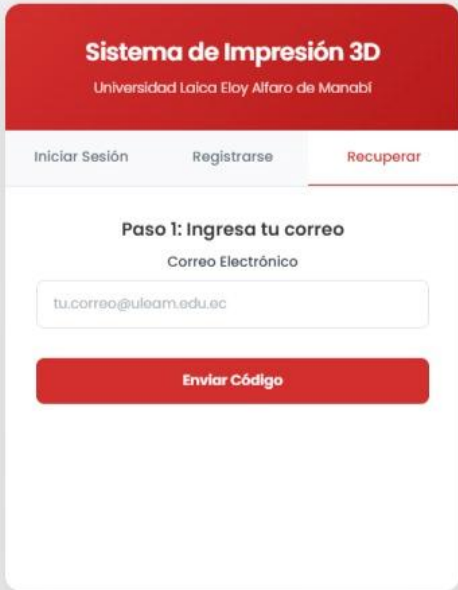
En la parte inferior del formulario, hay un botón rojo prominente con el texto "Registrarse".

Nota: Todos los campos son obligatorios. El sistema notificará mediante una alerta si las contraseñas no coinciden o si el formato del correo es incorrecto.

Interfaz de Recuperación de Contraseña

1. **Ingreso de correo:** El usuario debe escribir su dirección de correo electrónico institucional en el campo "Correo Electrónico".
2. **Solicitud de código:** Hacer clic en el botón "Enviar Código".
3. **Verificación:** El sistema enviará un código de seguridad al correo proporcionado para continuar con el restablecimiento.

Figura 21



Sistema de Impresión 3D
Universidad Latacunga Eloy Alfaro de Manabí

[Iniciar Sesión](#) [Registrarse](#) [Recuperar](#)

Paso 1: Ingresa tu correo

Correo Electrónico

tu.correo@uloam.edu.ec

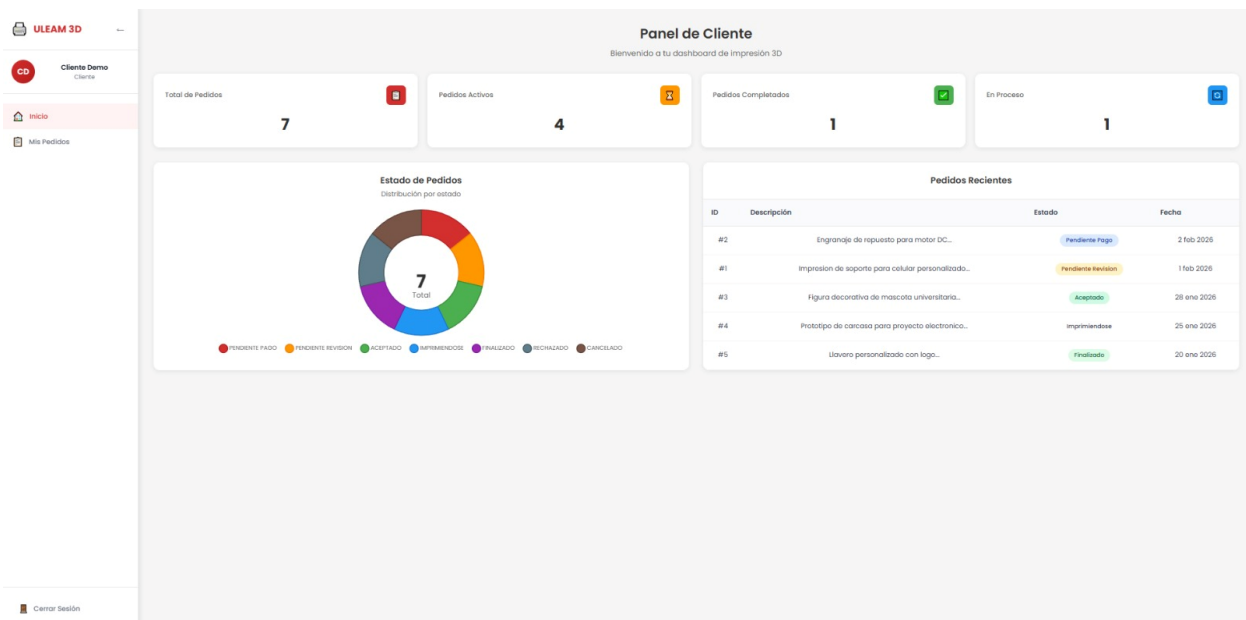
Enviar Código

Nota: Es indispensable contar con acceso al correo institucional, ya que es el único medio validado para recuperar la cuenta.

Panel de Control del Cliente (Dashboard)

1. **Analizar indicadores:** El usuario puede examinar de forma rápida el resumen de su actividad a través de las tarjetas informativas que detallan el total de pedidos, solicitudes activas, completadas y en proceso.
2. **Interpretar datos estadísticos:** Observar la gráfica circular que permite categorizar la distribución de los pedidos según su estado actual (pendiente, aceptado, imprimiéndose, etc.).
3. **Identificar actualizaciones:** Revisar la sección de pedidos recientes para conocer los últimos movimientos registrados en su cuenta.

Figura 22.



Nota: Este panel constituye la vista principal tras el inicio de sesión y permite una supervisión global del estado de sus requerimientos de impresión 3D.

Listado General de Solicitudes

- Enumerar pedidos:** El sistema presenta una tabla detallada donde se puede visualizar el ID, la descripción del proyecto y la fecha de creación de cada solicitud.
- Monitorear estados:** El usuario debe identificar el color y texto de la columna "Estado" para conocer la etapa en la que se encuentra su pieza.
- Seleccionar acciones:** Dependiendo del estado, se pueden ejecutar funciones específicas como visualizar la factura (View Invoice), cancelar el pedido o proceder al pago.

Figura 23.

ULEAM 3D

Cliente Demo

Inicio

Mis Pedidos

Cerrar Sesión

Mis Pedidos

Gestiona tus solicitudes de impresión 3D

Lista de Pedidos

Nuevo Pedido

ID	Descripción	Estado	Fecha de Creación	Valor Estimado	Acciones
#1	Impresión de soporte para celular personalizado	Pendiente Factura	1 feb 2026, 05:00	Pendiente	
#2	Engranaje de repuesto para motor DC	Pendiente Pago	2 feb 2026, 09:30	\$15.5	Ver Invoice Subir Pago Cancelar
#3	Figura decorativa de mascota universitaria	Aceptado	26 ene 2026, 04:15	\$25	Ver Invoice
#4	Prototipo de carcasa para proyecto electrónico	Impresionando	25 ene 2026, 11:00	\$35	Ver Invoice Impresionando
#5	Llavero personalizado con logo	Finalizado	20 ene 2026, 06:00	\$5	Ver Invoice
#6	Pieza de ojeador - Caballo	Rechazado	15 ene 2026, 03:30	Pendiente	
#7	Modelo anatómico para estudio	Cancelado	10 ene 2026, 06:45	\$45	Ver Invoice

Nota: La interfaz organiza la información de manera cronológica para facilitar el seguimiento de múltiples proyectos simultáneos.

Formulario de Creación de Nuevo Pedido

1. **Describir el proyecto:** Redactar detalladamente las especificaciones o requerimientos de la pieza a imprimir en el campo obligatorio de descripción.
2. **Especificar recursos externos:** Proporcionar la URL del modelo si este se encuentra alojado en un repositorio externo.
3. **Cargar archivos técnicos:** Utilizar el selector de archivos para subir el modelo directamente en formatos permitidos como .stl o .obj.
4. **Registrar solicitud:** Presionar el botón "Crear Pedido" para enviar la información al sistema para su posterior revisión técnica.

Figura 24.

The screenshot displays a web interface titled "Mis Pedidos" (My Orders) with the subtitle "Gestiona tus solicitudes de impresión 3D" (Manage your 3D printing requests). On the left, there is a sidebar with the text "Lista de Pedidos" (List of Orders). The main content area features a "Crear Nuevo Pedido" (Create New Order) form. This form includes a required "Descripción del Proyecto *" (Project Description *) field with a placeholder "Describe detalladamente lo que necesitas imprimir..." (Describe in detail what you need to print...). Below this is an optional "URL del Modelo (opcional)" (Model URL (optional)) field with a placeholder "https://ejemplo.com/modelo.stl". Another optional field is "Archivo del Modelo (opcional)" (Model File (optional)), which includes a "Seleccionar archivo" (Select file) button and the text "Sin archivos seleccionados" (No files selected). Below these fields, it specifies "Formatos permitidos: .stl, .obj" (Allowed formats: .stl, .obj). The form is framed by a red header bar with a "Cancelar" (Cancel) button and a red footer bar with a "Crear Pedido" (Create Order) button.

Nota: Es fundamental detallar correctamente el proyecto para que el administrador pueda tasar el valor estimado de manera precisa.

