



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E  
INDUSTRIAL**

**CARRERA DE SOFTWARE**

**Tema:**

---

**APLICACIÓN WEB PARA LA GESTIÓN DE PAGOS DE SERVICIOS  
PROPORCIONADOS POR LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN DE LA  
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO UTILIZANDO  
PROCESAMIENTO DE IMÁGENES PARA LA VALIDACIÓN DE DATOS**

---

Trabajo de titulación modalidad Proyecto de investigación, presentado previo a la  
obtención del título de Ingeniero de Software

**ÁREA:** Software

**LÍNEA DE INVESTIGACION:** Desarrollo de Software

**AUTOR:** Richard Manuel Carrión Valarezo

**TUTOR:** Ing. Santiago David Jara Moya, Mg.

Ambato - Ecuador

febrero - 2024

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En calidad de tutor del trabajo de titulación con el tema: *APLICACIÓN WEB PARA LA GESTIÓN DE PAGOS DE SERVICIOS PROPORCIONADOS POR LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO UTILIZANDO PROCESAMIENTO DE IMÁGENES PARA LA VALIDACIÓN DE DATOS*, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación, por el señor Richard Manuel Carrión Valarezo, estudiante de la Carrera de Software, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 17 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.3 del instructivo del reglamento referido.

Ambato, febrero 2024.

-----  
Ing. Santiago David Jara Moya, Mg.

TUTOR

## AUTORÍA

El presente trabajo de titulación con el tema: APLICACIÓN WEB PARA LA GESTIÓN DE PAGOS DE SERVICIOS PROPORCIONADOS POR LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO UTILIZANDO PROCESAMIENTO DE IMÁGENES PARA LA VALIDACIÓN DE DATOS es absolutamente original, auténtico y personal y ha observado los preceptos establecidos en la Disposición General Quinta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, febrero 2024.



---

Richard Manuel Carrión Valarezo

C.C. 0705023406

AUTOR

## DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato para que reproduzca total o parcialmente este trabajo de titulación dentro de las regulaciones legales e institucionales correspondientes. Además, cedo todos mis derechos de autor a favor de la institución con el propósito de su difusión pública, por lo tanto, autorizo su publicación en el repositorio virtual institucional como un documento disponible para la lectura y uso con fines académicos e investigativos de acuerdo con la Disposición General Cuarta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, febrero 2024.



---

Richard Manuel Carrión Valarezo

C.C. 0705023406

AUTOR

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

En calidad de par calificador del informe final del trabajo de titulación presentado por el señor Richard Manuel Carrión Valarezo, estudiante de la Carrera de Software, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado APLICACIÓN WEB PARA LA GESTIÓN DE PAGOS DE SERVICIOS PROPORCIONADOS POR LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO UTILIZANDO PROCESAMIENTO DE IMÁGENES PARA LA VALIDACIÓN DE DATOS nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 19 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.4 del instructivo del reglamento referido. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidente del Tribunal.

Ambato, febrero 2024.

-----  
Ing. Elsa Pilar Urrutia Urrutia, Mg.  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

-----  
Ing. Carlos Israel Nuñez Miranda, Mg.  
PROFESOR CALIFICADOR

-----  
Ing. Leonardo David Torres Valverde, Mg.  
PROFESOR CALIFICADOR

## **DEDICATORIA**

*A mi padre y a mi madre, quienes me dieron la  
oportunidad.*

*A mis hermanas que me mostraron como.*

*A mis amigos, quienes me ayudaron.*

***Richard Manuel Carrión Valarezo***

## **AGRADECIMIENTOS**

*Agradezco primeramente a mi padre y a mi madre que con su esfuerzo y sacrificio me permitieron culminar esta etapa. A toda mi familia por apoyarme y soportarme siempre, especialmente mis hermanas.*

*A mis amigos quienes siempre me motivaron a superarme y me ayudaron en las dificultades que se presentaron.*

*A todos los profesores que me formaron como persona y como profesional.*

***Richard Manuel Carrión Valarezo***

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

<b>PORTADA</b>	<b>i</b>
<b>APROBACIÓN DEL TUTOR</b>	<b>ii</b>
<b>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO</b>	<b>v</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>vi</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS</b>	<b>x</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>xii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>xvi</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b>	<b>xvii</b>
<b>ÍNDICE DE CÓDIGOS</b>	<b>xix</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO</b>	<b>xx</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xxi</b>
<b>CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO</b>	<b>1</b>
1.1 Tema de investigación . . . . .	1
1.1.1 Planteamiento del problema . . . . .	1
1.2 Antecedentes investigativos . . . . .	3
1.3 Fundamentación teórica . . . . .	4
1.3.1 Ingeniería de software . . . . .	4
1.3.2 Metodología de desarrollo de software . . . . .	5
1.3.3 Base de datos . . . . .	5
1.3.4 Almacenamiento de objetos . . . . .	6
1.3.5 Framework . . . . .	7
1.3.6 Aplicación web . . . . .	7
1.3.7 Comercio electrónico . . . . .	8



1.3.8	Métodos de pago online . . . . .	8
1.3.9	Digitalización de documentos . . . . .	9
1.3.10	Procesamiento de imágenes . . . . .	9
1.3.11	OCR . . . . .	9
1.4	Objetivos . . . . .	9
1.4.1	Objetivo general . . . . .	9
1.4.2	Objetivos específicos . . . . .	10
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA</b>		<b>11</b>
2.1	Materiales . . . . .	11
2.2	Métodos . . . . .	11
2.2.1	Modalidad de investigación . . . . .	11
2.2.2	Población y muestra . . . . .	12
2.2.3	Recolección de información . . . . .	13
2.2.4	Procesamiento y análisis de datos . . . . .	28
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>		<b>29</b>
3.1	Análisis del proceso actual . . . . .	29
3.2	Procesamiento de imágenes . . . . .	31
3.2.1	Técnicas . . . . .	31
3.2.2	Herramientas y librerías . . . . .	36
3.2.3	Análisis . . . . .	37
3.3	Reconocimiento óptico de caracteres . . . . .	37
3.3.1	Fases del reconocimiento óptico de caracteres . . . . .	37
3.3.2	Herramientas y librerías . . . . .	39
3.3.3	Análisis . . . . .	41
3.4	Procesamiento de imágenes en el reconocimiento óptico de caracteres . . . . .	44
3.5	Análisis y selección de la metodología de desarrollo . . . . .	46
3.6	Análisis y selección de las tecnologías para el desarrollo de la aplicación web . . . . .	48
3.6.1	Servidor web (Backend) . . . . .	48
3.6.2	Interfaz de usuario (Frontend) . . . . .	49
3.7	Desarrollo de la propuesta . . . . .	50
3.7.1	Planificación de requerimientos . . . . .	51
3.7.2	Diseño de usuario . . . . .	55

3.7.3	Construcción . . . . .	74
3.7.4	Cierre . . . . .	104
<b>CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>		<b>117</b>
4.1	Conclusiones . . . . .	117
4.2	Recomendaciones . . . . .	118
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>		<b>126</b>
<b>ANEXOS</b>		<b>127</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

1	Ventajas y desventajas del almacenamiento de archivos, almacenamiento de bloques y almacenamiento de objetos . . . . .	6
2	Población de estudio . . . . .	12
3	Entrevista con el Director de la DIVISO . . . . .	13
4	Síntesis de las entrevistas realizadas a los responsables de las Unidades de Producción . . . . .	15
5	Interpretación de la escala de consistencia de Kuder-Richardson . . . . .	18
6	Interpretación de la escala de consistencia del Alfa de Cronbach . . . . .	19
7	Resultados de la encuesta para la pregunta uno . . . . .	20
8	Resultados de la encuesta para la pregunta dos . . . . .	21
9	Resultados de la encuesta para la pregunta tres . . . . .	22
10	Resultados de la encuesta para la pregunta cuatro . . . . .	23
11	Resultados de la encuesta para la pregunta cinco . . . . .	24
12	Resultados de la encuesta para la pregunta seis . . . . .	25
13	Resultados de la encuesta para la pregunta siete . . . . .	26
14	Resultados de la encuesta para la pregunta ocho . . . . .	27
15	Análisis comparativo de herramientas y librerías usadas para el procesamiento de imágenes . . . . .	38
16	Análisis comparativo entre herramientas de OCR de código abierto . . . . .	42
17	Ficha bibliográfica - Image preprocessing and modified adaptive thresholding for improving OCR . . . . .	44
18	Ficha bibliográfica - OCR Text Extraction . . . . .	44
19	Ficha bibliográfica - Citizen Id Card Detection using Image Processing and Optical Character Recognition . . . . .	45
20	Ficha bibliográfica - Evaluation of the Effects of Different Preprocessing Methods on OCR Results from Images with Varying Quality . . . . .	46
21	Análisis comparativo entre metodologías ágiles y metodologías tradicionales	47
22	Análisis comparativo entre metodologías de desarrollo ágiles . . . . .	47
23	Análisis comparativo entre Angular, React y Vue.js . . . . .	49
24	Ventajas y desventajas de Angular, React y Vue.js . . . . .	49
25	Descripción de usuarios . . . . .	51
26	Definición de requerimientos . . . . .	52

27	Planificación de iteraciones . . . . .	53
28	Pruebas de aceptación - primera iteración . . . . .	104
29	Pruebas de aceptación - segunda iteración . . . . .	104
30	Pruebas de aceptación - tercera iteración . . . . .	105
31	Primera prueba de OCR en la cédula de identidad antigua (sin preprocesamiento) . . . . .	108
32	Segunda prueba de OCR en la cédula de identidad antigua (preprocesamiento general) . . . . .	109
33	Tercera prueba de OCR en la cédula de identidad antigua (preprocesamiento por región) . . . . .	109
34	Primera prueba de OCR en la cédula de identidad nueva (sin preprocesamiento) . . . . .	112
35	Segunda prueba de OCR en la cédula de identidad nueva (preprocesamiento general) . . . . .	112
36	Tercera prueba de OCR en la cédula de identidad nueva (preprocesamiento por región) . . . . .	112
37	Primera prueba de OCR en el comprobante de deposito (sin preprocesamiento) . . . . .	115
38	Segunda prueba de OCR en el comprobante de deposito (preprocesamiento general) . . . . .	115
39	Tercera prueba de OCR en el comprobante de deposito (preprocesamiento por región) . . . . .	115

## ÍNDICE DE FIGURAS

1	Resultados de la encuesta para la pregunta uno . . . . .	20
2	Resultados de la encuesta para la pregunta dos . . . . .	21
3	Resultados de la encuesta para la pregunta tres . . . . .	22
4	Resultados de la encuesta para la pregunta cuatro . . . . .	23
5	Resultados de la encuesta para la pregunta cinco . . . . .	24
6	Resultados de la encuesta para la pregunta seis . . . . .	25
7	Resultados de la encuesta para la pregunta siete . . . . .	26
8	Resultados de la encuesta para la pregunta ocho . . . . .	27
9	Diagrama de flujo del proceso actual para la adquisición y pago de servicios o productos . . . . .	30
10	Efectos de filtros Unsharp y HiPass . . . . .	32
11	Efectos del filtro LowPass . . . . .	32
12	Efectos de filtros Sobel, Roberts y Laplace . . . . .	33
13	Ejemplo de dilatación para una imagen binaria . . . . .	34
14	Ejemplo de erosión para una imagen binaria . . . . .	34
15	Comparativa entre umbralización simple y adaptativa . . . . .	35
16	Diagrama de flujo del proceso propuesto con la aplicación web . . . . .	56
17	Arquitectura del sistema . . . . .	57
18	Prototipo de interfaz para el inicio de sesión del usuario . . . . .	57
19	Prototipo de interfaz para el registro de clientes . . . . .	58
20	Prototipo de interfaz para la validación de datos en el registro de clientes .	58
21	Prototipo de menús de navegación . . . . .	59
22	Prototipo para la gestión de la información para usuarios administradores	59
23	Prototipo para la configuración de visibilidad de columnas en una tabla .	60
24	Prototipo de menú de acciones para las tablas . . . . .	60
25	Prototipo de diálogo para la acción de eliminar en tablas . . . . .	61
26	Prototipo base para los formularios de creación y edición . . . . .	61
27	Prototipo del formulario para la creación y edición de ítems . . . . .	62
28	Prototipo para la selección de los tipos de clientes para ítems . . . . .	62
29	Prototipo de interfaz para la visualización de ordenes pendientes de aceptar	63
30	Prototipo de interfaz para la visualización detallada de una orden pendiente de aceptar . . . . .	63

31	Prototipo de interfaz para la visualización de los requerimientos adjuntados en una orden pendiente de aceptar . . . . .	64
32	Prototipo de interfaz para la visualización de ordenes pendientes de validar	64
33	Prototipo de interfaz para la visualización detallada de ordenes pendientes de validar . . . . .	65
34	Prototipo de interfaz para la visualización detallada de los ítems de una orden	65
35	Prototipo de interfaz para la visualización y validación de evidencias de pago en una orden . . . . .	66
36	Prototipo de interfaz para la validación final de una orden . . . . .	66
37	Prototipo de interfaz para la validación de aranceles . . . . .	67
38	Prototipo de interfaz para visualización de ventas pendientes de completar	67
39	Prototipo de interfaz para la visualización detallada de una venta por completar . . . . .	68
40	Prototipo de diálogo para adjuntar resultados y completar una venta . . .	68
41	Prototipo de interfaz para la página inicial . . . . .	69
42	Prototipo de interfaz para la visualización de productos de las Unidades de Producción . . . . .	69
43	Prototipo de interfaz para la visualización detallada de un producto . . . .	70
44	Prototipo de diálogo para agregar un producto al carrito . . . . .	70
45	Prototipo de diálogo para ordenar un producto . . . . .	71
46	Prototipo de interfaz para la visualización el carrito de compra . . . . .	71
47	Prototipo de interfaz para ordenar los productos del carrito . . . . .	72
48	Prototipo de interfaz para la visualización de las ordenes generadas . . . .	72
49	Prototipo de interfaz para la visualización de las compras completadas . .	73
50	Prototipo de interfaz para la visualización detallada de ordenes y compras	73
51	Prototipo de diálogo para la subida de archivos como documentos en ordenes	74
52	Diagrama de entidad relación de la base de datos . . . . .	77
53	Interfaz web de la documentación de la API generada por FastAPI . . . .	79
54	Página de inicio de sesión . . . . .	80
55	Página para la gestión de los requisitos de una unidad . . . . .	81
56	Página para la gestión de los grupos de clientes asignados a unidad . . . .	82
57	Página para la gestión de las subcategorías de una unidad . . . . .	83
58	Página para la gestión de ítems . . . . .	83
59	Formulario para la creación y edición de ítems . . . . .	84