Interfaz para el Registro de Comprobantes de Pago

1. **Determinar método de pago:** Seleccionar entre las opciones de "Efectivo" o "Transferencia Bancaria" según la conveniencia del usuario.
2. **Verificar datos bancarios:** En caso de transferencia, el sistema muestra el número de cuenta y la entidad financiera correspondiente para efectuar la transacción.
3. **Indicar monto pagado:** Ingresar el valor numérico exacto que figura en el comprobante.
4. **Adjuntar evidencia:** Subir la captura o fotografía del comprobante de transferencia en formato de imagen (.jpg, .jpeg, .png).
5. **Confirmar registro:** Hacer clic en "Subir Pago" para que el administrador pueda validar la transacción.

Figura 25.

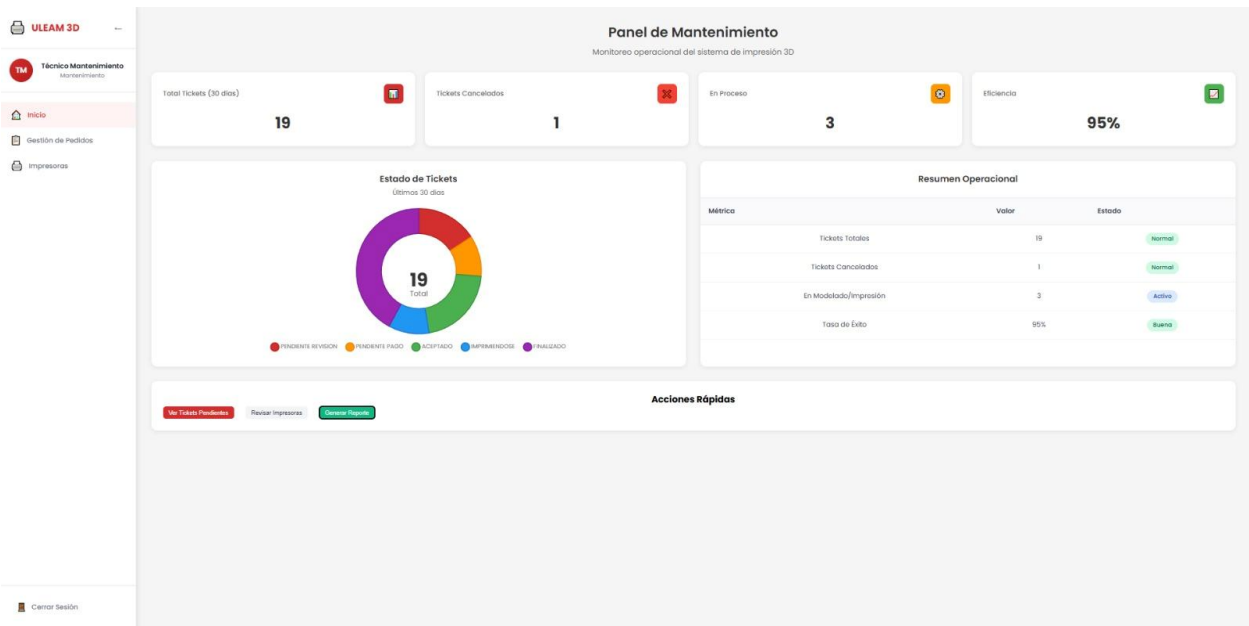
La imagen muestra una interfaz de usuario en un dispositivo móvil con un encabezado rojo que contiene el título "Subir Comprobante de Pago" y el subtítulo "Ticket #2". El formulario principal tiene un fondo blanco y se divide en varias secciones. La primera sección, titulada "Método de Pago *", contiene dos botones: "Efectivo" con un icono de billetes y "Transferencia Bancaria" con un icono de tarjeta de crédito. La segunda sección, titulada "Banco Pichincha", muestra el "Número de Cuenta: 1234567890" y una instrucción: "Realice la transferencia a esta cuenta y suba el comprobante". La tercera sección, titulada "Monto Pagado (\$) *", tiene un campo de texto con el valor "0.00". La cuarta sección, titulada "Comprobante de Transferencia *", contiene un icono de clip y el texto "Seleccionar archivo (.jpg, .jpeg, .png)". En la parte inferior del formulario hay dos botones: "Cancelar" y "Subir Pago".

Nota: El proceso de impresión solo iniciará una vez que el pago haya sido registrado y verificado satisfactoriamente por el sistema.

Panel de Mantenimiento

- 1. **Acceder al panel:** Ingresar al menú Inicio desde la barra lateral izquierda.
- 2. **Verificar métricas generales:** Observar los indicadores de Total Tickets (30 días), Tickets Cancelados, En Proceso y Eficiencia.
- 3. **Analizar el estado de tickets:** Revisar el gráfico circular para identificar la distribución de tickets por estado.
- 4. **Consultar el resumen operacional:** Revisar la tabla de Resumen Operacional para comparar métricas y su estado (Normal/Activo/Buena).
- 5. **Ejecutar acciones rápidas:** Utilizar los botones de Acciones Rápidas para acceder directamente a tareas frecuentes del rol.

Figura 26.

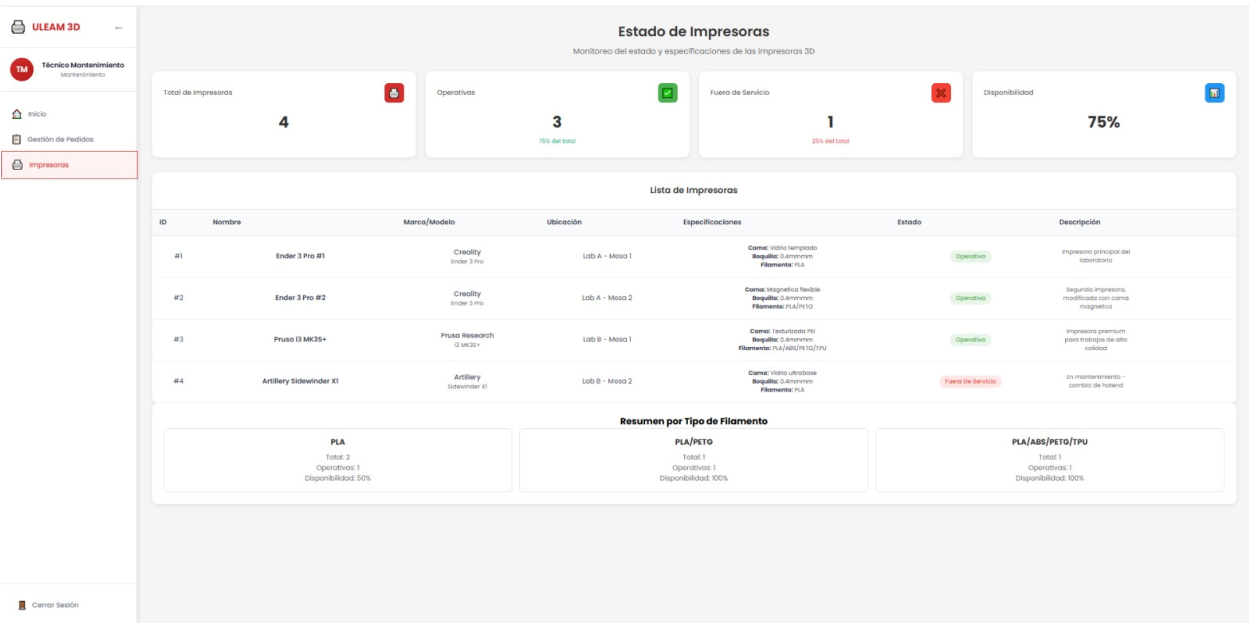


Nota: Se recomienda revisar periódicamente estas métricas, ya que permiten monitorear el comportamiento operativo del sistema en los últimos 30 días.

Estado de Impresoras

1. **Ingresar al módulo de impresoras:** Seleccionar la opción Impresoras en el menú lateral.
2. **Verificar disponibilidad general:** Observar los indicadores de Total de impresoras, Operativas, Fuera de servicio y Disponibilidad.
3. **Revisar la lista de impresoras:** Identificar información clave como marca/modelo, ubicación, especificaciones y estado.
4. **Detectar impresoras no operativas:** Localizar las impresoras marcadas como Fuera de Servicio para evitar su asignación.
5. **Consultar el resumen por filamento:** Revisar el bloque inferior para determinar compatibilidades de filamento disponibles.

Figura 27.



Nota: Antes de asignar un trabajo de impresión, es fundamental confirmar que la impresora se encuentre operativa y que sea compatible con el tipo de filamento requerido.

Gestión de Pedidos

1. **Acceder a la sección de pedidos:** Seleccionar Gestión de Pedidos desde el menú lateral.
2. **Filtrar por estado:** Usar el selector Filtrar por estado para organizar los tickets según su etapa (por ejemplo, Pendiente Revisión).
3. **Examinar información del ticket:** Revisar los campos de cliente, descripción, estado y fecha.
4. **Aplicar acciones del ticket:** Utilizar los botones disponibles: Revisar, Ver Modelo o Download Model, según corresponda.

Figura 28.

ID	Cliente	Descripción	Estado	Fecha	Acciones
#1	Cliente Demo	Impresión de soporte para celular personalizado	Pendiente Revisión	1 Feb 2026, 09:00	Revisar Ver Modelo Download Model

Nota: Para una validación técnica más precisa, se sugiere visualizar el modelo antes de proceder con la revisión del ticket.

Revisar Ticket

1. **Seleccionar el ticket a evaluar:** Presionar el botón Revisar en la columna de acciones del ticket.
2. **Registrar dimensiones del modelo:** Ingresar los valores de Alto (cm), Ancho (cm) y Profundidad (cm).
3. **Estimar peso del material:** Completar el campo Peso Estimado (g) según el cálculo aproximado del modelo.
4. **Definir el valor estimado:** Registrar el monto en Valor Estimado (\$) para la etapa de pago.
5. **Emitir decisión técnica:** Presionar Aprobar Ticket o Rechazar según la evaluación realizada.
6. **Cancelar si aplica:** Utilizar Cancelar si se requiere salir del proceso sin cambios.

Figura 29.

ID	Cliente	Descripción	Estado	Fecha	Acciones
#1	Cliente Demo	Impresión de soporte para celular personalizado	Pendiente Revisión	1 feb 2026, 05:00	Revisar Ver Modelo Descargar Model

Revisar Ticket #1

Alto (cm)

Ancho (cm)

Profundidad (cm)

Peso Estimado (g)

Valor Estimado (\$)

Aprobar Ticket

Rechazar

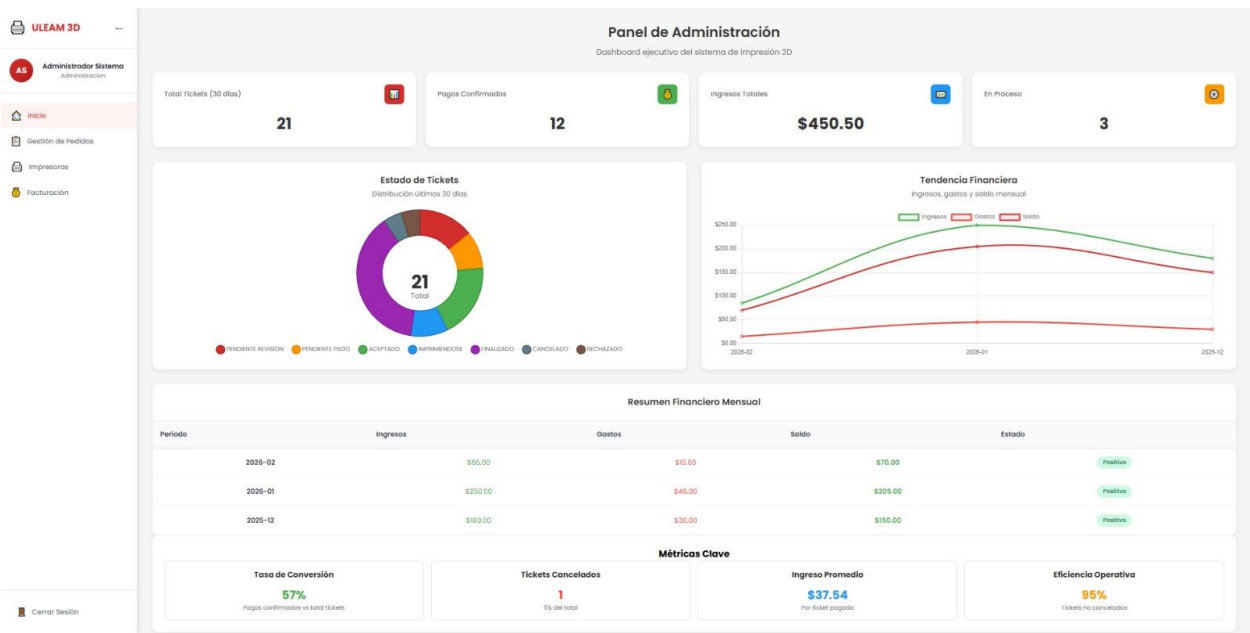
Cancelar

Nota: Los datos registrados en esta revisión permiten justificar la estimación del servicio y facilitan el cambio de estado del ticket hacia la etapa correspondiente.

Panel de Administración

- Acceder al panel:** Ingresar al sistema utilizando una cuenta con rol de administrador.
- Visualizar indicadores principales:** Observar los valores correspondientes a Total Tickets (30 días), Pagos Confirmados, Ingresos Totales y Solicitudes en Proceso.
- Analizar el estado de tickets:** Revisar el gráfico circular para identificar la distribución de las solicitudes según su estado actual.
- Evaluar la tendencia financiera:** Consultar el gráfico de líneas para examinar la evolución de ingresos, gastos y saldo mensual.
- Revisar el resumen financiero mensual:** Analizar la tabla que presenta los ingresos, gastos, saldo y estado por período.
- Consultar métricas clave:** Verificar indicadores como tasa de conversión, tickets cancelados, ingreso promedio y eficiencia operativa.

Figura 30.



Nota: Este panel proporciona una visión general del desempeño operativo y financiero del sistema, permitiendo supervisar, evaluar y respaldar la toma de decisiones administrativas.

Administración de Pedidos

1. **Acceder al módulo:** Seleccionar la opción Gestión de Pedidos desde el menú lateral del panel de administración.
2. **Filtrar pedidos:** Utilizar el campo Filtrar por estado para clasificar las solicitudes según su condición.
3. **Visualizar resumen del módulo:** Observar los indicadores de Total Tickets y Valor Total generados.
4. **Revisar listado de solicitudes:** Examinar la tabla con información del cliente, descripción, estado, fecha, valor y dimensiones.
5. **Consultar el modelo:** Presionar Ver Modelo para analizar el archivo asociado al pedido.
6. **Descargar el archivo:** Utilizar la opción Download Model para obtener el modelo en formato digital.
7. **Ejecutar acciones administrativas:** Emplear los botones para ver pendientes, tickets aceptados, finalizados o imprimir reportes.

Figura 31.

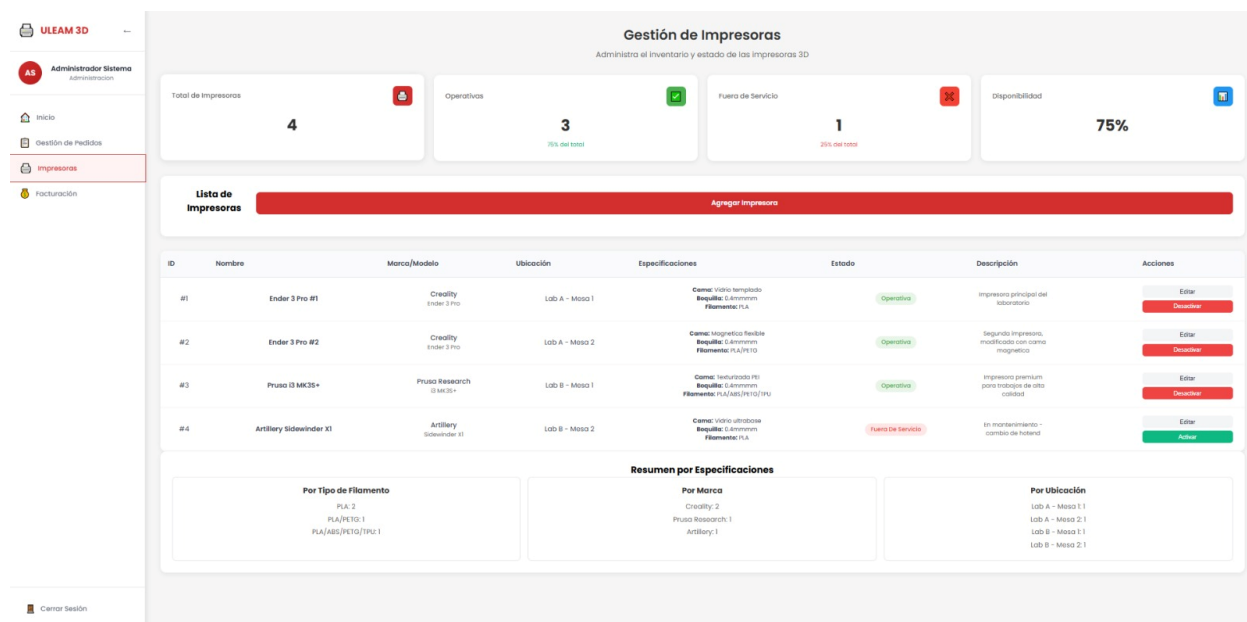
The screenshot displays the 'Administración de Pedidos' interface. On the left is a sidebar with the 'ULEAM 3D' logo and a menu containing 'Inicio', 'Gestión de Pedidos' (highlighted), 'Impresiones', and 'Facturación'. The main panel has a title 'Administración de Pedidos' and a subtitle 'Control completo del flujo de tickets y estados'. It features a filter 'Filtrar por estado: Pendiente Revisión' showing '(1 tickets encontrados)'. Below the filter are two summary cards: 'Total Tickets: 1' and 'Valor Total: 0,00 US\$'. A table follows with columns: ID, Cliente, Descripción, Estado, Fecha, Valor, Dimensiones, and Acciones. The table lists one item: ID #1, Cliente 'Cliente Demo', Descripción 'Impresión de soporte para celular personalizado', Estado 'Pendiente Revisión', Fecha '1 feb 2025, 05:00', Valor 'Pendiente', and Dimensiones 'Sin dimensiones'. The 'Acciones' column for this item contains 'Ver Modelo' and 'Download Model'. At the bottom, a section titled 'Acciones Administrativas' contains buttons: 'Ver Pendientes de Revisión', 'Ver Tickets Aceptados', 'Ver Finalizados', and 'Imprimir Reportes'. A 'Cerrar Sesión' link is at the bottom left of the sidebar.