60	Página para la visualización de ordenes por aceptar . . . . .	85
61	Página para la aprobación de una orden, mostrando detalles de esta . . . . .	86
62	Página para la aprobación de postulaciones . . . . .	87
63	Página para la aprobación de aranceles . . . . .	88
64	Página para la gestión de pagos por procesar . . . . .	88
65	Página para el procesamiento de un pago . . . . .	89
66	Página de registro - credenciales . . . . .	90
67	Página de registro - selección del tipo de cédula . . . . .	91
68	Página de registro - registro de la fotografía de la cédula de identidad . . . . .	91
69	Página de registro - confirmación de la información extraída . . . . .	92
70	Página principal . . . . .	92
71	Listado de ítems . . . . .	93
72	Detalle del producto . . . . .	94
73	Diálogo para la generación de una orden desde la página de detalle de un ítem . . . . .	95
74	Diálogo para confirmar la acción de agregar al carrito . . . . .	96
75	Página para visualizar el carrito de compra . . . . .	97
76	Página para visualizar detalladamente una orden o compra . . . . .	98
77	Diálogo para guardar archivos en ordenes y compras . . . . .	100
78	Procesamiento de imagen y extracción de datos con OCR . . . . .	100
79	Visualización de los puntos clave . . . . .	102
80	Superposición con las plantillas . . . . .	102
81	OCR en regiones de interés . . . . .	103
82	Promedios de precisión para cada configuración de max_features y keep_percent en la cédula antigua . . . . .	107
83	Promedios de tiempos de ejecución para cada configuración de max_features y keep_percent en la cédula antigua . . . . .	108
84	Comparación de precisión en palabras para las regiones de interés de la cedula antigua . . . . .	110
85	Promedios de precisión para cada configuración de max_features y keep_percent en la cedula nueva . . . . .	110
86	Promedios de tiempo de ejecución para cada configuración de max_features y keep_percent en la cedula nueva . . . . .	111

87	Comparación de precisión en palabras para las regiones de interés de la cedula nueva . . . . .	113
88	Promedios de precisión para cada configuración de max_features y keep_percent en el comprobante de deposito . . . . .	114
89	Promedios de tiempo de ejecución para cada configuración de max_features y keep_percent en el comprobante de deposito . . . . .	114
90	Comparación de precisión en palabras para las regiones de interés del comprobante de deposito . . . . .	116



## ÍNDICE DE ANEXOS

A	Guía de entrevista aplicada al director de la DIVISO . . . . .	127
B	Guía de entrevista aplicada a los responsables de las Unidades de Producción	128
C	Cuestionario realizado para la encuesta a clientes . . . . .	129
D	Cálculo del Kuder-Richardson en Excel . . . . .	131
E	Cálculo del Alfa de Cronbach en Excel . . . . .	132
F	Dependencias usadas en el backend . . . . .	133
G	Configuración de servicios en el archivo docker-compose.yml . . . . .	134
H	Dependencias usadas en el frontend . . . . .	136
I	Funciones para la ejecución de pruebas en el proceso de OCR implementado	138
J	Regiones de interés predefinidas . . . . .	142
K	Resumen de los resultados obtenidos en la ejecución de pruebas de configuración de máximo de características y porcentaje de conservación en la cédula antigua . . . . .	144
L	Resultados de la ejecución de pruebas de preprocesamiento en la cédula antigua	146
M	Resumen de los resultados obtenidos en la ejecución de pruebas de configuración de máximo de características y porcentaje de conservación en la cédula nueva . . . . .	148
N	Resultados de la ejecución de pruebas de preprocesamiento en la cédula nueva	150
O	Resumen de los resultados obtenidos en la ejecución de pruebas de configuración de máximo de características y porcentaje de conservación en el comprobante de deposito . . . . .	152
P	Resultados de la ejecución de pruebas de preprocesamiento en el comprobante de deposito . . . . .	154
Q	Manual de usuario para administradores . . . . .	156
R	Manual de usuario para clientes . . . . .	183

## ÍNDICE DE CÓDIGOS

1	Archivo Dockerfile para la construcción y ejecución de la API . . . . .	74
2	Configuración e inicialización de la API . . . . .	75
3	Contenedor de dependencias . . . . .	75
4	Modelos ORM . . . . .	76
5	Implementación de MinIO . . . . .	78
6	Uso del comando “yarn create vite” . . . . .	79
7	Endpoint para el inicio de sesión . . . . .	80
8	Endpoint para listar los requisitos de una unidad . . . . .	81
9	Endpoint para listar los grupos de clientes asignados a una unidad . . . . .	81
10	Endpoint para listar las subcategorías de una unidad . . . . .	82
11	Endpoint para listar ítems por Unidad de Producción . . . . .	83
12	Endpoint para la creación de un ítem . . . . .	84
13	Endpoint para listar ordenes . . . . .	84
14	Endpoint para la actualización de una orden . . . . .	86
15	Endpoint para la aprobación de postulaciones . . . . .	87
16	Endpoint para la actualización de un arancel . . . . .	87
17	Endpoint para la actualización de la información de un requisito de pago . . . . .	89
18	Endpoint para la extracción de información de la cédula de identidad . . . . .	90
19	Endpoint para el registro de un usuario . . . . .	90
20	Endpoint para listar ítems . . . . .	92
21	Endpoint que retorna un ítem detallado según el id . . . . .	94
22	Endpoint para listar ítems relacionados . . . . .	94
23	Endpoint para asignar un precio al cliente . . . . .	94
24	Endpoint para generar una orden . . . . .	95
25	Endpoint para agregar un ítem al carrito de compra . . . . .	96
26	Endpoint para listar los ítems del carrito de compra . . . . .	97
27	Endpoint para eliminar un ítem del carrito de compra . . . . .	97
28	Endpoint que retorna la información de una orden específica . . . . .	98
29	Endpoint que lista los ítems contenidos en una orden . . . . .	98
30	Endpoint que retorna la documentación de una orden . . . . .	98
31	Endpoint para guardar archivos en ordenes y compras . . . . .	99
32	Alineación y registro . . . . .	101

33 Clase para definir regiones de interés . . . . . 103

## RESUMEN EJECUTIVO

Las Unidades de Producción de la Universidad Técnica de Ambato son entidades autogestionadas que generan ingresos a partir de la oferta de productos y servicios, representando un beneficio significativo para la universidad. Sin embargo, enfrentan desafíos en la gestión de la información y carecen de un medio que les permita compartir información con la dirección financiera, encargada de recibir los pagos, para su visualización y verificación, lo cual supone un problema a la hora de completar el proceso de entrega de productos y servicios.

El presente proyecto propone la implementación de una aplicación web que establezca un proceso en línea para adquirir y procesar los pagos de servicios y productos, permitiendo a los usuarios adjuntar y verificar información relativa a los procesos que les corresponden. Además, se busca agilizar el registro y validación de datos mediante el reconocimiento óptico de caracteres (OCR) y procesamiento de imágenes.

La aplicación web se divide en dos componentes principales: backend y frontend. En el backend, se utiliza Python con FastAPI para el desarrollo de la interfaz de programación de aplicaciones (API), integrando OCR con Pytesseract y OpenCV. Adicionalmente se empleó PostgreSQL como base de datos y MinIO para gestionar imágenes y archivos. En el frontend, se emplea React y bibliotecas adicionales.

Finalmente, como resultado se obtuvo una aplicación web que minimiza los inconvenientes del proceso actual y que, adicionalmente, descarta el uso de documentación física evitando así posibles pérdidas de información que demoren la culminación del proceso.

**Palabras clave:** Rappid Application Development, OCR, Tesseract, procesamiento de imágenes, aplicación web

## ABSTRACT

The Unidades de Producción of the Universidad Técnica de Ambato are self-managed entities that generate income through the offering of products and services, representing a significant benefit for the university. However, they face challenges in information management and lack a means to share information with the finance department, responsible for receiving payments, for visualization and verification. This poses a problem when completing the process of delivering products and services.

The current project proposes the implementation of a web application to establish an online process for acquiring and processing payments for services and products. This allows users to attach and verify information related to their respective processes. Additionally, the project aims to expedite the registration and validation of data through optical character recognition (OCR) and image processing.

The current project proposes the implementation of a web application to establish an The web application is divided into two main components: backend and frontend. In the backend, Python with FastAPI is used to develop the Application Programming Interface (API), integrating OCR with Pytesseract and OpenCV. Additionally, PostgreSQL is employed as the database, and MinIO is used for managing images and files. In the frontend, React and additional libraries are utilized.

In conclusion, the result is a web application that minimizes the drawbacks of the current process and, additionally, eliminates the need for physical documentation, thereby avoiding potential information losses that could delay the completion of the process.

**Keywords:** Rappid Application Development, OCR, Tesseract, image processing, web application

## **CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO**

### **1.1 Tema de investigación**

APLICACIÓN WEB PARA LA GESTIÓN DE PAGOS DE SERVICIOS PROPORCIONADOS POR LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO UTILIZANDO PROCESAMIENTO DE IMÁGENES PARA LA VALIDACIÓN DE DATOS

#### **1.1.1 Planteamiento del problema**

A nivel mundial, el financiamiento de la educación superior ha sido uno de los temas más discutidos en el transcurso de estas dos últimas décadas. La demanda de estudiantes ha experimentado un incremento importante desde los años sesenta, mientras que, en una gran parte de los casos, el incremento de recursos financieros, capacidades y equipamiento necesario no fue equivalente, por esta razón, las instituciones se ven obligadas a racionalizar sus procesos, lograr un uso eficiente y eficaz de los recursos disponibles y a buscar alternativas de financiamiento para cubrir las necesidades siempre crecientes [1].

La implementación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) y la automatización de procesos han demostrado ser de gran utilidad para las instituciones de educación superior, ya que presentan grandes beneficios como la reducción de costos, aumento de la eficiencia, confiabilidad en los procesos e incremento de velocidad en las operaciones institucionales [2]. En el ámbito laboral la tecnología de Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR, Optical Character Recognition) hace posible que los sistemas de información reconozcan automáticamente el texto que aparece plasmado en documentos físicos o imágenes. La automatización de este proceso garantiza un aprovechamiento eficiente de los recursos humanos de la empresa y de la productividad de los trabajadores [3]. Por lo que, se puede concluir que la implementación de un sistema de información que automatice procesos con OCR satisfaría la necesidad actual de las instituciones de lograr una mayor eficiencia en recursos y factor humano.

En el artículo 357 de la Constitución del Ecuador se prescribe: “Las universidades y escuelas politécnicas públicas podrán crear fuentes complementarias de ingresos para mejorar su capacidad académica, invertir en la investigación y en el otorgamiento de becas y créditos, que no implicarán costo o gravamen alguno para quienes estudian en el tercer nivel”. Dichas fuentes complementarias de ingresos, dentro de las universidades y escuelas politécnicas públicas, se agrupan en la categoría de “recursos propios”. Estos comprenden ingresos por pagos de los estudios de posgrado (el nivel de pregrado en las universidades nacionales es gratuito) y venta de servicios técnicos, consultorías, capacitación, etc., así como otros fondos vinculados con ingresos que generan las propias universidades a partir de su relación con el sector productivo [4].

La Universidad Técnica de Ambato (UTA) cuenta con 12 Unidades de Producción generadoras de productos y servicios avalados por la marca U.T.A. Estas unidades se distribuyen en áreas de la salud, servicio médico veterinario, servicio agroalimentario, desarrollo metalmecánico, análisis de materiales, análisis de suelo y producción gráfica. Estas 12 Unidades de Producción se gestionan de manera heterogénea y no cuentan con un sistema que les permita gestionar la información de sus productos y servicios, esto limita procesos como la toma de decisiones ya que no se cuenta con un volumen de información consistente y confiable. Además, al no contar con una plataforma para publicar sus servicios y productos se pierden clientes potenciales.

Actualmente el proceso para la adquisición de uno de estos productos o servicios se realiza de manera manual. El usuario debe solicitar el producto o servicio en el área asignada a cada Unidad de Producción, presentando la documentación requerida para este proceso. Luego, la unidad procede a registrar la información del usuario con la finalidad de generar una orden de pago. Posteriormente, el usuario debe realizar el pago y presentar el comprobante en la Dirección de Vinculación con la Sociedad (DIVISO). Después de verificar la procedencia del comprobante y su validez de manera manual, se generará una factura que le servirá al usuario como comprobante para adquirir el servicio o producto. Todo este proceso genera una gran cantidad de horas abocadas de personal, y por su volumen, es posible que existan errores de verificación de documentación, pérdidas de documentos, duplicación de registros o el “traspapeleo” de un ingreso.

## 1.2 Antecedentes investigativos

Después de haber realizado una revisión bibliográfica en repositorios digitales, sitios académicos y bases de datos científicas se han encontrado diversas fuentes que pueden ser citadas como antecedentes al presente proyecto.

En el repositorio digital de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial en lo referente a OCR se encontró el trabajo [5] en donde se plantea un sistema de control de acceso vehicular que hace uso de reconocimiento óptico de caracteres para identificar la placa del vehículo y de esta manera automatizar el proceso de registro y control de ingreso y salida a los parqueaderos del campus Huachi. El sistema tiene como objetivo reducir el tiempo empleado en el acceso y salida de vehículos en el campus evitando así la generación de aglomeraciones en los puntos de acceso.

Centrándose más en el uso de OCR para la gestión de documentos en [3] se propone un sistema de digitalización y reconocimiento óptico de caracteres que minimice los riesgos en la manipulación o pérdidas de documentos en la Notaría Primera de Quilanga-Loja. En este trabajo de titulación se mencionan los beneficios que se perciben al implementar un sistema de este tipo. Estos beneficios se presentan como: ahorro de tiempo, dinero y recursos, reducción del espacio de almacenaje de documentos físicos, simplicidad de acceso a documentos y mejora en la productividad.

El autor en [6] menciona que: “El uso de un sistema automatizado que pueda recibir solicitudes con documentos adjuntos, escanear, identificar y obtener información relevante de esos archivos para su posterior uso o correlación con otros conjuntos de datos o sistemas haría los procesos burocráticos mucho más sencillos y rápidos.”. Se propone que este proceso de identificación y extracción de datos de documentos e imágenes se realice mediante técnicas de OCR.

En [7] se plantea el uso de técnicas de procesamiento de imágenes y OCR para la extracción de datos de documentos de identificación para realizar procesos de compras. El autor menciona que para realizar una compra en una tienda física se requiere de información del cliente la cual, normalmente, se obtiene de su documento de identificación. El ingreso manual de esta información no es un proceso muy eficiente. Por esta razón, es necesario un sistema que procese esta operación automáticamente.



En [8] se analiza el proceso tradicional de contabilidad, que se realiza de manera manual. En primer lugar, los documentos financieros son ordenados. Luego, la información básica de estos documentos es ingresada manualmente a sistemas informáticos para generar comprobantes contables. Después, cada documento se adjunta a los comprobantes. Y finalmente, se debe verificar repetidamente que el orden de estos documentos sea el correcto y que no haya documentos perdidos. Todo este proceso resulta lento e ineficiente por la falta de automatización. Por estas razones, el OCR se ha ido integrando al campo de reconocimiento de documentos financieros.

Los autores en [9, 10] señalan que, con el aumento del número de tiques financieros, debido al desarrollo de la economía, el trabajo de reembolso y entrada de facturas supone una carga cada vez mayor para los contables financieros y un consumo excesivo de mano de obra. Por lo cual, proponen un sistema de detección y reconocimiento de la información de texto de todos los contenidos de los tiques financieros basado en aprendizaje profundo (Deep Learning).

### **1.3 Fundamentación teórica**

#### **1.3.1 Ingeniería de software**

La Ingeniería de Software ha sido definida múltiples veces por diferentes autores. Ian Sommerville, que es considerado uno de los padres de la Ingeniería de Software, la define como “una disciplina de la ingeniería que comprende todos los aspectos de la producción de software”. De mismo modo, la IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) define la Ingeniería de Software como: “la aplicación de un enfoque sistemático, disciplinado y cuantificable al desarrollo, operación y mantenimiento del software” [11].