Nota: Esta sección permite controlar y organizar el flujo completo de pedidos, facilitando su seguimiento desde la revisión hasta la finalización.

Gestión de Impresoras

1. **Ingresar al módulo:** Seleccionar la opción Impresoras desde el menú lateral
2. **Visualizar estado general:** Revisar los indicadores de Total de impresoras, Operativas, Fuera de servicio y Disponibilidad.
3. **Consultar la lista de impresoras:** Identificar datos como nombre, marca, modelo, ubicación, especificaciones y estado.
4. **Editar información:** Utilizar la opción Editar para actualizar los datos de una impresora.
5. **Cambiar estado:** Presionar Activar o Desactivar según la condición operativa del equipo.
6. **Agregar nueva impresora:** Seleccionar el botón Agregar Impresora para registrar un nuevo equipo.
7. **Revisar resúmenes técnicos:** Consultar los bloques de resumen por tipo de filamento, marca y ubicación.

Figura 32.

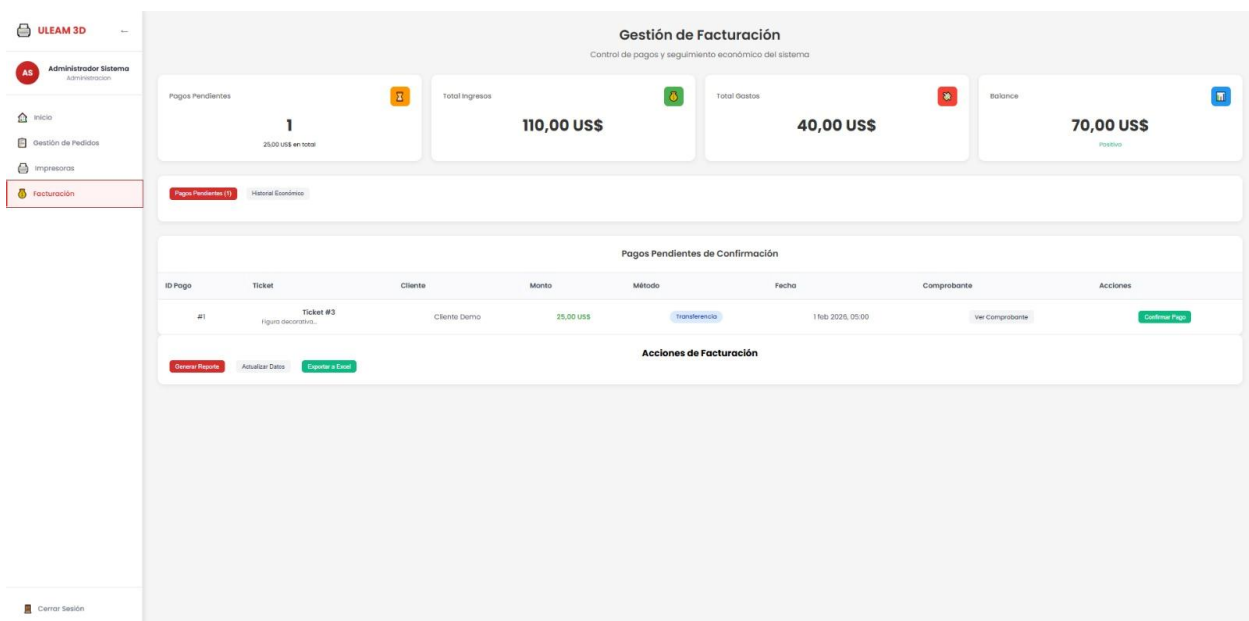


Nota: Mantener actualizada esta información permite optimizar la asignación de trabajos y evitar errores operativos.

Gestión de Facturación

1. **Acceder al módulo:** Seleccionar la opción Facturación desde el menú lateral.
2. **Visualizar pagos pendientes:** Revisar el indicador de Pagos Pendientes y su valor acumulado.
3. **Consultar ingresos y gastos:** Observar los valores de Total Ingresos, Total Gastos y Balance.
4. **Ver estado financiero:** Identificar si el balance se encuentra en condición positiva o negativa.
5. **Acceder a pestañas informativas:** Navegar entre Pagos Pendientes e Historial Económico.
6. **Preparar impresión:** Utilizar la opción de impresión para generar reportes económicos.

Figura 33.



Nota: Este módulo permite supervisar y controlar el estado financiero general del sistema.

Historial Económico

- 1. **Acceder al historial:** Seleccionar la pestaña Historial Económico dentro del módulo de facturación.
- 2. **Revisar registros financieros:** Examinar cada movimiento registrado como ingreso o gasto.
- 3. **Identificar detalles del movimiento:** Analizar la descripción, valor, usuario, ticket asociado y fecha.
- 4. **Generar reportes:** Utilizar la opción Generar Reporte para documentar la información.
- 5. **Actualizar datos:** Presionar Actualizar Datos para refrescar la información mostrada.
- 6. **Exportar información:** Utilizar Exportar a Excel para respaldar los registros financieros.

Figura 34.

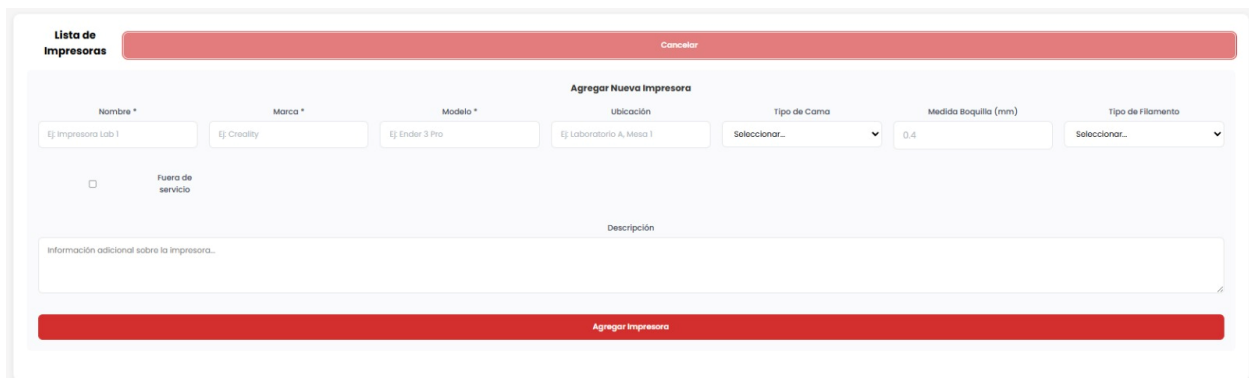
Historial Económico						
ID	Tipo	Descripción	Valor	Usuario	Ticket	Fecha
#1	INGRESO	Figura decorativa	+25,00 US\$	Cliente Demo	N/A	31 ene 2026, 18:00
#2	INGRESO	Carcasa electronica	+35,00 US\$	Juan Perez	N/A	27 ene 2026, 18:00
#3	GASTO	Filamento PLA 1kg	-15,00 US\$	Sistema	N/A	24 ene 2026, 18:00
#4	INGRESO	Llavero personalizado	+5,00 US\$	Cliente Demo	N/A	19 ene 2026, 18:00
#5	INGRESO	Modelo anatomico	+45,00 US\$	Maria Garcia	N/A	14 ene 2026, 18:00
#6	GASTO	Mantenimiento impresora	-25,00 US\$	Sistema	N/A	9 ene 2026, 18:00
Acciones de Facturación						
Generar Reporte Actualizar Datos Exportar a Excel						

Nota: El historial económico permite auditar los movimientos financieros y mantener un control transparente del sistema.

Registro de Nueva Impresora

1. **Iniciar registro:** Presionar el botón Agregar Impresora desde la vista de gestión.
2. **Ingresar datos básicos:** Completar los campos de nombre, marca, modelo y ubicación.
3. **Configurar especificaciones:** Seleccionar el tipo de cama, medida de boquilla y tipo de filamento.
4. **Definir estado inicial:** Marcar la opción Fuera de servicio si la impresora no se encuentra operativa.
5. **Agregar descripción:** Registrar información adicional relevante sobre el equipo.
6. **Guardar impresora:** Presionar Agregar Impresora para registrar el equipo en el sistema.
7. **Cancelar operación:** Utilizar Cancelar si se requiere abandonar el proceso.

Figura 35.



El formulario de registro de una nueva impresora se encuentra dentro de una pestaña titulada "Lista de impresoras". En la parte superior del formulario, hay un botón "Cancelar" en un botón rojo. El título principal del formulario es "Agregar Nueva Impresora". Los campos de entrada son:

- Nombre ***: Un campo de texto con el ejemplo "Ej. Impresora Lab 1".
- Marca ***: Un campo de texto con el ejemplo "Ej. Creality".
- Modelo ***: Un campo de texto con el ejemplo "Ej. Ender 3 Pro".
- Ubicación**: Un campo de texto con el ejemplo "Ej. Laboratorio A, Mesa 1".
- Tipo de Cama**: Un menú desplegable con la opción "Seleccionar..." visible.
- Medida Boquilla (mm)**: Un campo de texto con el valor "0.4".
- Tipo de Filamento**: Un menú desplegable con la opción "Seleccionar..." visible.

Debajo de estos campos, hay un checkbox etiquetado como "Fuera de servicio".

En la parte inferior del formulario, hay un campo de texto grande etiquetado como "Descripción" con el placeholder "Información adicional sobre la impresora...".

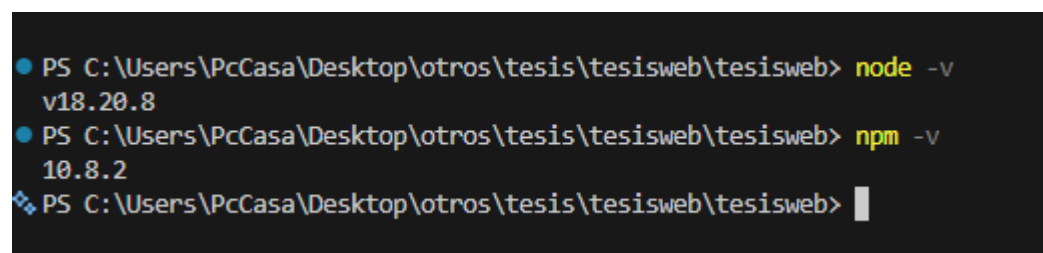
En la parte inferior del formulario, hay un botón "Agregar Impresora" en un botón rojo.

Nota: El registro correcto de las impresoras garantiza una gestión eficiente del inventario y del flujo de impresión.

8.2. Manual técnico

Para realizar la instalación exitosa del sistema de gestión de impresiones 3D, el equipo destino debe contar con una serie de herramientas y tecnologías previamente instaladas. Node.js es el entorno de ejecución de JavaScript del lado del servidor que permite ejecutar el backend de la aplicación, siendo necesaria la versión 18 LTS o superior para garantizar compatibilidad con todas las dependencias del proyecto. NPM (Node Package Manager) se instala automáticamente junto con Node.js y es el gestor de paquetes encargado de descargar e instalar todas las bibliotecas necesarias. PostgreSQL versión 14 o superior es el sistema de gestión de base de datos relacional donde se almacena toda la información del sistema, incluyendo usuarios, tickets, pagos e impresoras. Opcionalmente, se recomienda instalar Git para clonar el repositorio del proyecto y Visual Studio Code como entorno de desarrollo integrado. La verificación de las instalaciones se realiza ejecutando los comandos `node -v`, `npm -v` y `psql --version` en la terminal del sistema operativo.

Figura 36: Estructura general del proyecto

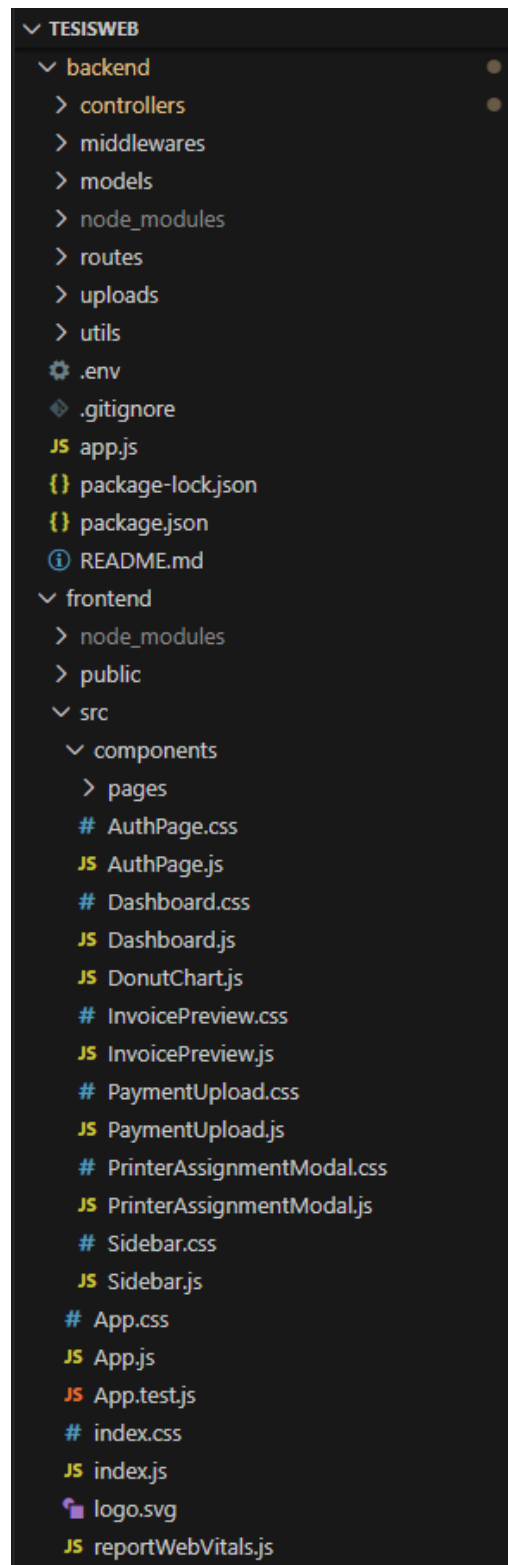


```
PS C:\Users\PcCasa\Desktop\otros\tesis\tesisweb\tesisweb> node -v
v18.20.8
PS C:\Users\PcCasa\Desktop\otros\tesis\tesisweb\tesisweb> npm -v
10.8.2
❖ PS C:\Users\PcCasa\Desktop\otros\tesis\tesisweb\tesisweb> 
```

El código fuente del sistema puede obtenerse de dos maneras principales: mediante clonación del repositorio Git o mediante descarga directa del archivo comprimido. Si se utiliza Git, se debe

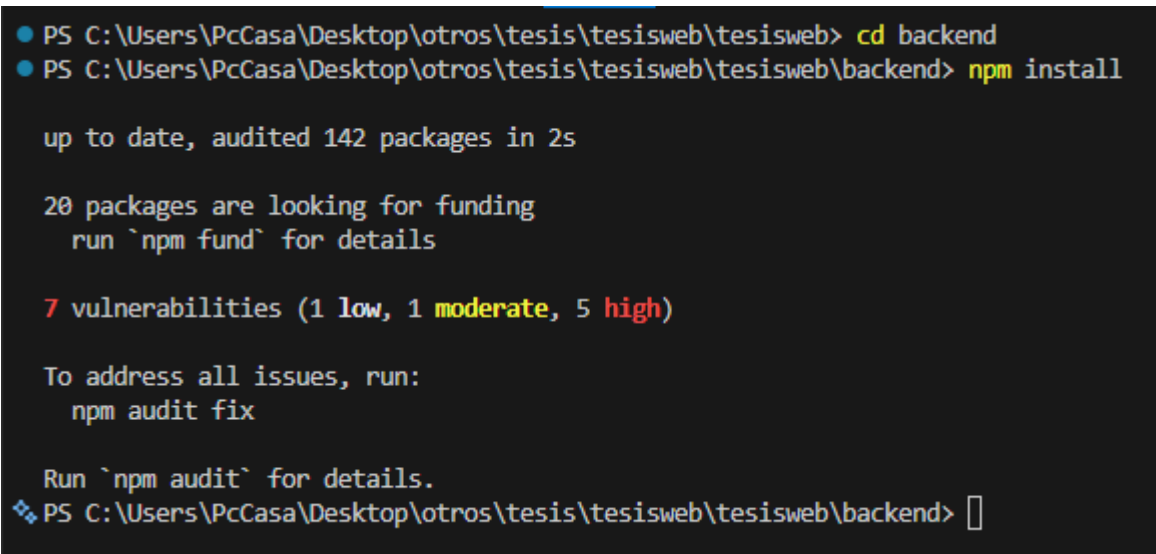
abrir una terminal en el directorio donde se desea alojar el proyecto y ejecutar el comando de clonación con la URL del repositorio. Si se descarga como archivo ZIP, se debe extraer el contenido en la ubicación deseada, asegurándose de mantener la estructura de carpetas intacta. Una vez obtenido el código, se tendrá una carpeta principal llamada "tesisweb" que contiene dos subcarpetas fundamentales: "backend" con todo el código del servidor y "frontend" con la aplicación React. Es importante verificar que ambas carpetas contengan su respectivo archivo package.json, el cual define las dependencias necesarias para cada parte del sistema. La ruta final del proyecto debe ser accesible desde la terminal para ejecutar los comandos de instalación posteriores.