El término “software” hace referencia al conjunto de programas informáticos que se desarrollan en el entorno de una computadora. Estos programas pueden ser clasificados en tres tipos [12]:

- Programas de control: controlan y supervisan la ejecución de todos los procesos y tareas que se desarrollan en una computadora.
- Programas de proceso: permiten al usuario crear sus propios programas.

- Programas de aplicación: se desarrollan para resolver problemas específicos. Son usados por un usuario final.

### **1.3.2 Metodología de desarrollo de software**

Las Metodologías de Desarrollo de Software (SDM, Software Development Methodologies) se pueden definir como una recopilación documentada de políticas, procesos y procedimientos que pretenden mejorar el proceso de desarrollo de software aumentando la productividad del personal de Tecnologías de la Información (TI) y generando soluciones de TI finales de una mayor calidad [13].

### **1.3.3 Base de datos**

Es un banco de datos o conjunto de información de un mismo contexto, que se almacena de forma ordenada para su posterior consulta, modificación, eliminación o transmisión. Es una herramienta que permite recopilar, organizar y relacionar datos para realizar consultas rápidas y operaciones de forma rápida [14].

A lo largo de la historia han surgido tres modelos de base de datos: el modelo jerárquico, el modelo de malla y el modelo racional. Los modelos jerárquico y de malla son eficientes en las consultas ya que la aplicación suele utilizar punteros para enlazar los datos, por lo que los valores de los registros pueden encontrarse rápidamente siguiendo las rutas señaladas por los punteros. A pesar de la eficacia del acceso, los modelos jerárquico y de malla no son fáciles de utilizar, puesto que las consultas suelen requerir un lenguaje de alto nivel o procedimental. En sus inicios, la eficacia de consulta del modelo relacional era relativamente baja; sin embargo, con el desarrollo del hardware, esta deficiencia en la eficacia se ha ido superando gradualmente y compensando con la gran flexibilidad e independencia del modelo relacional. El lenguaje de consulta estructurado (SQL, Structured Query Language) que proporciona el modelo relacional puede reducir en gran medida la carga de trabajo de desarrollo para los programadores y disminuir el umbral de uso para los usuarios en general [15]. Por esta razón, el modelo el modelo relacional se ha convertido en el modelo dominante en el desarrollo de software a día de hoy.

### 1.3.4 Almacenamiento de objetos

Con el almacenamiento de objetos, los datos y sus metadatos asociados se gestionan como “objetos” a los que se asignan identificadores únicos en un espacio de nombres plano; es decir, sin ninguna jerarquía de directorios o subdirectorios. Los objetos pueden contener cualquier tipo de datos, estructurados o no. Estos metadatos asociados proporcionan una flexibilidad considerable para mejorar la indexación y la gestión [16]. Este tipo de almacenamiento presenta múltiples beneficios como [17].

- Los archivos almacenados en un almacenamiento de objetos se definen, por naturaleza, como objetos. Estos objetos contienen los datos junto con sus metadatos y un identificador único, lo que hace que los almacenes de objetos sean altamente personalizables y potentes.
- Los almacenes de objetos pueden implementarse en hardware de bajo coste, lo que los hace más fáciles y menos costosos de gestionar y actualizar.
- La escalabilidad también es relativamente fácil de lograr, algo crucial para sistemas que requieren eficiencia y bajos tiempos de respuesta.
- Los almacenes de objetos también garantizan una alta disponibilidad para los datos almacenados. Por esta razón, almacenar datos no estructurados, fotos y videos se considera un caso de uso óptimo para utilizar almacenes de objetos.

Tabla 1. Ventajas y desventajas del almacenamiento de archivos, almacenamiento de bloques y almacenamiento de objetos [18]

Ventajas	Desventajas
<b>Almacenamiento de archivos</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Fácil acceso a pequeña escala.</li><li>▪ Los usuarios pueden gestionar sus propios archivos.</li><li>▪ Permite establecer derechos de acceso / intercambio de archivos / bloqueo de archivos a nivel de usuario.</li><li>▪ Familiar para la mayoría de los usuarios.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Se vuelve costoso a gran escala.</li><li>▪ Difícil trabajar con datos no estructurados.</li><li>▪ Desafiante gestionar y recuperar grandes cantidades de archivos.</li></ul>
<b>Almacenamiento de bloques</b>	

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Rápido (alto rendimiento con baja latencia para la recuperación de datos cuando los bloques se almacenan localmente o cerca).</li> <li>▪ Confiable (bajo índice de fallos ya que los bloques se almacenan en unidades autocontenidas).</li> <li>▪ Fácil de modificar (cambiar un bloque no requiere crear un nuevo bloque, solo una nueva versión).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Falta de metadatos (el almacenamiento de bloques no contiene metadatos, lo que lo hace menos útil para el almacenamiento de datos no estructurados).</li> <li>▪ Limitaciones en la búsqueda (grandes volúmenes de datos de bloques se vuelven ingobernables debido a las capacidades de búsqueda limitadas).</li> <li>▪ Alto costo.</li> </ul>
Almacenamiento de objetos	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Maneja grandes cantidades de datos no estructurados.</li> <li>▪ Utiliza metadatos (debido a que los metadatos se almacenan con los objetos, los usuarios pueden obtener rápidamente valor de los datos y recuperar más fácilmente el objeto que necesitan).</li> <li>▪ Capacidades de búsqueda avanzadas.</li> <li>▪ Escalabilidad ilimitada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Rendimiento más lento que otros tipos de almacenamiento (el formato de archivo generalmente requiere más tiempo de procesamiento que el almacenamiento de archivos y bloques).</li> <li>▪ No se puede modificar una porción única de un archivo (una vez que se crea un objeto, no puedes cambiar el objeto, solo puedes recrear un nuevo objeto).</li> </ul>

### 1.3.5 Framework

Un marco de desarrollo es una compilación de herramientas, bibliotecas y directrices de programación que ofrecen una estructura y enfoque uniformes para el desarrollo de software. Estos frameworks asisten a los desarrolladores en la creación de aplicaciones y soluciones de manera más eficiente y efectiva, al proporcionar un marco establecido para abordar problemas comunes [19].

### 1.3.6 Aplicación web

Para el desarrollo de aplicaciones web es necesario dividir las responsabilidades en dos partes bien diferenciadas: cliente y servidor. El cliente es quien realiza peticiones de servicios y el servidor es quien se encarga de satisfacer estas demandas. El cliente es la aplicación que se desarrolla en el navegador, es la parte visual, en donde con lenguajes como HTML (HyperText Markup Language), CSS (Cascading Style Sheets) y JavaScript se le puede dar forma, estilo y funcionalidad a la información que presentamos. En el área del servidor se desarrollan los servicios que serán requeridos

por el cliente. Habitualmente, se realiza una conexión entre el servidor y una base de datos en donde se usa SQL para brindar, mediante los servicios, la posibilidad al cliente de crear y manipular información persistente [20]. Al unir todas estas características una aplicación web se convierte en una herramienta que responde correctamente a las expectativas de los usuarios.

Estas aplicaciones permiten introducir procesos de administración de un alto nivel, sistemáticamente cooperando con el control organizacional e institucional. Posibilitando el acceso desde cualquier dispositivo se se pueden realizar procesos sin la necesidad de estar presentes ayudando de una manera eficaz y brindando nuevas alternativas [14].

### **1.3.7 Comercio electrónico**

Se define al Comercio Electrónico como la compra-venta de servicios o productos mediante redes informáticas e Internet. Su importancia se basa en en la accesibilidad que brinda a los clientes de una empresa, permitiéndoles tener los servicios o productos que se ofrecen, desde cualquier lugar y momento [21].

El Comercio Electrónico ha evolucionado del formulario de contacto y el carrito de la compra a los sistemas actuales que permiten gestionar todos los aspectos de una tienda online y su relación con los clientes y proveedores. El diseño de la página web debe ser cuidadoso en tres aspectos básicos para garantizar el éxito del negocio: el diseño, la usabilidad y la accesibilidad. Además se deben gestionar los métodos de pagos, entre los más usados encontramos: pagos con tarjeta de crédito, envío contra reembolso, transferencia bancaria y medios alternativos como Paypal [22].

### **1.3.8 Métodos de pago online**

Los medios de pago online son aquellos sistemas que se usan para realizar compras de servicios y productos en Internet y que al pasar de los años han ido surgiendo. Algunos de los medios de pago tradicionales se han ido adaptando para ser utilizados como medio de pago online. Estos medios han conseguido agilizar las compras en Internet y reducir sus costes, proporcionando a los usuarios ventajas que no se percibían al usar

medios de pago tradicionales [23].

### **1.3.9 Digitalización de documentos**

La Digitalización de Documentos es el proceso que tiene como finalidad la conversión de datos a formato digital para ser usados en procesos computacionales. En los sistemas de información, esta digitalización hace referencia al proceso de convertir texto impreso o imágenes (fotografías, ilustraciones, mapas, etc.) en señales binarias utilizando algún dispositivo que realice el escaneo y permita mostrar el resultado en una pantalla [3].

### **1.3.10 Procesamiento de imágenes**

El “procesamiento de imágenes” hace alusión: a la utilización de operadores de alto nivel que se definen en estructuras de imágenes para realizar tareas cuyo significado se define de forma natural en el contexto de imágenes gráficas y visuales [24].

### **1.3.11 OCR**

El Reconocimiento Óptico de Caracteres es un proceso que permite traducir diversos tipos de documentos o imágenes en datos analizables, editables y susceptibles de búsqueda. En la última década, los investigadores han utilizado herramientas de inteligencia artificial y aprendizaje automático para analizar automáticamente documentos manuscritos e impresos y convertirlos a formato electrónico [25].

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Implementar una aplicación web para la gestión de pagos de servicios proporcionados por las Unidades de Producción de la Universidad Técnica de Ambato utilizando procesamiento de imágenes para la validación de datos.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Analizar los procesos de gestión y validación de los pagos que se realizan a las Unidades de Producción de la Universidad Técnica de Ambato.
- Investigar las técnicas y herramientas de procesamiento de imágenes para el reconocimiento de caracteres en la validación de información de documentos requeridos en el proceso de adquisición de servicios proporcionados por las Unidades de Producción.
- Desarrollar una aplicación web para la gestión de pagos de servicios proporcionados por las Unidades de Producción aplicando procesamiento de imágenes para la validación de datos.

## **CAPÍTULO II. METODOLOGÍA**

### **2.1 Materiales**

Para la recopilación de información en el presente proyecto se realizaron entrevistas al Director de la DIVISO y a los responsables de las Unidades de Producción con el fin de entender el proceso para la adquisición y pago de servicios o productos.

Además, se aplicó una encuesta a los clientes de las Unidades de Producción con la finalidad de analizar su perspectiva acerca del proceso actual para la adquisición y pagos de servicios productos.

Las guías de entrevista para el Director de la DIVISO y responsables de Unidades de Producción se encuentran en el Anexo A y Anexo B respectivamente. De igual manera, el cuestionario de la encuesta aplicada puede ser encontrado en el Anexo C.

### **2.2 Métodos**

#### **2.2.1 Modalidad de investigación**

##### ***a. Investigación bibliográfica***

La Investigación es Bibliográfica y Documental porque es necesario recopilar información de documentos como artículos académicos, tesis y libros que sirvan de apoyo para la contextualización de la propuesta a desarrollar.

##### ***b. Investigación de campo***

La Investigación es de Campo ya que la información y características del problema serán extraídas mediante el contacto directo en el lugar de los hechos, es decir, las Unidades de Producción y la DIVISO.



### c. *Investigación aplicada*

La Investigación es Aplicada debido a que se emplearán conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera para el desarrollo de la propuesta.

#### 2.2.2 Población y muestra

La población de estudio del presente proyecto se compone por las personas responsables de las Unidades de Producción, los clientes de las Unidades de Producción y el Director de la DIVISO.

Tabla 2. Población de estudio

Población	Número	Porcentaje
Director DIVISO	1	0.02%
Responsables de Unidades de Producción	12	0.23%
Clientes	5162	99.75%
<b>Total</b>	<b>5175</b>	<b>100%</b>

La información de facturación de las Unidades de Producción del año 2022 fue proporcionada por la DIVISO y sirvió como base para obtener la población de clientes. Ya que la población es superior a 100, se realizó el cálculo de la muestra con la siguiente ecuación:

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{(N - 1)e^2 + \sigma^2 Z^2} \quad (1)$$

Donde:

- $n$  tamaño de la muestra.
- $N$  tamaño de la población.
- $\sigma$  desviación estándar de la población que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor constante de 0.5.
- $Z$  valor obtenido mediante niveles de confianza.
- $e$  límite aceptable de error muestral que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor que varía entre el 1%(0,01) y 9%(0,09), valor que queda a criterio del encuestador.

$$n = \frac{5162 * 0.5^2 * 1.96^2}{(5162 - 1) * 0.09^2 + 0.5^2 * 1.96^2}$$

$$n = 115.93$$

$$n = 116$$

Al emplear la Ecuación 1 con parametros de un 95% de nivel de confianza, un margen de error de 9% y una desviación estándar del 50% se obtuvo como resultado una muestra de clientes de 116.

### 2.2.3 Recolección de información

La información se recolectó mediante la aplicación de entrevistas y encuestas. Las entrevistas fueron dirigidas a los responsables de las Unidades de Producción y al Director de la DIVISO, mientras que, las encuestas se dirigieron a los clientes de las Unidades de Producción.

La respuestas proporcionadas a continuación no son transcripciones exactas de las entrevistas, se han reformulado para adaptarse al contexto de la investigación en curso.

Tabla 3. Entrevista con el Director de la DIVISO

N. Pregunta	Respuesta	Observación
1	La primera función es ser responsables de los aranceles que emite, deben comprobar que los aranceles se encuentren vigentes para poder emitir las ordenes.	Destaca la importancia de la validación de aranceles como primer paso crucial.
2	Revisar, validar la forma de pago, las referencias que contienen de cada Unidad de Producción y proceder con la generación de las facturas.	Se resalta la necesidad de verificar múltiples aspectos antes de proceder con la facturación.
3	Primero las Unidades de Producción se encargan de emitir las ordenes de pago y posteriormente en la DIVISO nos encargamos de generar las facturas revisando el método de pago. Cuando se emiten las facturas se le entrega a los clientes un comprobante de pago para que las Unidades de Producción puedan validar que ya se realizó el pago. Finalmente, en las tardes, a partir de las seis, se envían todos los comprobantes al SRI (Servicio de Rentas Internas) para que se puedan emitir las facturas electrónicas.	La entrega de comprobantes de pago por parte de los clientes proporciona un mecanismo de validación para las Unidades de Producción.