Figura 37: Descarga del código fuente



Una vez descargado el código fuente, el siguiente paso consiste en instalar todas las bibliotecas y módulos de Node.js requeridos por el servidor backend. Para ello, se debe abrir una terminal y navegar hasta el directorio backend del proyecto utilizando el comando `cd ruta/del/proyecto/backend`. Dentro de este directorio, se ejecuta el comando `npm install`, el cual lee el archivo `package.json` y descarga automáticamente todas las dependencias listadas, incluyendo Express (framework web), pg (cliente PostgreSQL), jsonwebtoken (autenticación JWT), bcrypt (encriptación de contraseñas), multer (carga de archivos), nodemailer (envío de correos) y cors (políticas de seguridad). El proceso de instalación puede tomar varios minutos dependiendo de la velocidad de conexión a internet, y al finalizar se creará una carpeta llamada "node_modules" que contiene todos los paquetes descargados. Es fundamental no modificar ni eliminar esta carpeta, ya que contiene el código de todas las bibliotecas necesarias para el funcionamiento del servidor.

Figura 38: Instalación de dependencias del backend



```
PS C:\Users\PcCasa\Desktop\otros\tesis\tesisweb\tesisweb> cd backend
PS C:\Users\PcCasa\Desktop\otros\tesis\tesisweb\tesisweb\backend> npm install

up to date, audited 142 packages in 2s

20 packages are looking for funding
  run `npm fund` for details

7 vulnerabilities (1 low, 1 moderate, 5 high)

To address all issues, run:
  npm audit fix

Run `npm audit` for details.
❖ PS C:\Users\PcCasa\Desktop\otros\tesis\tesisweb\tesisweb\backend> 
```

De manera similar al backend, la aplicación frontend requiere la instalación de sus propias dependencias de React y bibliotecas complementarias. Se debe abrir una nueva terminal (o navegar desde la anterior) hasta el directorio frontend del proyecto mediante el comando `cd ruta/del/proyecto/frontend`. Al ejecutar `npm install` en este directorio, el sistema descargará React versión 19, React Router DOM para el manejo de rutas, Axios para las peticiones HTTP al backend, Chart.js para la generación de gráficos estadísticos, y todas las dependencias adicionales necesarias para el funcionamiento de la interfaz de usuario. Este proceso también generará una carpeta `node_modules` específica para el frontend, independiente de la del backend. Durante la instalación pueden aparecer advertencias (warnings) sobre dependencias desactualizadas o vulnerabilidades menores, las cuales generalmente no afectan el funcionamiento del sistema en un entorno de desarrollo, aunque se recomienda revisarlas antes de un despliegue en producción.

Figura 39: Instalación de dependencias del frontend

```
PS C:\Users\PcCasa\Desktop\otros\tesis\tesisweb\tesisweb> cd frontend
PS C:\Users\PcCasa\Desktop\otros\tesis\tesisweb\tesisweb\frontend> npm install
npm warn EBADENGINE Unsupported engine {
npm warn EBADENGINE   package: 'react-router@7.6.2',
npm warn EBADENGINE   required: { node: '>=20.0.0' },
npm warn EBADENGINE   current: { node: 'v18.20.8', npm: '10.8.2' }
npm warn EBADENGINE }
npm warn EBADENGINE Unsupported engine {
npm warn EBADENGINE   package: 'react-router-dom@7.6.2',
npm warn EBADENGINE   required: { node: '>=20.0.0' },
npm warn EBADENGINE   current: { node: 'v18.20.8', npm: '10.8.2' }
npm warn EBADENGINE }

up to date, audited 1355 packages in 12s

269 packages are looking for funding
  run `npm fund` for details

25 vulnerabilities (4 low, 7 moderate, 13 high, 1 critical)

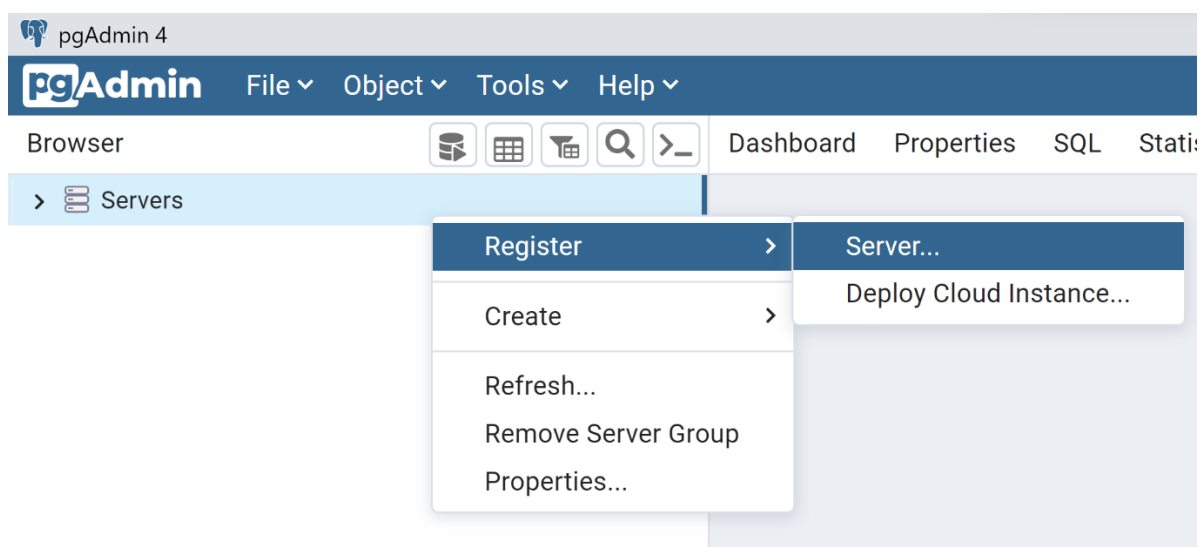
To address issues that do not require attention, run:
  npm audit fix

To address all issues (including breaking changes), run:
  npm audit fix --force

Run `npm audit` for details.
PS C:\Users\PcCasa\Desktop\otros\tesis\tesisweb\tesisweb\frontend> 
```

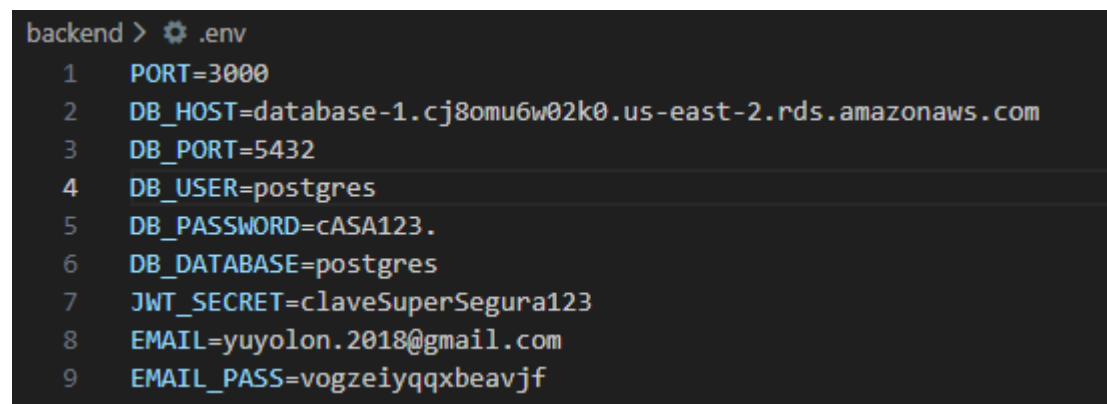
El sistema requiere una base de datos PostgreSQL configurada correctamente para almacenar toda la información operativa. Primero se debe acceder al servidor PostgreSQL mediante la herramienta de línea de comandos psql o mediante una interfaz gráfica como pgAdmin. Una vez conectado con un usuario que tenga permisos de creación, se ejecuta el comando CREATE DATABASE tesis_impresiones; para crear la base de datos del sistema. Posteriormente, se debe ejecutar el script SQL de creación de tablas que define la estructura completa del esquema de datos, incluyendo las tablas de usuarios, tickets, estados_ticket, pagos, impresoras, comentarios, notificaciones, historial_economico y codigos_recuperacion. Este script debe ejecutarse conectado a la base de datos recién creada, ya sea copiando y pegando el contenido en la consola SQL o mediante el comando \i ruta/al/script.sql. Es importante verificar que todas las tablas se hayan creado correctamente ejecutando el comando \dt que lista todas las tablas existentes en la base de datos.