N. Pregunta	Respuesta	Observación
4	Se manejan dos sistemas, uno que genera los ordenes de pago que es alimentado por todos los aranceles que solicitan las unidades que se genere y un sistema de facturación que es adyacente al sistema global utilizado en toda la universidad, entonces, una vez que los ordenes de pago son generadas mediante los aranceles proporcionados por el sistema mencionado son recibidas en nuestras oficinas donde procedemos con la validación de transferencias o depositos y la generación de facturas en el sistema de facturación.	La integración de sistemas específicos destaca la necesidad de coordinación en el proceso.
5	Cuando son transferencias se validan con los números que se entregan con los comprobantes, revisando la fecha, el origen, entre otros para posteriormente cotejarla con la información que proporciona el banco, en este caso puede ser el Banco del Austro o el Banco del Pacífico que es donde tenemos cuentas rotativas activas. Sin embargo, no se cuenta con un número que sea proporcionado por algún sistema, se realiza la validación por las características de los comprobantes.	La revisión características de manera manuales en la validación de transferencias y depositos se destaca como un área de atención.
6	Los mayores problemas que se han detectado han sido con los bancos rotativos, ya que no entregan la información adecuada, en los estados de cuenta no se muestra el ordenante, por lo que es necesario solicitar un reporte de los ordenantes. Cuando los pagos son masivos si afrontamos inconvenientes ya que los pagos se realizan el mismo día, la misma hora, debemos depender de que el banco valide la información.	Los desafíos con la información de los bancos rotativos se señalan como una preocupación significativa.
7	La información recolectada es enviada mes a mes a las Unidades de Producción para que puedan tomar decisiones. Se realiza un informe de gestión que consiste en elaborar un detalle de ingresos y gastos para que las Unidades de Producción puedan ejecutar un análisis y tomar decisiones.	Se destaca la importancia de la comunicación regular y la transparencia a través de informes detallados.

**Conclusión:** El proceso actual involucra pasos secuenciales desde la emisión de órdenes hasta la generación de facturas. La validación manual, especialmente en el caso de transferencias y depósitos, presenta áreas de mejora en términos de eficiencia. Los desafíos con los bancos rotativos son identificados como un punto crítico que requiere atención. La entrega mensual de información y el informe de gestión ofrecen una base sólida para la toma de decisiones en las Unidades de Producción. Expuesto lo anterior se sugiere la necesidad de un enfoque más automatizado y eficiente para garantizar la precisión y la agilidad en todo el proceso.

Tabla 4. Síntesis de las entrevistas realizadas a los responsables de las Unidades de Producción

N. Pregunta	Respuesta	Observación
1	<p>El proceso principalmente se da mediante la generación de ordenes de pago por parte de la Unidad de Producción. Sin embargo, varias unidades cuentan con un proceso previo a la generación de ordenes que les permite automatizar un poco este trabajo. Por ejemplo, en el Centro de Transferencia y Tecnología de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial se indica que los clientes deben completar un formulario ubicado en la página web “<a href="https://ctt-talleresfisei.uta.edu.ec/">https://ctt-talleresfisei.uta.edu.ec/</a>” la cual gestionan ellos, en cambio, en el Centro de Apoyo al Desarrollo Metalmecánico cuentan con una aplicación web en donde los clientes pueden generar la solicitud de servicios.</p>	<p>Esto indica que el proceso de generación de ordenes puede resultar tedioso para las unidades, las cuales buscan métodos para automatizar esta parte del proceso.</p>
2	<p>Los requisitos de información varían según el servicio o producto que se desee adquirir, por ejemplo, se puede llegar a solicitar copias de matrícula del vehículo, copias de cédula, ordenes de realización de exámenes, certificados médicos, entre otros. No obstante, datos como la cédula, nombres, apellidos y correo electrónico son indispensables para la generación de facturas, por lo que, las Unidades de Producción se ven obligadas a solicitar esta información con la finalidad de poder registrar al cliente en el sistema de facturación si este no se encuentra ya registrado.</p>	<p>En conclusión, la diversidad de requisitos de información para la adquisición de servicios y productos de las Unidades de Producción resalta la necesidad de una gestión eficiente y personalizada. Además, la necesidad de datos específicos para la facturación impone requisitos comunes que pueden ser centralizados y reutilizados.</p>
3	<p>En la mayoría de casos se registran los pagos mediante el uso de una hoja de cálculo en línea en aplicaciones web como Excel o Google Drive. En casos como en el Laboratorio de Análisis Bioquímicos y Bacteriológicos se lleva un registro físico conservando una copia de la factura proporcionada por el cliente.</p>	<p>Se evidencia la necesidad que tienen las Unidades de Producción de encontrar soluciones más eficientes. El uso de hojas de cálculo subraya las limitaciones de la entrada manual y las ineficiencias asociadas a esta.</p>

N. Pregunta	Respuesta	Observación
4	La validación y verificación de los pagos, cuando estos no son en efectivo y cancelados en la misma unidad, se realiza mediante la solicitud de una copia de la factura o comprobante de pago generado en la dirección financiera al cliente	Las Unidades de Producción confían considerablemente en las copias de comprobantes y facturas proporcionadas por los clientes como parte integral de su proceso administrativo. La responsabilidad recae en los clientes para preservar esta información, evitando extravíos que podrían afectar al proceso. Esta dependencia destaca la importancia de establecer un medio que permita a las Unidades de Producción y a la dirección financiera compartir información.
5	Se han identificado demoras en el proceso de verificación de pagos y generación de facturas en la dirección financiera. También se ha observado que algunos clientes se acercan fuera de los horarios establecidos lo que puede suponer una pérdida económica para la unidad o resultar en disconformidad para el cliente. Asimismo, se han notado inconvenientes adicionales relacionados con la pérdida de documentación y comprobantes de pago por parte de los clientes. Además, se han observado interrupciones en la conectividad a Internet que no permiten realizar el proceso adecuadamente	Los problemas identificados destacan la necesidad de implementar mejoras. Estos problemas no solo afectan la eficiencia del proceso, sino que también pueden resultar en pérdidas económicas y en insatisfacción entre los clientes.
6	En la mayoría de unidades se gestiona la información mediante el uso de hojas de cálculo en línea ya sea en plataformas como Excel o Google Drive. Además, en ciertas unidades que requieren de más publicidad también se expone y gestiona información de los servicios y productos disponibles en redes sociales.	Se identifica la posibilidad de considerar soluciones más integradas para optimizar la eficiencia en la gestión de la información. Además, se evidencia la necesidad de las Unidades de Producción de promocionar o hacer pública información acerca de los servicios y productos que ofrecen.

**Conclusión:** Las entrevistas revelan una serie de oportunidades de mejora en el proceso de gestión de información y pagos en las Unidades de Producción. Se destaca la necesidad de encontrar métodos más eficientes en la generación de órdenes y en el registro y verificación de pagos. Además, la diversidad en los requisitos de información subraya la importancia de una solución que pueda adaptarse a las particularidades de cada unidad. Los inconvenientes relacionados con pérdidas de documentación y retrasos en la verificación de pagos indican la urgencia de implementar mejoras para garantizar una experiencia positiva para los clientes.

**a. Validación del instrumento**

▪ **Kuder-Richardson.** Con el propósito de evaluar la consistencia interna de los datos recolectados en las preguntas 2, 4 y 8 del del cuestionario dirigido hacia los clientes de las unidades de producción (Véase el Anexo C) se empleó un cálculo del Kuder-Richardson ya que, estas preguntas se identifican como dicotómicas, o sea, que presentan dos opciones de respuesta “Sí” o “No”. Para calcular el Kuder-Richardson se aplicó la siguiente ecuación:

$$r = \frac{K}{K - 1} \left[ 1 - \frac{\sum_{i=1}^K p_i q_i}{\sigma_X^2} \right] \quad (2)$$

Donde:

- $K$  número de ítems.
- $p_i$  proporción de respuestas afirmativas al ítem  $i$ .
- $q_i$  proporción de respuestas no afirmativas al ítem  $i$ .
- $\sigma_X^2$  varianza total del instrumento.

Siendo la varianza total del instrumento:

$$\sigma_X^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n} \quad (3)$$

Donde:

- $X_i$  valor individual  $i$  del conjunto de datos.
- $\bar{X}$  media del conjunto de datos.
- $n$  cantidad total de datos.

Para realizar los cálculos de la sumatoria de los productos de la proporción de respuestas afirmativas y no afirmativas  $\sum_{i=1}^K p_i q_i$  y la varianza total del instrumento  $\sigma_X^2$  se utilizó una hoja de cálculos en Excel (Véase el Anexo D) dando como resultado unos valores de 0.588213436 y 1.206821589 respectivamente, por lo que al emplear la Ecuación 2 se obtuvo el siguiente resultado:

$$r = \frac{3}{3-1} \left[ 1 - \frac{0.588213436}{1.206821589} \right]$$

$$r = 0.768889318$$

Siendo el resultado del cálculo del Kuder-Richardson un valor de 0.768889318 se interpreta que la confiabilidad de las respuestas se encuentra dentro de un rango aceptable (Véase la Tabla 5).

Tabla 5. Interpretación de la escala de consistencia de Kuder-Richardson [26]

Kuder-Richardson	Interpretación
$0.9 \leq r \leq 1$	Excelente
$0.8 \leq r < 0.9$	Buena
$0.7 \leq r < 0.8$	Aceptable
$0.6 \leq r < 0.7$	Cuestionable
$0.5 \leq r < 0.6$	Pobre
$r < 0.5$	Inaceptable

▪ **Alfa de Cronbach.** Con la finalidad de evaluar la confiabilidad de la encuesta realizada y comprobar que los resultados no se encuentran sesgados se realizó un cálculo del Alfa de Cronbach con los datos recolectados de las respuestas a las preguntas 1, 3, 5, 6 y 7 del cuestionario dirigido hacia los clientes de las Unidades de Producción (Véase el Anexo C), las cuales fueron planteadas mediante una escala de Likert. Para calcular el Alfa de Cronbach se aplicó la siguiente ecuación:

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[ 1 - \frac{\sum_{i=1}^K S_i^2}{S_t^2} \right] \quad (4)$$

Donde:

- $K$  número de ítems.
- $S_i^2$  varianza del ítem  $i$ .
- $S_t^2$  varianza de los valores totales observados.

Siendo la varianza:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n} \quad (5)$$

Donde:

- $X_i$  valor individual  $i$  del conjunto de datos.
- $\bar{X}$  media del conjunto de datos.
- $n$  cantidad total de datos.

Para realizar los cálculos de la sumatoria de las varianzas de cada ítem  $\sum_{i=1}^K S_i^2$  y la varianza de los valores totales observados  $S_i^2$  se utilizó una hoja de cálculos en Excel (Véase el Anexo E) dando como resultado unos valores de 7.341557669 y 20.73208977 respectivamente, por lo que al emplear la Ecuación 4 se obtuvo el siguiente resultado:

$$\alpha = \frac{5}{5-1} \left[ 1 - \frac{7.341557669}{20.73208977} \right]$$
$$\alpha = 0.807355424$$

Siendo el resultado del cálculo del Alfa de Cronbach un valor de 0.807355424 y considerando la Tabla 6 se interpreta que la confiabilidad en este caso es buena.

Tabla 6. Interpretación de la escala de consistencia del Alfa de Cronbach [27]

<b>Alfa de Cronbach</b>	<b>Interpretación</b>
$0.9 \leq \alpha \leq 1$	Excelente
$0.8 \leq \alpha < 0.9$	Buena
$0.7 \leq \alpha < 0.8$	Aceptable
$0.6 \leq \alpha < 0.7$	Cuestionable
$0.5 \leq \alpha < 0.6$	Pobre
$\alpha < 0.5$	Inaceptable



**b. Resultados de la encuesta aplicada a los clientes de las Unidades de Producción.**

**Pregunta 1:** ¿Cree usted que el proceso actual para realizar pagos y adquirir servicios y productos en las Unidades de Producción es sencillo y eficiente?

Tabla 7. Resultados de la encuesta para la pregunta uno

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	13	11%
De acuerdo	14	12%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	34	29%
En desacuerdo	41	35%
Totalmente en desacuerdo	14	12%
<b>Suma total</b>	<b>116</b>	<b>100%</b>

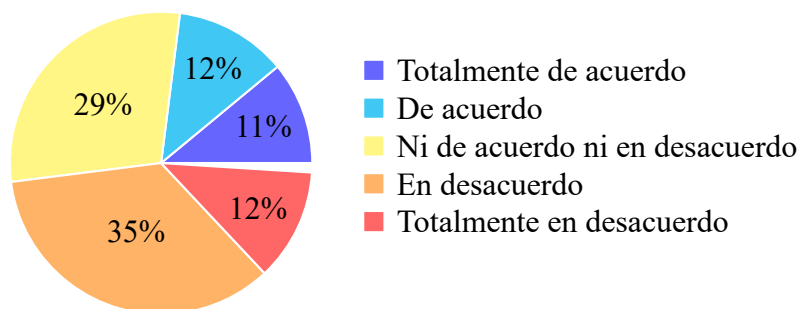


Figura 1. Resultados de la encuesta para la pregunta uno

**Análisis e interpretación**

Como se representa de manera gráfica en la Figura 1 **el 35% de los clientes esta en desacuerdo en que el proceso es sencillo y eficiente**, el 29% tiene una opinión neutral, el 12% se encuentra de acuerdo, el 35% indica que esta totalmente en desacuerdo y el 11% considera que esta totalmente de acuerdo.

**Pregunta 2:** ¿Ha experimentado retrasos o problemas en el proceso actual de pagos y adquisición de servicios y productos en las Unidades de Producción?

Tabla 8. Resultados de la encuesta para la pregunta dos

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Sí	73	63%
No	43	37%
<b>Suma total</b>	<b>116</b>	<b>100%</b>

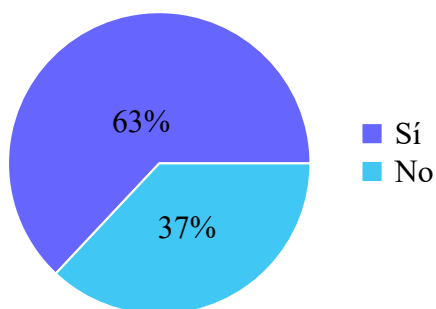


Figura 2. Resultados de la encuesta para la pregunta dos

#### **Análisis e interpretación**

Como se observa en la Figura 2 **el 63% de clientes ha experimentado retrasos o problemas al momento de completar el proceso de adquisición de servicios y pagos**, mientras que el 37% no ha tenido ningún problema o inconveniente. Esta diferencia en las experiencias de los clientes resalta la importancia de identificar las posibles causas de los problemas detectados con el propósito de solventarlos y poder ofrecer una experiencia más fluida y satisfactoria para todos los usuarios.

**Pregunta 3:** ¿Cuánto tiempo dedica en promedio para completar el proceso de adquisición de servicios y productos en las Unidades de Producción?

Tabla 9. Resultados de la encuesta para la pregunta tres

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Menos de media hora	25	22%
Entre media hora y una hora	20	17%
De dos a tres horas	18	16%
De tres a cuatro horas	11	9%
Más de cuatro horas	42	36%
<b>Suma total</b>	<b>116</b>	<b>100%</b>

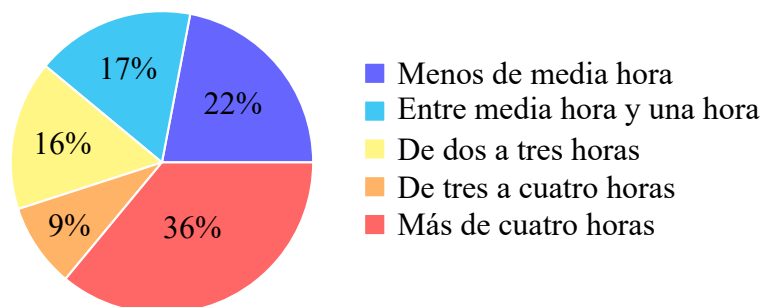


Figura 3. Resultados de la encuesta para la pregunta tres

### Análisis e interpretación

Los resultados de la pregunta tres, analizados en el Figura 3, indican que **el 36% de clientes completa el proceso de adquisición en un tiempo promedio de más de cuatro horas**, mientras que el 22% demora un promedio de menos de media hora, seguido del 17% que demora entre media hora y una hora, junto a un 16% que demora un promedio de entre dos y tres horas y finalmente un 9% que demora un promedio de tres a cuatro horas. Estas demoras que experimenta el cliente pueden ser causadas por varios factores como la ausencia de personal al momento de generar una orden de pago, demoras en el procesamiento y validación de los pagos por parte de la dirección financiera, servicios o productos que requieren de una copia de la factura generada por la dirección financiera, entre otros.

**Pregunta 4:** ¿Considera usted un inconveniente la movilización a las instalaciones de la institución para la generación de ordenes y la entrega de comprobantes de pagos de servicios y productos en las Unidades de Producción?

Tabla 10. Resultados de la encuesta para la pregunta cuatro

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Sí	62	53%
No	54	47%
<b>Suma total</b>	116	100%

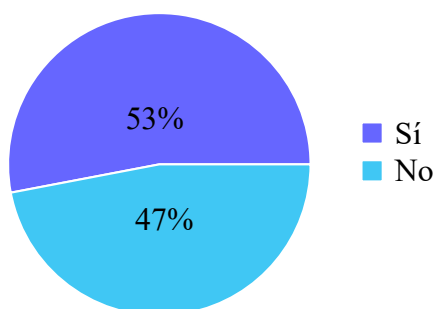


Figura 4. Resultados de la encuesta para la pregunta cuatro

#### **Análisis e interpretación**

Como se indica en la Figura 4, donde se representan los resultados de la pregunta cuatro de manera gráfica, **el 53% de clientes consideran un inconveniente la movilización a las instalaciones de la institución para la generación de ordenes y entrega de comprobantes de pago**, en cambio el 47% no lo considera un inconveniente. Esta diferencia puede ser dada por el tipo de servicio o producto que solicitan los clientes, para ciertos servicios y productos la presencialidad del cliente es indispensable por lo que no generaría una molestia mayor o problema la movilización, por otro lado, para los servicios y productos en donde el cliente no necesariamente debe estar presente puede resultar en movilizaciones innecesarias y pérdidas de tiempo, lo que puede afectar a su satisfacción.

**Pregunta 5:** ¿Con qué frecuencia ha adquirido servicios y/o productos en las Unidades de Producción en los últimos seis meses?

Tabla 11. Resultados de la encuesta para la pregunta cinco

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Al menos una vez	23	20%
Dos veces	15	13%
Tres veces	20	17%
Cuatro veces	8	7%
Más de cuatro veces	50	43%
<b>Suma total</b>	<b>116</b>	<b>100%</b>

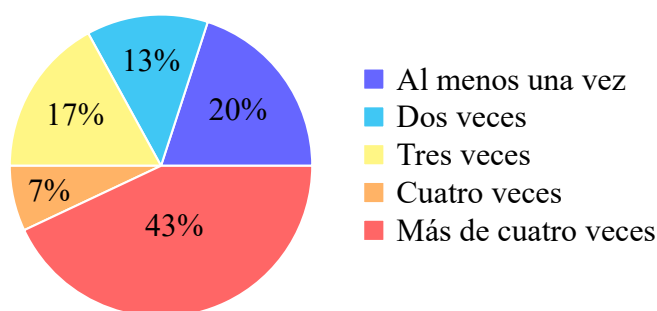


Figura 5. Resultados de la encuesta para la pregunta cinco

### **Análisis e interpretación**

Los resultados de la pregunta cinco, representados en la Figura 5, muestran que, **el 43% de clientes ha adquirido servicios y/o productos más de cuatro veces en los últimos seis meses**, el 20% al menos una vez, el 17% ha adquirido servicios y/o productos tres veces, mientras que, para el 13% fueron dos veces y finalmente el 7% de los clientes indican que han realizado el proceso de adquisición cuatro veces. Los resultados evidencian que la mayor parte de los clientes son aquellos que realizan adquisiciones de manera más frecuente y quienes realizan su primer proceso de adquisición.

**Pregunta 6:** ¿Con qué frecuencia ha tenido que entregar datos o documentos (copia de cédula, requerimientos, comprobantes de pago, etc.) al momento de adquirir servicios y/o productos en las Unidades de Producción?

Tabla 12. Resultados de la encuesta para la pregunta seis

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Muy frecuentemente	29	25%
Frecuentemente	64	55%
Ocasionalmente	13	11%
Raramente	5	4%
Nunca	5	4%
<b>Suma total</b>	116	100%

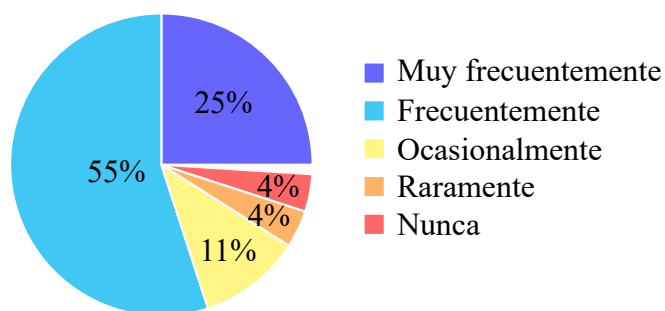


Figura 6. Resultados de la encuesta para la pregunta seis

### Análisis e interpretación

Como se puede observar en la Figura 6, el **55% de los clientes indicarán que han tenido que entregar datos o documentación frecuentemente** al momento de adquirir servicios y/o productos en las Unidades de Producción, junto al 25% de clientes, los cuales indican que lo han realizado muy frecuentemente, seguido del 11% que lo ha llevado a cabo ocasionalmente, mientras que el 4% raramente ha entregado datos o documentos y el 4% nunca.

**Pregunta 7:** ¿Cree usted que sería útil una aplicación web que le permita gestionar la documentación necesaria (comprobantes de pago, facturas, datos personales, etc.) para la adquisición de servicios y productos?

Tabla 13. Resultados de la encuesta para la pregunta siete

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	44	38%
De acuerdo	43	37%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	19	16%
En desacuerdo	2	2%
Totalmente en desacuerdo	8	7%
<b>Suma total</b>	<b>116</b>	<b>100%</b>

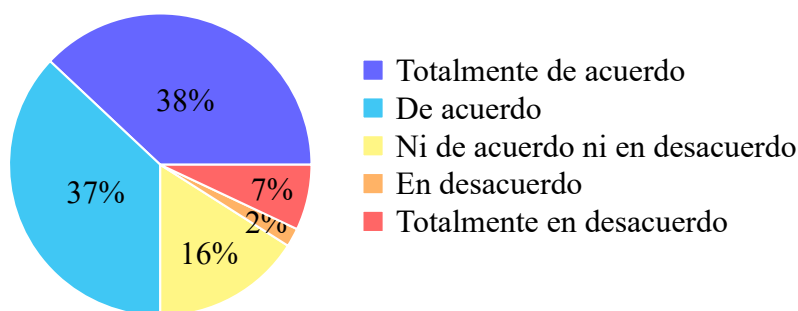


Figura 7. Resultados de la encuesta para la pregunta siete

### Análisis e interpretación

Los resultados para la pregunta siete indican que, como se puede observar en la Figura 7, **el 38% de clientes está totalmente de acuerdo en que el uso de una aplicación web que les permita gestionar su documentación sería útil**, el 37% indica que esta de acuerdo, el 16% señala que se encuentran en una posición neutral, o sea, ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 7% muestra que esta totalmente en desacuerdo y finalmente el 2% que se encuentra en desacuerdo.

**Pregunta 8:** ¿Preferiría utilizar una aplicación web que le permita solicitar ordenes de servicios y productos y gestionar sus pagos en lugar de acudir físicamente a la institución?

Tabla 14. Resultados de la encuesta para la pregunta ocho

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Sí	102	88%
No	14	12%
<b>Suma total</b>	<b>116</b>	<b>100%</b>

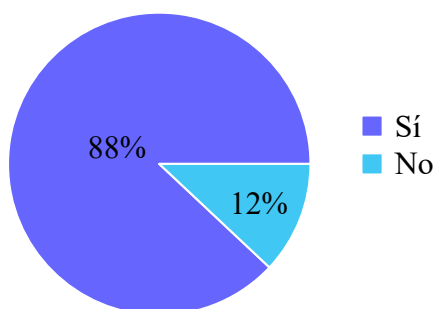


Figura 8. Resultados de la encuesta para la pregunta ocho

#### **Análisis e interpretación**

Para la pregunta ocho, los resultados representados en la Figura 8 muestran que una cantidad significativa de clientes, concretamente **el 88% prefería solicitar servicios y/o productos mediante una aplicación web, en lugar de acudir físicamente a la institución**, mientras que, el 12% prefiere acudir físicamente a la institución.



#### 2.2.4 Procesamiento y análisis de datos

Con la información recolectada en las entrevistas y encuestas se pudo concluir que:

- En la actualidad, la administración de los procesos de pagos y facturación en las distintas Unidades de Producción carece de un enfoque unificado y centralizado. Cada unidad gestiona de manera independiente la información correspondiente a pagos y facturación, sin seguir un protocolo estandarizado establecido por la DIVISO. Estas prácticas varían considerablemente, utilizando diversos medios como documentos en Word, hojas de cálculo en Excel, entre otros, lo que contribuye a la falta de cohesión y eficiencia.
- La facturación de cada Unidad de Producción se basa en la documentación proporcionada por los clientes, que incluye copias de comprobantes de pago y facturas, o en informes de facturación solicitados directamente a la DIVISO.
- Los clientes deben entregar datos o documentación frecuentemente en el transcurso del proceso de obtención de servicios y/o productos. Estos aportes son esenciales tanto como criterios previos a la elaboración de la orden de pago como evidencia de que la transacción de pago ha sido efectuada en su totalidad.
- Se ha identificado que las demoras en el proceso de obtención de servicios y productos se encuentran principalmente en la etapa de verificación de pagos debido a la falta de un canal de comunicación directa con la DIVISO donde se pueda realizar la confirmación del pago. En consecuencia, los pagos son validados dentro de la unidad de producción mediante el empleo de copias de comprobantes de pago o facturas suministradas por el cliente.

## CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1 Análisis del proceso actual

A continuación se describe el proceso de adquisición de servicios y productos y de gestión de pagos que siguen las Unidades de Producción y la dirección financiera. Este proceso fue detallado en base a los resultados obtenidos de las entrevistas realizadas en el capítulo anterior. En la Figura 9 se detalla el proceso, donde:

1. El cliente se acerca de manera presencial a la Unidad de Producción y solicita un servicio o producto.
2. Si el servicio o producto requiere de documentación adicional:
  - (a) El responsable de la unidad solicita los documentos necesarios y los verifica, donde:
    - i. Si los documentos son correctos se procede con el proceso.
    - ii. Si los documentos no son correctos se finaliza el proceso.
3. El responsable de unidad solicita datos de identificación como cédula, nombres, apellidos, entre otros.
4. El responsable de unidad procede a verificar que el cliente se encuentre registrado en el sistema de generación de ordenes de pago, donde:
  - (a) Si el cliente no se encuentra registrado, el responsable procede a registrarlo.
  - (b) Si el cliente se encuentra registrado se procede con el proceso.
5. El responsable de unidad genera una orden de pago.
6. El cliente procede con el pago del valor especificado en la orden de pago, donde:
  - (a) Si el pago es en efectivo la dirección financiera procesara el pago.
  - (b) Si el pago no es en efectivo la dirección financiera solicitara los debidos comprobantes, donde:
    - i. Si los comprobantes son válidos la dirección procesara el pago.
    - ii. Si los comprobantes no son válidos se finalizara el proceso.

7. El cliente recibe comprobantes de pago y facturas por parte de la dirección financiera.
8. El cliente se acerca a la Unidad de Producción de manera presencial donde se le solicitan copias de comprobantes de pago o facturas.
9. Y finalmente, la Unidad de Producción proporciona el servicio o producto solicitado.

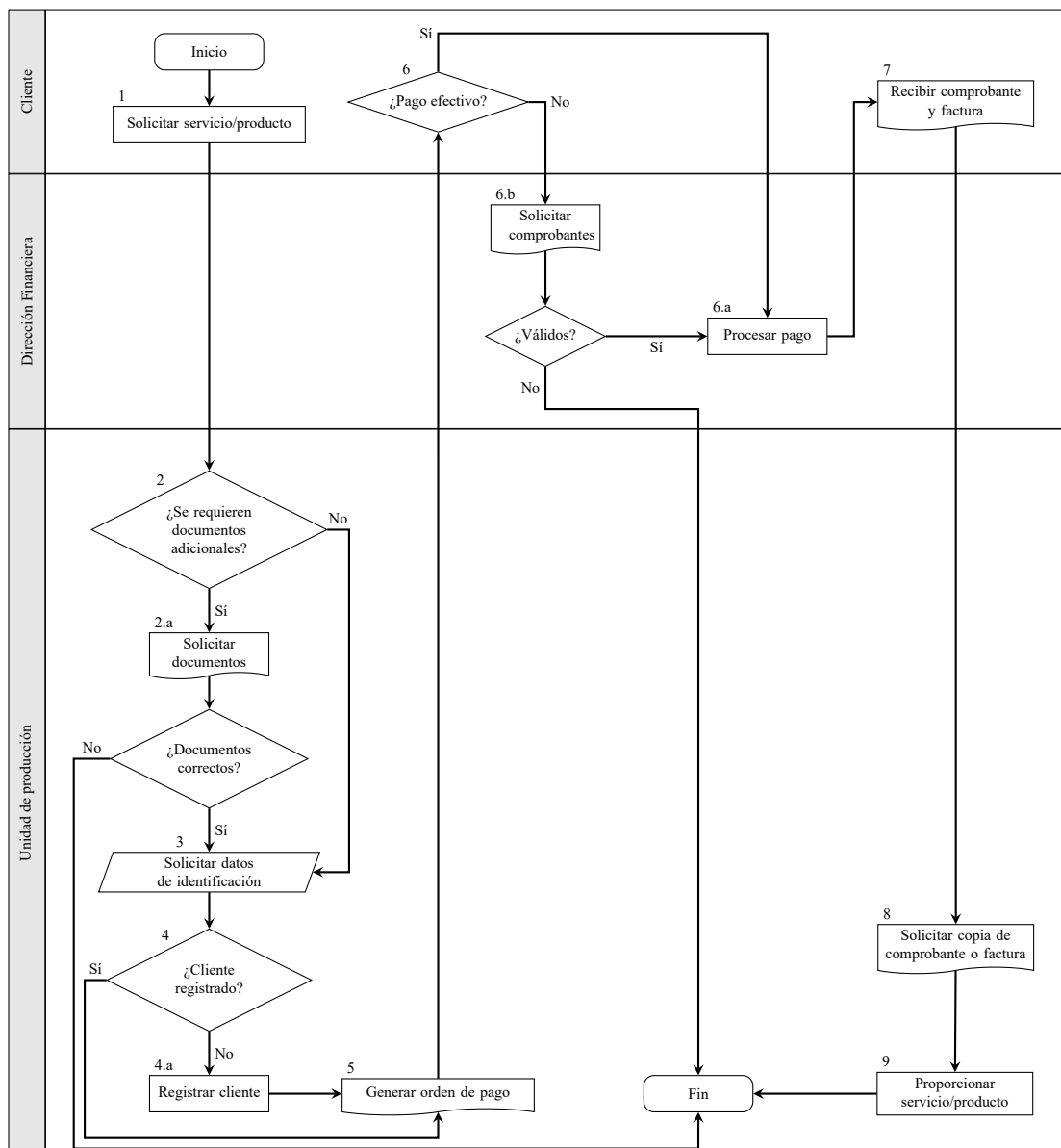


Figura 9. Diagrama de flujo del proceso actual para la adquisición y pago de servicios o productos

## 3.2 Procesamiento de imágenes

El procesamiento de imágenes es una componente de bajo nivel de un proceso de análisis mayor o de un sistema de visión computacional. Este procesamiento consiste en en la manipulación de imágenes como la superresolución, la eliminación de ruido, la desdibujación, etc. Los resultados producidos por el procesamiento de imágenes tienen una amplia influencia en el reconocimiento y entendimiento de la información de una imagen [28].