Figura 40: Creación de la base de datos PostgreSQL



El backend utiliza variables de entorno para almacenar información sensible de configuración que no debe incluirse directamente en el código fuente. Se debe crear un archivo llamado `.env` (incluyendo el punto inicial) en el directorio raíz del backend. Este archivo debe contener las siguientes variables: `DB_HOST` con la dirección del servidor de base de datos (`localhost` para instalaciones locales o la URL del servidor remoto), `DB_USER` con el nombre de usuario de PostgreSQL, `DB_PASSWORD` con la contraseña del usuario, `DB_NAME` con el nombre de la base de datos creada anteriormente, `DB_PORT` con el puerto de PostgreSQL (generalmente 5432), y `JWT_SECRET` con una cadena alfanumérica aleatoria y extensa que se utilizará para firmar los tokens de autenticación. Adicionalmente, si se desea habilitar el envío de correos electrónicos, se deben incluir las variables `EMAIL_USER` y `EMAIL_PASS` con las credenciales de una cuenta de correo SMTP. Este archivo nunca debe compartirse públicamente ni subirse a repositorios de control de versiones, por lo que se incluye en el archivo `.gitignore`.

Figura 41: Configuración del archivo de variables de entorno (`.env`)

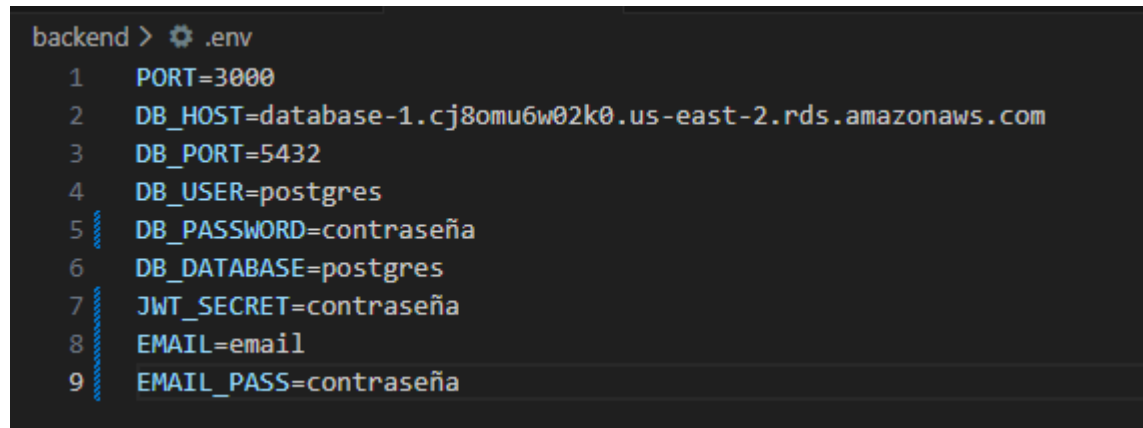


```
backend > .env
1  PORT=3000
2  DB_HOST=database-1.cj8omu6w02k0.us-east-2.rds.amazonaws.com
3  DB_PORT=5432
4  DB_USER=postgres
5  DB_PASSWORD=cASA123.
6  DB_DATABASE=postgres
7  JWT_SECRET=claveSuperSegura123
8  EMAIL=yuyolon.2018@gmail.com
9  EMAIL_PASS=vogzeiyqqxbeavjf
```

A continuación se presenta la estructura completa del archivo de variables de entorno con valores de ejemplo que deben ser reemplazados por los datos reales del entorno de instalación. Cada variable cumple una función específica en la configuración del sistema: las variables `DB_*` establecen la conexión con PostgreSQL, `JWT_SECRET` define la clave criptográfica para los

tokens de sesión (se recomienda usar una cadena de al menos 32 caracteres aleatorios), y las variables EMAIL_* configuran el servicio de notificaciones por correo electrónico. Es fundamental que el valor de DB_HOST coincida exactamente con la ubicación del servidor de base de datos; para instalaciones en la misma máquina se utiliza "localhost", mientras que para bases de datos en la nube se debe especificar el endpoint completo proporcionado por el proveedor del servicio. La variable PORT permite definir en qué puerto escuchará el servidor backend, siendo 3000 el valor predeterminado que puede modificarse si existe conflicto con otras aplicaciones.

Figura 42: Estructura del archivo .env



```
backend > .env
1  PORT=3000
2  DB_HOST=database-1.cj8omu6w02k0.us-east-2.rds.amazonaws.com
3  DB_PORT=5432
4  DB_USER=postgres
5  DB_PASSWORD=contraseña
6  DB_DATABASE=postgres
7  JWT_SECRET=contraseña
8  EMAIL=email
9  EMAIL_PASS=contraseña
```

El archivo app.js del backend contiene la configuración de CORS (Cross-Origin Resource Sharing) que debe ajustarse según el entorno de despliegue. CORS es un mecanismo de seguridad que controla qué dominios externos pueden realizar peticiones al servidor. En la configuración actual, el parámetro origin está establecido en `http://localhost:3001`, que corresponde a la URL donde se ejecuta el frontend en desarrollo. Si el sistema se despliega en un servidor de producción, este valor debe actualizarse con la URL real donde estará alojada la aplicación frontend (por ejemplo, `https://midominio.com`). Si se requiere permitir múltiples

orígenes, se puede configurar un arreglo de URLs o una función que valide dinámicamente el origen de las peticiones. Una configuración incorrecta de CORS impedirá que el frontend se comunique con el backend, generando errores de "Access-Control-Allow-Origin" en la consola del navegador.

Figura 43: Configuración de CORS para el frontend

```
29  //usado de cors
30  app.use(
31    cors({
32      origin: [
33        'http://localhost:3000',
34        'http://localhost:3001',
35      ],
36      credentials: true,
37    })
38  );
39
40
```

La aplicación frontend necesita conocer la dirección donde está ejecutándose el servidor backend para poder realizar las peticiones a la API. Esta configuración se encuentra en los archivos de componentes que utilizan Axios para las llamadas HTTP. La URL base está definida típicamente como `http://localhost:3000/api` para entornos de desarrollo local. Al migrar el sistema a un servidor de producción, todas las referencias a esta URL deben actualizarse con la dirección real del backend (por ejemplo, `https://api.midominio.com/api`). Se recomienda centralizar esta configuración en un archivo de constantes o utilizar variables de entorno de React (archivos `.env` con prefijo `REACT_APP_`) para facilitar el cambio entre entornos sin necesidad de modificar múltiples archivos. Esta configuración afecta directamente a todas las funcionalidades del sistema, incluyendo autenticación, gestión de tickets, pagos y notificaciones.

Figura 44: Configuración de la URL del backend en el frontend

```
// API base URL
const API_BASE = 'http://localhost:3000/api';
```

Con todas las configuraciones realizadas, el servidor backend puede iniciarse navegando al directorio correspondiente y ejecutando el comando `npm start`. Este comando lee el script "start" definido en el archivo `package.json` y ejecuta Node.js con el archivo principal `app.js`. Si la configuración es correcta, la terminal mostrará un mensaje indicando que el servidor está escuchando en el puerto configurado (por defecto 3000). En caso de error de conexión a la base de datos, se mostrará un mensaje descriptivo indicando el problema específico (credenciales incorrectas, servidor no disponible, base de datos inexistente). Es importante mantener esta terminal abierta mientras se utiliza el sistema, ya que cerrarla detendrá el servidor. Para entornos de producción, se recomienda utilizar un gestor de procesos como PM2 que mantiene el servidor ejecutándose en segundo plano y lo reinicia automáticamente en caso de fallos.

Figura 45: Iniciar el servidor backend

```
PS C:\Users\PcCasa\Desktop\otros\tesis\tesisweb\tesisweb> cd backend
PS C:\Users\PcCasa\Desktop\otros\tesis\tesisweb\tesisweb\backend> npm start

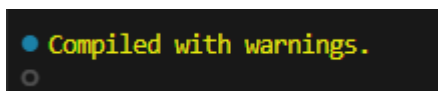
> start
> node app.js

Servidor corriendo en el puerto 3000
█
```

Una vez que el backend está en funcionamiento, se puede iniciar la aplicación frontend abriendo una nueva terminal, navegando al directorio frontend y ejecutando el comando `npm start`. React iniciará un servidor de desarrollo que compilará la aplicación y la servirá en el puerto 3001 (o el siguiente disponible si este está ocupado). Automáticamente se abrirá el navegador