### 3.2.1 Técnicas

#### a. *Binarización*

Procedimiento mediante el cual una imagen en escala de colores se transforma en una representación de píxeles con solo dos valores, generalmente 0 (negro) y 255 (blanco), facilita el procesamiento y análisis de la imagen. Esta conversión simplifica las operaciones matemáticas y mejora la eficiencia en diversas funciones y herramientas utilizadas en el procesamiento de imágenes [29].

#### b. *Filtros*

Las operaciones de filtrado tienen el propósito de ajustar la tasa de cambio en los valores de intensidad de los píxeles, impactando las transiciones dentro de una imagen. Los cambios abruptos generan bordes nítidos, mientras que los cambios graduales resultan en bordes suaves. Este proceso implica la detección y modificación de la velocidad de cambio en los bordes. Los filtros pueden realzar las diferencias de intensidad para hacer que un borde suave parezca más definido o reducirlas en un borde abrupto para suavizarlo. El filtrado puede ocurrir en distintos dominios, siendo el espacial donde se actúa directamente sobre los píxeles y el frecuencial donde las operaciones se realizan en las frecuencias que representan la imagen original [30].

- ***Filtros de realze.*** Dentro de este conjunto, se incluyen aquellos filtros que alteran la iluminación de fondo con el propósito de realzar los objetos. Un ejemplo de esto es el filtro “Unsharp”, un filtro de convolución que destaca por incrementar los detalles finos y los bordes de la imagen para mejorar su visibilidad y enfocar imágenes borrosas

El filtro HiPass, también perteneciente a la categoría de realce, se distingue por su enfoque diferente. A diferencia del filtro previamente mencionado, emplea un kernel que amplifica la información de alta frecuencia, resultando en un contraste significativo con respecto a los píxeles circundantes. Un filtro adicional que mejora la imagen es el conocido como HiGauss. Este filtro guarda similitudes con el HiPass, pero se distingue por emplear una función Gaussiana, lo que posibilita realzar los detalles finos de la imagen con una menor introducción de ruido [30].



Figura 10. Efectos de filtros Unsharp y HiPass [30]

- **Filtros de suavizado.** Este tipo de filtros produce una consistencia tan marcada en las estructuras que la imagen se percibe como si estuviera "suavizada". En esta categoría se encuentran filtros como LowPass, Gaussiano, Despeckle, Mediano, Rango o Rank, entre otros [30]. Hay muchas razones para el suavizado, pero suele hacerse para reducir el ruido o los artefactos de la cámara. El suavizado también es importante cuando deseamos reducir la resolución de una imagen de una manera fundamentada [24].

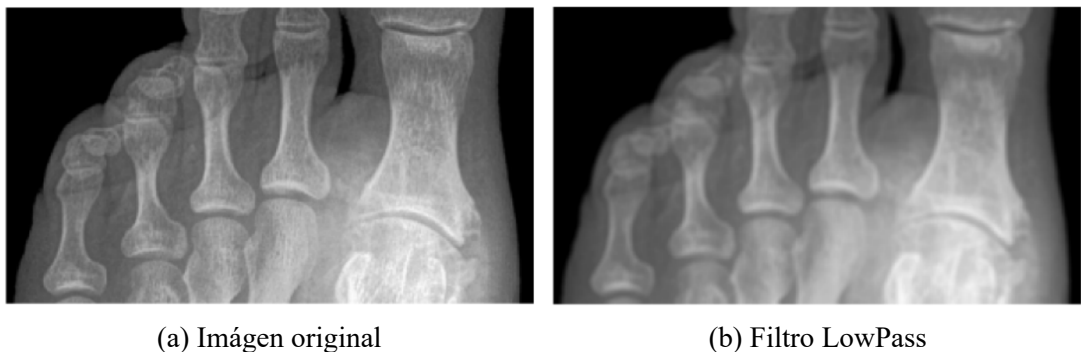


Figura 11. Efectos del filtro LowPass [30]

- **Filtros de detección de bordes.** Estos filtros operan principalmente al buscar contrastes entre los objetos presentes en la imagen digital. Su función es identificar

puntos donde se observe una transición abrupta de brillo o se detecten discontinuidades, las cuales pueden corresponder a cambios en la profundidad, la orientación de la superficie, variaciones en las propiedades del material y modificaciones en la iluminación de la muestra. Hay varias formas de lograr este propósito, y una de ellas implica el uso de filtros de convolución que aplican efectos negativos en un lado de un borde y positivos en el otro. En esta categoría se desarrollan filtros como Sobel, Roberts o Roberts Cross, Laplace, Varianza, entre otros [30]. En la Figura 12 se muestra un ejemplo de los efectos de los filtros Sobel, Roberts y Laplace.

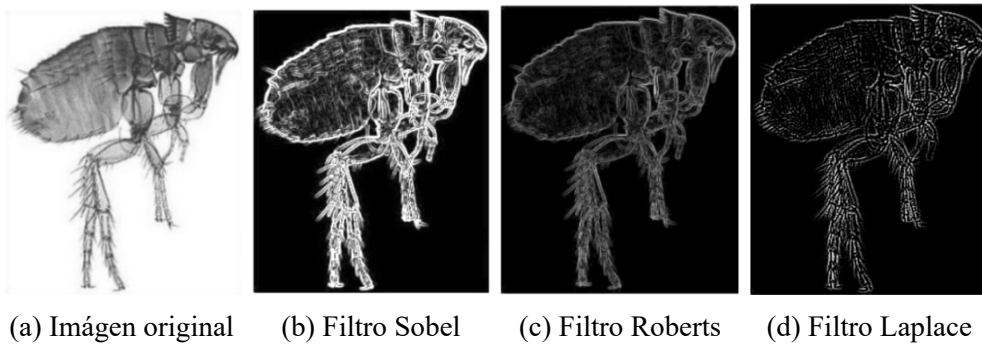


Figura 12. Efectos de filtros Sobel, Roberts y Laplace [30]

### *c. Transformaciones morfológicas*

Las transformaciones morfológicas básicas se denominan dilatación y erosión, y surgen en una amplia variedad de contextos, como la eliminación de ruido, el aislamiento de elementos individuales y la unión de elementos dispares en una imagen. La morfología también puede utilizarse para encontrar baches o huecos de intensidad en una imagen y para encontrar gradientes de imagen [24].

La dilatación es una convolución de una imagen (o región de una imagen), que llamaremos A, con un núcleo, que llamaremos B. El núcleo, que puede tener cualquier forma o tamaño, tiene un único punto de anclaje definido. La mayoría de las veces, el núcleo es un pequeño cuadrado o disco sólido con el punto de anclaje en el centro [24]. Otra forma de interpretar la dilatación es visualizando que cada elemento  $I(x, y) = 1$  se expande acorde al patrón de  $SE$  [31]. La Figura 13 muestra un ejemplo del resultado de una dilatación para un caso binario.

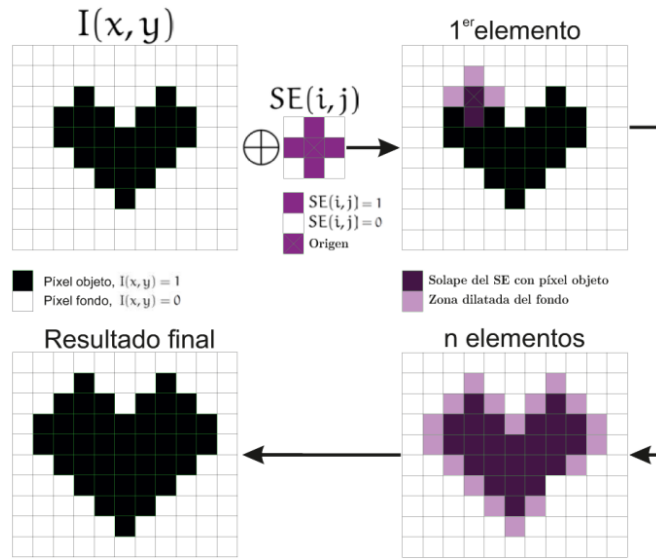


Figura 13. Ejemplo de dilatación para una imagen binaria [31]

La erosión es la operación inversa. La acción del operador de erosión equivale a calcular un mínimo local sobre el área del núcleo. La erosión genera una nueva imagen a partir de la original mediante el siguiente algoritmo: a medida que se recorre el núcleo B sobre la imagen, se calcula el valor mínimo del píxel solapado por B y se sustituye el píxel de la imagen situado bajo el punto de anclaje por ese valor mínimo [24]. En otras palabras, la erosión busca encajar  $SE(i, j)$  para cada elemento  $I(x, y) = 1$  [31]. En la Figura 14 se muestra un ejemplo del resultado de una erosión para una imagen binaria.

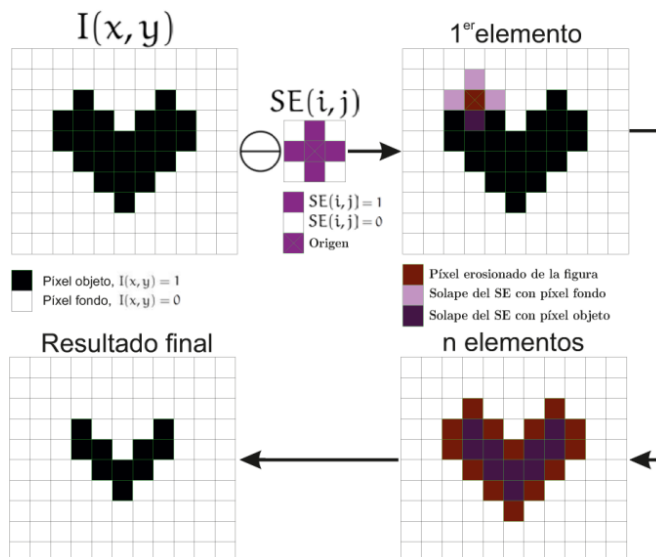
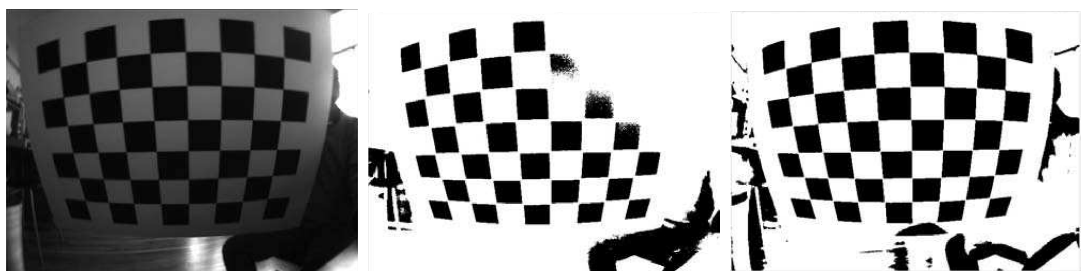


Figura 14. Ejemplo de erosión para una imagen binaria [31]

#### *d. Umbralización*

La técnica de umbralización implica la distinción entre los elementos de interés y el fondo de una imagen, convirtiéndola de una representación monocromática o a color a una versión binaria, donde se simplifica a “blanco y negro”. El objetivo de este proceso es separar claramente los objetos de la escena mediante un proceso que genere una representación simplificada sin perder la información esencial. La técnica de umbralización se emplea en diversas aplicaciones, incluyendo el análisis de documentos con el fin de realizar el reconocimiento de caracteres, conocido como OCR. [30].

- ***Umbralización simple.*** La umbralización implica la categorización de todos los píxeles de una imagen en dos categorías distintas. En caso de que un píxel supere un determinado umbral o límite, se le asigna un valor específico (posiblemente blanco); de lo contrario, se le asigna otro valor (posiblemente negro). Para aplicar diversos métodos de umbralización, la imagen inicial debe encontrarse en formato binario o en escala de grises [29].
- ***Umbralización adaptativa.*** Este enfoque se aplica a imágenes que exhiben disparidades en la iluminación o presentan variaciones en la escala de grises. En este método, se determina el umbral de manera específica para varias regiones o secciones de la imagen. Al calcular umbrales diferentes para distintas partes de la imagen, se logra una mejora en los resultados, permitiendo una adaptación más efectiva a las variaciones locales de iluminación o escala de grises [29].



(a) Imágen original

(b) Umbralización simple

(c) Umbralización adaptativa

Figura 15. Comparativa entre umbralización simple y adaptativa [24]



### 3.2.2 Herramientas y librerías

#### a. *OpenCV*

Uno de los paquetes de software más populares en este ámbito es OpenCV, cuya filosofía se basa en “ayudar a los usos comerciales de la visión por ordenador en la interfaz persona-ordenador, la robótica, la monitorización, la biometría y la seguridad, proporcionando una infraestructura libre y abierta donde los esfuerzos distribuidos de la comunidad de visión puedan consolidarse y optimizar su rendimiento” [32].

#### b. *Image Processing Toolbox*

Image Processing Toolbox ofrece una extensa variedad de algoritmos estándar y aplicaciones de flujo de trabajo para procesar, visualizar y analizar imágenes, así como para desarrollar algoritmos. Facilita la segmentación, mejora y reducción de ruido en imágenes, además de realizar transformaciones geométricas y registro de imágenes mediante técnicas tradicionales de procesamiento de imágenes y Deep Learning [33].

#### c. *Scikit-Image*

El propósito de scikit-image es proporcionar una biblioteca de alta calidad de herramientas de procesamiento de imágenes potentes y diversas, libres de cargos y restricciones. Estos principios son la base de las prácticas de desarrollo en la comunidad scikit-image [34].

#### d. *BoofCV*

BoofCV es una biblioteca para Java de aplicaciones de visión por ordenador y robótica en tiempo real. Incluye rutinas de procesamiento de imágenes de bajo nivel, seguimiento de características y visión geométrica por ordenador. BoofCV está organizada en varios paquetes: procesamiento de imágenes, visión geométrica, calibración, reconocimiento y visualización [35].

### **3.2.3 Análisis**

En resumen, el análisis de las técnicas de procesamiento de imágenes, revela su papel crítico en la manipulación y mejora de imágenes. Los filtros de realce proveen la capacidad de resaltar detalles importantes, mientras que los de suavizado permiten reducir el ruido y las irregularidades. La detección de bordes es esencial para identificar límites y estructuras, y las operaciones morfológicas, como la erosión y dilatación, son fundamentales para la manipulación de la forma de objetos en una imagen. La umbralización, por su parte, posibilita la segmentación efectiva de regiones de interés. En conjunto, estas técnicas constituyen herramientas eficaces y complementarias que desempeñan un papel crucial en el análisis y mejora de imágenes en una variedad de aplicaciones prácticas.

Adicionalmente, en la Tabla 15 se realiza un análisis comparativo entre las herramientas y librerías expuestas previamente, donde se concluye que OpenCV se presenta como una opción muy versátil y robusta, gracias a factores como:

- Compatibilidad con varios lenguajes de programación y sistemas operativos.
- Comunidad extensa y activa.
- Adopción generalizada en el ámbito.
- Extensa gama de funciones, las cuales abordan desde el procesamiento básico de imágenes hasta la visión por computadora.
- Amplio soporte de formatos de imagen.

## **3.3 Reconocimiento óptico de caracteres**

### **3.3.1 Fases del reconocimiento óptico de caracteres**

Las fases principales en el proceso de reconocimiento óptico de caracteres pueden ser mayormente agrupadas de la siguiente manera.

- Preprocesamiento: El preprocesamiento consiste en realizar diferentes operaciones en la imagen escaneada o de entrada. Ayuda a eliminar el ruido

Tabla 15. Análisis comparativo de herramientas y librerías usadas para el procesamiento de imágenes

Característica	OpenCV	Scikit-image	Image Processing Toolbox	BoofCV
<b>Sistemas con soporte</b>	Linux, macOS, Windows	Linux, macOS, Windows	Linux, macOS, Windows	Java Virtual Machine (Java 11)
<b>Código abierto</b>	Sí	Sí	No	Sí
<b>Licencia</b>	Licencia BSD	Licencia BSD	Licencia propietaria	Licencia Apache 2.0
<b>Interfaces</b>	Python, C++, Java, Android, iOS, JavaScript	Python	MATLAB	Java
<b>Interfaces Gráficas de Usuario</b>	Funciones para GUI (cv2.imshow, etc.)	No	Integración con GUIDE y App Designer (MATLAB)	No
<b>Manejo de Formatos de Imágenes</b>	Amplio soporte de formatos (JPEG, PNG, etc.)	Dependiente de bibliotecas externas	Soporte de formatos comunes (JPEG, PNG, etc.)	Formatos comunes de imágenes y cámaras
<b>Registro de Imágenes</b>	Sí (funciones para alineación de imágenes)	No	Herramientas para el registro y la alineación	Soporte para registro y alineación
<b>Filtrado Espacial y Frecuencial</b>	Amplio conjunto de filtros (convolucionales, etc.)	Filtros básicos (gaussianos, Sobel, etc.)	Filtros espaciales y frecuenciales	Diversos filtros espaciales y transformaciones frecuenciales
<b>Procesamiento Morfológico</b>	Sí (erosión, dilatación, transformaciones)	Sí (erosión, dilatación)	Funciones morfológicas básicas	Operaciones morfológicas avanzadas
<b>Transformaciones Geométricas</b>	Transformaciones afines y perspectivas	Transformaciones básicas (rotación, escala)	Transformaciones geométricas y ajuste de imágenes	Transformaciones geométricas avanzadas y ajuste de imágenes
<b>Detección de Bordes</b>	Operadores de Sobel, Canny, Laplaciano, entre otros	Operadores de Sobel, Canny	Detección de bordes y operadores	Diversos algoritmos de detección de bordes
<b>Visión 3D</b>	Sí (funciones para visión estéreo, SLAM)	Funciones limitadas para visión 3D	No	Sí (enfoco específico)

de la imagen, aclara los caracteres y, básicamente, mejora la representación de la imagen para la segmentación [36].

- Extracción de características: La extracción de características es la fase que elimina la redundancia de los datos. La precisión de la clasificación puede mejorarse seleccionando o buscando las características más relevantes. El conjunto de características debe tener un poder de discriminación suficiente para permitir una clasificación precisa incluso entre símbolos muy similares [37].
- Reconocimiento: El reconocimiento de patrones de OCR puede realizarse mediante la comparación de plantillas, técnicas estadísticas, técnicas sintácticas o estructurales y redes neuronales artificiales. El sistema también debe aprender a resolver el problema del vocabulario incompleto [36].
- Postprocesamiento: En este proceso final tienen lugar actividades como la agrupación, la detección de errores y la corrección. Durante la agrupación, los símbolos del texto se asocian a cadenas. Sin embargo, es imposible llegar a una identificación 100% exacta de los caracteres, sólo pueden detectarse y eliminarse algunos de los errores según el contexto [36].

### 3.3.2 Herramientas y librerías

Las herramientas de OCR, son programas informáticos que se centran en el reconocimiento preciso de caracteres de forma fiable. Estas herramientas pueden clasificarse a grandes rasgos en tres categorías:

- Propietarias.
- De código abierto.
- En línea.

Debido a los costos y limitaciones de las herramientas propietarias o en línea, para el presente proyecto solo fueron consideradas las herramientas de código abierto.

#### *a. Tesseract*

El motor de OCR Tesseract es gratuito y se publica bajo la licencia de código abierto Apache V2.0. Tesseract es uno de los motores OCR de código abierto más precisos

cuyo desarrollo está patrocinado por Google [38].

#### ***b. Ocrad***

Ocrad es un motor OCR libre respaldado por el Proyecto GNU. Realiza extracción de características en la imagen de entrada y utiliza las características extraídas para producir texto. Al igual que otros motores de OCR, OCRAD analiza el diseño para reconocer bloques de texto [39].

#### ***c. GOCR***

GOCR es un motor OCR gratuito que convierte imágenes de varios tipos en texto. Su rápido rendimiento, precisión y sencillez hacen que GOCR sea muy práctico. No requiere entrenamiento y maneja fuentes sans-serif de una sola columna de 20-60 píxeles de altura. Su rendimiento suele disminuir con imágenes de baja calidad, textos escritos a mano y fuentes heterogéneas [39].

#### ***d. OCRopus***

Con una interfaz de usuario basada en línea de comandos, OCRopus tiene un diseño muy modular que ofrece la flexibilidad de realizar cada fase del OCR (por ejemplo, binarización, análisis del diseño de la página, reconocimiento de líneas de texto, etc.) individualmente mediante comandos separados y el usuario puede utilizar diferentes módulos de su propia elección para realizar estas tareas. Su última versión, OCRopus3, utiliza modelos LSTM bidireccionales mediante redes PyTorch [40].

#### ***e. Cuneiform***

Cuneiform es un motor OCR de código abierto desarrollado originalmente por Cognitive Technologies. Soporta múltiples idiomas y preserva la estructura del documento. El formato del texto extraído puede ser HTML, rtf, texto y otros. Cuneiform no requiere ningún algoritmo de aprendizaje [39].

#### ***f. Calamari***

El motor de OCR Calamari se encuentra disponible bajo una licencia de código abierto. Se centra únicamente en la fase de entrenamiento y reconocimiento de OCR utilizando Tensorflow como backend y no ofrece ninguna capacidad de preprocesamiento,

segmentación o postprocesamiento [41].

### **3.3.3 Análisis**

En la Tabla 16 se elabora un análisis comparativo de las herramientas de OCR descritas previamente donde se evidencia que Tesseract en su versión 4.0 surge como una opción robusta y versátil. Su destacada compatibilidad con una amplia gama de lenguajes de programación, que incluye desde Java y Python hasta Objective-C, Swift, Flutter, R, Ruby, Rust, Elixir y Crystal, facilita su integración en diversos entornos de desarrollo. Además, su sólido respaldo lingüístico, disponibilidad en los tres sistemas operativos más populares (Windows/Linux/Mac OS) y el uso de la licencia Apache 2.0 añaden fortaleza a su elección. Tesseract 4.0 se destaca como la preferencia principal en el ámbito de código abierto, simplificando el desarrollo al ofrecer un único software capaz de ejecutar de manera integral el proceso de reconocimiento óptico de caracteres.

Tabla 16. Análisis comparativo entre herramientas de OCR de código abierto [40]

Herramienta	Licencia	Interfaces	Soporte en varios idiomas	Sistema operativo	Formatos de entrada soportados	Formatos de salida soportados	Características importantes
Tesseract 4.0	Apache 2.0	Java, Python, Objective-C, Swift, Flutter, R, Ruby, Rust, Elixir, Crystal, CLI	Sí (100+)	Windows, MAC OS X, Linux, Android	TIFF, JPEG, JFIF, PNG, PNM, BMP	TXT, PDF, hOCR	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Técnicas de preprocesamiento incluyen detección de orientación y corrección leve de inclinación.</li> <li>▪ Puede usar varios idiomas en un solo escaneo.</li> <li>▪ Soporte de aprendizaje automático para reconocer nuevos idiomas, símbolos y fuentes.</li> <li>▪ Sin soporte de GPU hasta la fecha.</li> </ul>
Ocrad	GPL	CLI, Python	Sí (Alfabetos Latinos)	MAC OS X, Linux, BSD	PNM (PGM, PBM, PPM)	TXT	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Transformaciones de preprocesamiento, incluyendo corte, rotación, escala y detección de diseño.</li> <li>▪ Se pueden utilizar filtros integrados y definidos por el usuario para el paso de postprocesamiento.</li> </ul>
GOCR	GPL	CLI, C++, Python	Sí (20+)	Windows, MAC OS X, Linux, BSD	PNM (PGM, PBM, PPM), PCX, TGA	Text file	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Interfaz gráfica de usuario (gocr.tcl).</li> <li>▪ No se requieren datos de entrenamiento (sin red neuronal) ni bases de fuentes grandes para almacenar.</li> <li>▪ También puede reconocer y traducir códigos de barras.</li> </ul>

Herramienta	Licencia	Interfaces	Soporte en varios idiomas	Sistema operativo	Formatos de entrada soportados	Formatos de salida soportados	Características importantes
OCROpus	Apache 2.0	CLI, Python	Sí (Con alfabeto latino)	MAC OS X, Linux, BSD	PNG	TXT, hOCR, PDF, HTML	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Puede entrenarse para reconocer nuevos idiomas o fuentes diferentes.</li> <li>▪ Utilizado en Google Books.</li> <li>▪ Soporte de GPU en OCROpus3.</li> </ul>
Cuneiform	Freeware / BSD	CLI	Sí (25+)	Windows, MAC OS X, Linux, BSD	PNG, BMP, JPG	HTML, hOCR, RTF, TeX, TXT	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Interfaz gráfica de usuario para Windows, basada en comandos para Linux.</li> <li>▪ Guarda el formato de texto y reconoce tablas complicadas de cualquier estructura.</li> <li>▪ También puede reconocer una mezcla de ruso e inglés.</li> </ul>
Calamari	Apache 2.0	CLI, Python	Sí (No se conoce)	Desconocido	PNG, JPG, H5	GT.TXT, XML, ABBYY.XML, HDF5	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Utiliza Cross Fold Voting, Data Augmentation, Pretraining.</li> <li>▪ Soporte de GPU.</li> </ul>



### 3.4 Procesamiento de imágenes en el reconocimiento óptico de caracteres

En esta sección, se exploran diversos trabajos que abordan el desarrollo de métodos de preprocesamiento y procesos de OCR. Entre las prácticas comunes identificadas para el preprocesamiento se encuentran técnicas como: conversión a escala de grises, umbralización, filtros de realce y suavizado, transformaciones morfológicas y recorte de imágenes. A partir de las conclusiones extraídas de estos estudios, se destaca la importancia crucial del preprocesamiento en el ámbito del OCR y de su influencia en el éxito de estos sistemas, ya que al mejorar la calidad de las imágenes de entrada mediante un preprocesamiento adecuado, se logra, como resultado, una predicción del texto más precisa.

Tabla 17. Ficha bibliográfica - Image preprocessing and modified adaptive thresholding for improving OCR

Ficha bibliográfica	
<b>Título</b>	Image preprocessing and modified adaptive thresholding for improving OCR
<b>Autor/es</b>	Rohan Lal Kshetry
<b>Tipo de documento</b>	Artículo
<b>Año</b>	2021
<b>Tomado de</b>	<a href="https://arxiv.org/abs/2111.14075">https://arxiv.org/abs/2111.14075</a>
<b>Tecnologías</b>	Numpy, PyTesseract
<b>Síntesis</b>	<p>En este trabajo, se propone un método para identificar la intensidad principal de píxeles dentro del texto y aplicar una umbralización a la imagen para mejorar su uso en modelos de reconocimiento óptico de caracteres (OCR). En lugar de editar toda la imagen, se enfoca en preservar los límites del texto y su relleno de color, utilizando la intensidad de escala de grises de las letras como un parámetro de umbralización. En el siguiente diagrama se describe el algoritmo:</p> <pre> graph LR     A[Entrada] --&gt; B[NumPy array]     B --&gt; C[Recortar por letra]     C --&gt; D[Escala de grises]     D --&gt; E[Umbralización mediante intensidad media]     </pre>
<b>Conclusiones</b>	Se observa que al aplicar este algoritmo, el rendimiento del reconocimiento óptico de caracteres (OCR) mejoro drásticamente.

Tabla 18. Ficha bibliográfica - OCR Text Extraction

Ficha bibliográfica	
<b>Título</b>	OCR Text Extraction
<b>Autor/es</b>	Alan Jiju , Shaun Tuscano y Chetana Badgujar
<b>Tipo de documento</b>	Artículo

<b>Ficha bibliográfica</b>	
<b>Año</b>	2021
<b>Tomado de</b>	<a href="https://doi.org/10.31033/ijemr.11.2.11">https://doi.org/10.31033/ijemr.11.2.11</a>
<b>Tecnologías</b>	OpenCV, Tesseract OCR, Flask
<b>Síntesis</b>	<p>Esta investigación busca desarrollar una metodología para extraer datos de facturas e impresos diarios de uso común. Se utiliza la tecnología de Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR) para lograr un reconocimiento alfanumérico completo de caracteres impresos o escritos a mano en imágenes. La investigación utiliza OpenCV para detectar y filtrar facturas o recibos en imágenes, y luego aplica el motor OCR Tesseract para procesar la imagen intermedia y realizar la segmentación de texto. En el siguiente diagrama se describe el algoritmo para el preprocesamiento que se utilizó:</p> <pre> graph LR     A[Entrada] --&gt; B[Escala de grises]     B --&gt; C[Umbralización simple]     C --&gt; D[Open y Close]     D --&gt; E[Obtener una lista de contornos]     E --&gt; F[Ordenar lista]     F --&gt; G[Buscar contorno de 4 puntos]     G --&gt; H[Recortar imagen según el contorno]     H --&gt; I[Umbralización adaptativa]   </pre>
<b>Conclusiones</b>	A través de las pruebas prácticas, se ha observado que la metodología presentada en el artículo ha contribuido a mejorar la precisión de la salida de las pruebas y la eficiencia del trabajo.