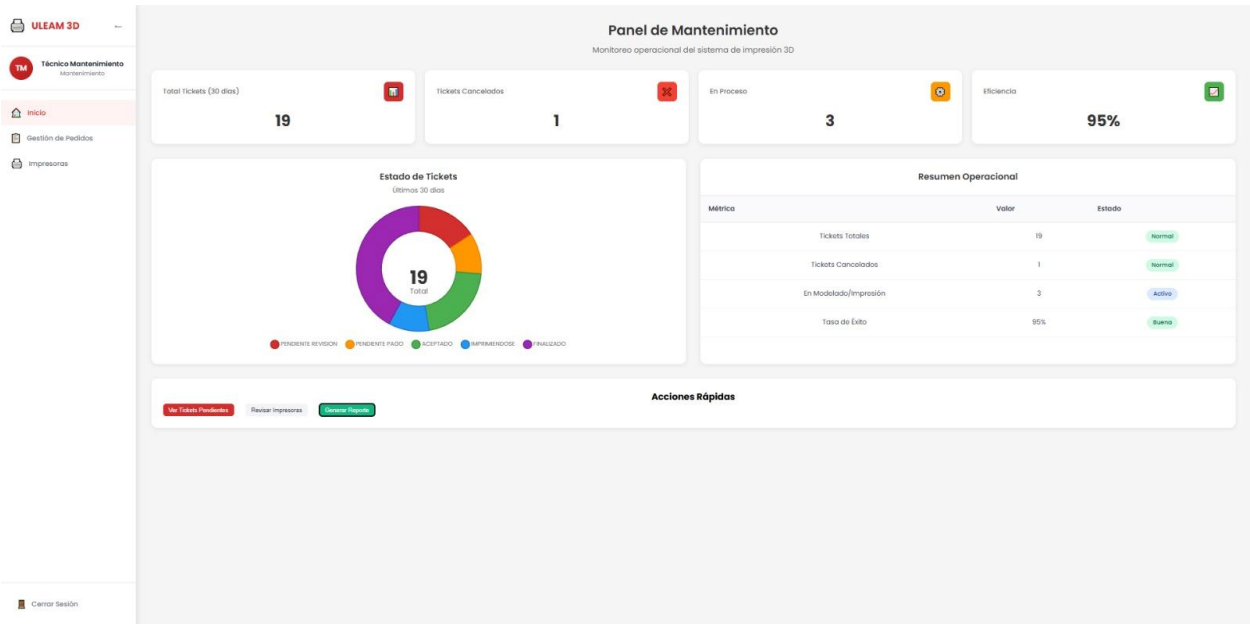
predeterminado mostrando la página de inicio de sesión del sistema. El servidor de desarrollo de React incluye características útiles como la recarga automática cuando se modifican archivos del código fuente y mensajes de error descriptivos en la consola del navegador. Para generar una versión optimizada para producción, se debe ejecutar el comando `npm run build`, el cual creará una carpeta "build" con archivos HTML, CSS y JavaScript minificados listos para ser desplegados en cualquier servidor web estático como Nginx, Apache o servicios de hosting como Netlify o Vercel.

Figura 46: Iniciar la aplicación frontend



La verificación final del sistema consiste en acceder a la URL del frontend (`http://localhost:3001` en desarrollo) y realizar pruebas de las funcionalidades principales. Primero se debe verificar que la página de inicio de sesión cargue correctamente sin errores en la consola del navegador. Luego se intenta iniciar sesión con las credenciales de prueba configuradas, verificando que el sistema redirija al dashboard correspondiente según el rol del usuario. Se recomienda probar el registro de un nuevo usuario, la creación de un ticket de impresión con carga de archivo, la visualización de la lista de pedidos, y la navegación entre las diferentes secciones del menú. Si alguna funcionalidad presenta errores, se debe revisar la consola del navegador (`F12 > Console`) para identificar mensajes de error del frontend, y la terminal donde se ejecuta el backend para detectar errores del servidor. Los errores más comunes están relacionados con la configuración de variables de entorno, permisos de base de datos o configuración incorrecta de CORS.

Figura 47: Verificación del sistema funcionando



Resultados de impresiones 3D – Piezas decorativas y articuladas

Resultados de impresiones 3D correspondientes a piezas decorativas y articuladas realizadas en filamento PLA, utilizadas para evaluar el nivel de detalle, acabado superficial y movilidad de las piezas.

Figura A.1.

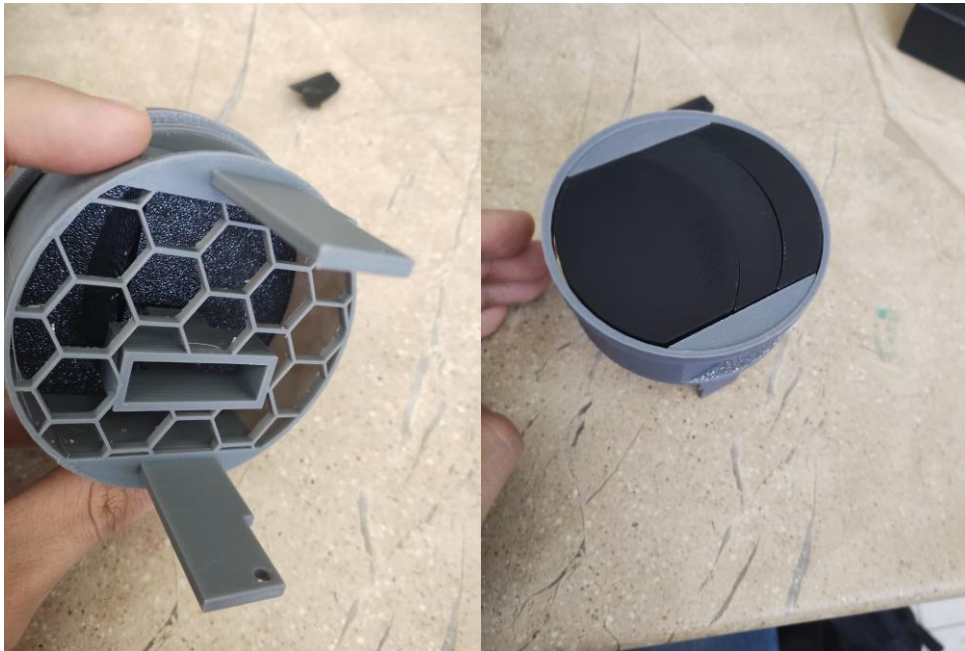


Nota: Las imágenes muestran diferentes modelos impresos como parte de las pruebas de validación del sistema.

Resultados de impresiones 3D – Prototipos funcionales

Prototipos funcionales impresos en 3D utilizados para evaluar resistencia estructural, precisión dimensional y funcionalidad práctica.

Figura B.1.

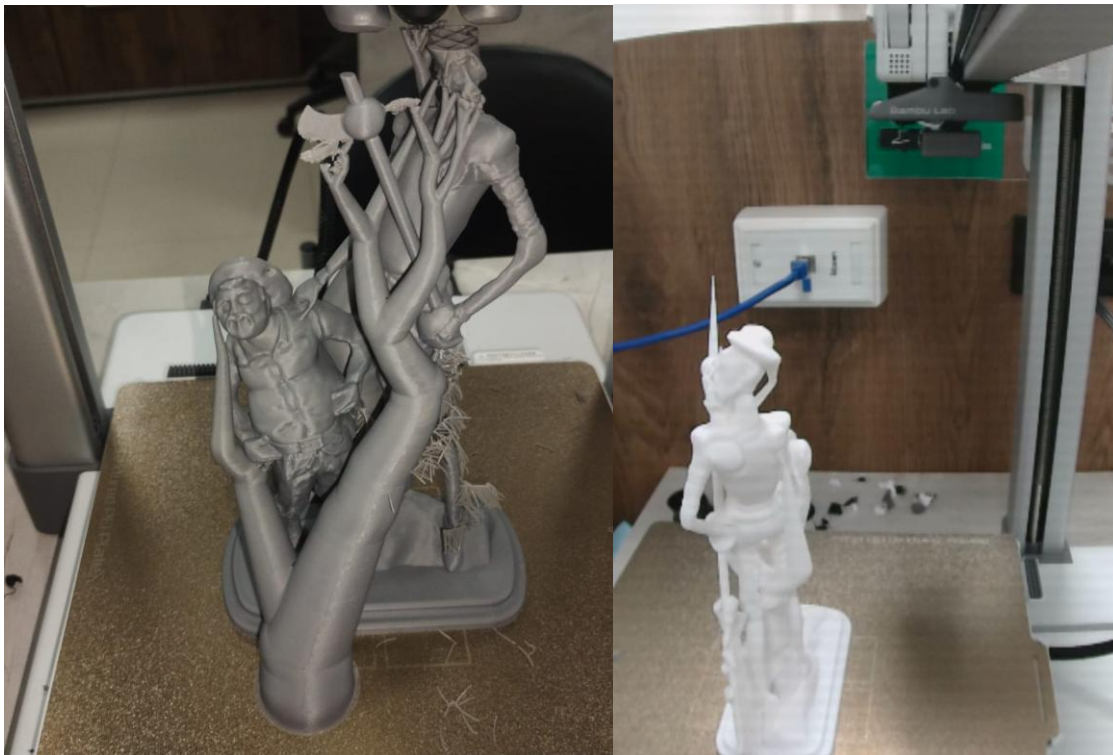


Nota: Estas piezas fueron empleadas para validar el uso del sistema en aplicaciones técnicas.

Proceso de impresión en impresoras 3D

Proceso de impresión 3D en ejecución durante las pruebas del sistema en el laboratorio.

Figura C.1.



Nota: La imagen evidencia el funcionamiento correcto del equipo durante la impresión de un modelo.