Tabla 19. Ficha bibliográfica - Citizen Id Card Detection using Image Processing and Optical Character Recognition

<b>Ficha bibliográfica</b>	
<b>Título</b>	Citizen Id Card Detection using Image Processing and Optical Character Recognition
<b>Autor/es</b>	Wira Satyawan, M Octaviano Pratama, Rini Jannati, Gibran Muhammad, Bagus Fajar, Haris Hamzah, Rusnandi Fikri, Kevin Kristian
<b>Tipo de documento</b>	Artículo
<b>Año</b>	2018
<b>Tomado de</b>	<a href="https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1235/1/012049">https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1235/1/012049</a>
<b>Tecnologías</b>	Tesseract, QT Box
<b>Síntesis</b>	<p>En esta investigación, se propone una técnica para detectar tarjetas de identificación electrónicas mediante la combinación de procesamiento de imágenes y reconocimiento óptico de caracteres (OCR). En el siguiente diagrama se muestra el preprocesamiento llevado a cabo:</p> <pre> graph LR     A[Entrada] --&gt; B[Escala de grises]     B --&gt; C[Umbralización simple]     C --&gt; D[Filtro Sobel]     D --&gt; E[Transformaciones morfológicas (Dilatación, erosión, apertura, cierre y Tophat)]     E --&gt; F[Umbralización de Otsu]   </pre>
<b>Conclusiones</b>	Al realizar un el análisis de 50 conjuntos de datos de prueba, se concluyó que el nivel de precisión resultante de la combinación del filtro promedio y el filtro de la mediana en el preprocesamiento de OCR es del 90%.

Tabla 20. Ficha bibliográfica - Evaluation of the Effects of Different Preprocessing Methods on OCR Results from Images with Varying Quality

<b>Ficha bibliográfica</b>	
<b>Título</b>	Evaluation of the Effects of Different Preprocessing Methods on OCR Results from Images with Varying Quality
<b>Autor/es</b>	JACOB BJÖRKMAN
<b>Tipo de documento</b>	Proyecto de grado
<b>Año</b>	2019
<b>Tomado de</b>	<a href="https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1368177/FULLTEXT01.pdf">https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1368177/FULLTEXT01.pdf</a>
<b>Tecnologías</b>	Tesseract, Microsoft Azure Recognition Text, Pillow, OpenCV
<b>Síntesis</b>	Este proyecto de tesis explora el efecto de distintos métodos de preprocesamiento de imágenes en los resultados de los motores de reconocimiento óptico de caracteres (OCR) existentes. El estudio se realiza aplicando métodos de preprocesamiento, uno a uno, a imágenes de cajas de productos y enviándolas a dos motores OCR diferentes, Tesseract y Microsoft Azure Recognition Text. Los métodos usados fueron: umbralización, reducción de ruido, aumento en la nitidez de la imagen con el filtro de realce Unsharp y recorte de imagen.
<b>Conclusiones</b>	Los resultados de este proyecto de tesis indican que diversas implementaciones modernas de OCR muestran reacciones distintas ante diferentes métodos de preprocesamiento. El recorte de imágenes como preprocesamiento demostró potencial para ambas herramientas de OCR, siendo significativamente mejor para el motor Tesseract. Solo Tesseract se vio positivamente afectado por otros métodos de preprocesamiento. Aunque Azure no respondió bien a los métodos probados, no se puede concluir que ningún método de preprocesamiento mejore los resultados de Azure OCR, especialmente con datos de entrada únicos. Se destaca la necesidad de precaución al aplicar preprocesamiento, considerando tanto los datos de entrada como el motor de OCR utilizado.

### 3.5 Análisis y selección de la metodología de desarrollo

En la Tabla 21 se realiza una comparación entre metodologías ágiles y tradicionales en el desarrollo de software. Se evidencia que las metodologías ágiles destacan por su mayor capacidad de adaptación a cambios solicitados, facilitando una colaboración directa entre desarrolladores y clientes. Además, se muestran más eficaces en proyectos de tamaño pequeño y mediano, con una planificación a corto plazo centrada en funcionalidades específicas. En cambio, las metodologías tradicionales requieren de una planificación a largo plazo del proyecto y la documentación tiende a ser más detallada, implicando un esfuerzo considerable y generando documentos extensos. Además, los proyectos que emplean metodologías tradicionales suelen involucrar un mayor número de equipos y empleados, lo que conlleva a un presupuesto más elevado.

Por estas razones, se consideró utilizar una metodología ágil para el desarrollo del presente proyecto.

Tabla 21. Análisis comparativo entre metodologías ágiles y metodologías tradicionales [42]

<b>Criterio</b>	<b>Ágiles</b>	<b>Tradicionales</b>
<b>Facilidad de modificación</b>	Fácil	Difícil
<b>Enfoque</b>	Adaptativo	Predictivo
<b>Orientación</b>	Orientado al cliente	Orientado al proceso
<b>Tamaño de Proyecto</b>	Pequeño o mediano	Grande
<b>Escala de planificación</b>	A corto plazo	A largo plazo
<b>Estilo de gestión</b>	Liderazgo y colaboración	Ordenar y controlar
<b>Documentación</b>	Baja	Alta
<b>Tipo de organización</b>	De medios y bajos ingresos	De altos ingresos
<b>Presupuesto</b>	Bajo	Alto
<b>Cantidad de equipos</b>	Uno	Múltiples
<b>Tamaño de equipo</b>	Pequeño	Mediano

Con la finalidad de identificar la metodología ágil más adecuada se realizó una comparación considerando varios criterios como se detalla en la Tabla 22.

Tabla 22. Análisis comparativo entre metodologías de desarrollo ágiles [19]

<b>Criterio</b>	<b>XP</b>	<b>Lean</b>	<b>RAD</b>	<b>Kanban</b>
<b>Enfoque</b>	Iterativo e incremental	Iterativo e incremental	Prototipado	Continuo
<b>Principios</b>	Integración continua, programación en pares, desarrollo basado en pruebas, comentarios de los clientes	Centrarse en el valor, eliminar desperdicios, flujo, mejora continua, respeto por las personas	Desarrollo rápido, participación del usuario, desarrollo iterativo, creación de prototipos	Visualización del flujo de trabajo, limitación del trabajo en progreso, mejora continua
<b>Tamaño del equipo</b>	3 a 5	2 a 3	2 a 3	Indefinido
<b>Tamaño del proyecto</b>	Pequeños y medianos	Grandes	Pequeños y medianos	Pequeños, medianos y grandes
<b>Ventajas</b>	Calidad y comunicación	Velocidad y flexibilidad	Costo y tiempo	Mejor flujo de trabajo
<b>Simplicidad</b>	Simplicidad en el código, diseño y solución de problemas	Se busca eliminar complejidad innecesaria con el fin de mejorar la eficiencia	Soluciones simples y rápidas, evitando excesos en el diseño	Simplifica procesos y aporta claridad en el flujo de trabajo

<b>Criterio</b>	<b>XP</b>	<b>Lean</b>	<b>RAD</b>	<b>Kanban</b>
<b>Entrega de software</b>	Frecuente y regular	Incremental	Entrega rápida	Continua
<b>Planificación</b>	Continua	Planificación y modelado	Rápida y flexible	Continua y visual

Luego del análisis comparativo realizado en la Tabla 22 sobre las metodologías de desarrollo de software se optó por utilizar la metodología de Desarrollo Rápido de Aplicaciones (RAD). Esta elección se fundamenta en el enfoque centrado en proporcionar soluciones y prototipos funcionales de manera rápida a los clientes que ofrece RAD. Además, su carácter iterativo e incremental permite lograr resultados en periodos de tiempo breves.

### **3.6 Análisis y selección de las tecnologías para el desarrollo de la aplicación web**

#### **3.6.1 Servidor web (Backend)**

Como lenguaje para el desarrollo de la API que permita la comunicación entre la interfaz de usuario (frontend) y la base de datos e implemente la solución de OCR se escogió Python debido a que cuenta con el apoyo de una comunidad muy sólida, con multitud de paquetes y bibliotecas útiles y es uno de los lenguajes de programación más populares para la ciencia de datos, el aprendizaje automático, la inteligencia artificial y la computación científica en general [38]. Además cuenta con librerías como OpenCV, Scikit-Image, Pillow, entre otras, para el manejo y procesamiento de imágenes.

Como framework para la implementación de la API se consideraron tres opciones populares en la comunidad: Django, Flask y FastAPI. Mediante una investigación se pudo concluir que frameworks como Flask y FastAPI ofrecen mucha más flexibilidad y mayor rendimiento al ser frameworks más ligeros. Además, cuentan con una curva de aprendizaje baja al ser más simples. Sin embargo, a la hora de gestionar y mantener, estos frameworks suelen requerir de más trabajo [43, 44].

La elección de FastAPI para el desarrollo de la API se fundamenta en la búsqueda de un equilibrio entre flexibilidad, rendimiento y facilidad de aprendizaje. Además, la funcionalidad incorporada de validación y generación automática de documentación

agiliza el proceso de desarrollo y mantenimiento, proporcionando herramientas integradas que simplifican la gestión de la API.

### 3.6.2 Interfaz de usuario (Frontend)

Para el desarrollo de la interfaz de usuario se consideraron tres frameworks populares en la actualidad: Angular, React y Vue.js. A continuación se realiza una comparación con la finalidad de seleccionar el framework más apropiado para el desarrollo del proyecto.

Tabla 23. Análisis entre Angular, React y Vue.js [45]

criterio	Angular	React	Vue.js
Popularidad	Estancada	Creciente	Creciente
Rendimiento	Mayor sobrecarga	Ligero	Muy Ligero
Soporte de la Comunidad	Mediano	Grande	Pequeño
Curva de Aprendizaje	Mediana	Mediana	Baja
Conocimientos necesarios	TypeScript	JSX, Hooks	Ninguno
Migraciones	Frecuentes	Raras	90% de similitud
Flexibilidad	Limitada	Grande	Grande

Tabla 24. Ventajas y desventajas de Angular, React y Vue.js [46]

Framework	Ventajas	Desventajas
Angular	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ MVVM (Model-View-ViewModel) que permite operar con la misma colección de datos por separado en la misma aplicación.</li> <li>▪ Estructura y arquitectura construidas especialmente para una mejor escalabilidad de los proyectos.</li> <li>▪ La inyección de dependencia a los componentes contribuye a la modularidad de la aplicación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tiene varias estructuras (Inyectables, Componentes, Tuberías, Módulos, etc.) que suelen ser más difícil de aprender.</li> <li>▪ Actualización constante: siempre se realizan mejoras nuevas e importantes. Esto puede crear problemas a la hora de adaptarse a ellas.</li> </ul>

Framework	Ventajas	Desventajas
React	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Utiliza un DOM virtual que consigue una eficiencia óptima mediante el re-renderizado de nodos según se desee.</li> <li>▪ Minimiza la carga de recursos del usuario ofreciendo soporte para bundling y tree shaking.</li> <li>▪ La programación funcional ayuda a crear código reutilizable.</li> <li>▪ Relativamente mejor SEO en comparación con Angular y Vue.js.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Necesidad de importar librerías para estado y modelo ya que React no implementa MVC.</li> <li>▪ React, aunque lo permite, se aleja de los módulos basados en clases y puede ser un obstáculo para la Programación Orientada a Objetos (POO).</li> </ul>
Vue.js	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ayuda a construir modelos modulares relativamente amplios que se pueden renderizar sin necesidad de dedicar tiempo adicional gracias a su arquitectura básica.</li> <li>▪ Alta reactividad. Facilidad de vincular datos entre código HTML y JS.</li> <li>▪ Vue maneja de manera excelente la vinculación de datos bidireccional dinámica. La manipulación del DOM se realiza de manera coherente, lo cual resulta ideal para aplicaciones de una sola página (SPA).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tiene una cuota de mercado relativamente baja, lo que significa que el intercambio de información en este marco está sólo en las primeras etapas.</li> <li>▪ Riesgo de ser demasiado flexible al integrarse en grandes proyectos debido a la falta de recursos.</li> </ul>

Tras un análisis sobre las características, ventajas y desventajas de cada framework, se ha llegado a la conclusión de que React emerge como una elección sólida para la creación de aplicaciones web modernas. Su énfasis en componentes reutilizables, eficiencia en el manejo del DOM virtual, soporte para optimización de recursos, programación funcional, extenso soporte de la comunidad y una amplia gama de bibliotecas y herramientas disponibles lo posicionan como una opción destacada para el presente proyecto.

### 3.7 Desarrollo de la propuesta

Para el desarrollo de la propuesta se aplicó la metodología RAD la cual es una forma de metodología ágil de desarrollo de software, inventada por James Martin en 1991 [47]. Esta metodología consiste en las siguientes cuatro fases.

- Planificación de requerimientos

- Diseño de usuario
- Construcción
- Cierre

En la fase de planificación de requerimientos el usuario y el analista se reúnen para identificar el objetivo de la aplicación o el sistema e identificar los requisitos de información derivados de ese objetivo. La orientación en esta fase es resolver problemas de la empresa. El diseño de la aplicación se construirá de acuerdo con la descripción descrita y será útil para todos [48]. La segunda fase de RAD consiste en la realización de diagramas ERD, UML entre otros y el diseño de la interfaz de usuario mediante prototipos. La etapa de construcción se centra en la producción de código para el funcionamiento del sistema y, finalmente, la etapa de cierre consiste en la puesta a prueba de la aplicación [49].

### 3.7.1 Planificación de requerimientos

En esta primera fase se realizó una especificación de requisitos mediante la información recolectada en las entrevistas y encuestas realizadas.

En la siguiente tabla se describen los usuarios que interactúan con la aplicación web. De igual manera, en la Tabla 26 se especifican los requerimientos establecidos para el desarrollo del proyecto.

Tabla 25. Descripción de usuarios

Usuario	Descripción
Administrador de unidad	Usuario encargado de gestionar la información de una Unidad de Producción, aprobar ordenes y completar ventas.
Administrador financiero	Usuario encargado de procesar pagos y generar ventas.
Cliente	Usuario encargado de generar ordenes.



Tabla 26. Definición de requerimientos

ID	Requerimiento	Descripción	Prioridad	Riesgo
<b>Todos los usuarios</b>				
R1	Iniciar sesión	El inicio de sesión se realizará mediante la autenticación del usuario ingresando sus credenciales: correo electrónico y contraseña.	Alta	Alto
R2	Cerrar sesión	El usuario podrá cerrar la sesión iniciada en cualquier momento.	Alta	Bajo
R3	Visualizar ítems	El usuario podrá visualizar los ítems disponibles de cada Unidad de Producción.	Alta	Alto
<b>Cliente</b>				
R4	Registro de usuario	Para el registro de clientes se deberá completar un formulario y cargar una copia de la cédula.	Alta	Alto
R5	Visualizar ordenes	El cliente podrá visualizar las ordenes que ha generado.	Alta	Bajo
R6	Visualizar compras	El cliente podrá visualizar las compras que ha completad.	Alta	Bajo
R7	Agregar ítem al carrito de compra	Para agregar un ítem al carrito el usuario deberá indicar la cantidad deseada si es posible. El carrito de compra debe ser dividido según la Unidad de Producción de los ítems.	Alta	Medio
R8	Generar ordenes	Las ordenes puede contener uno o varios ítems y se deberá seleccionar el método de pago, ingresar, si es posible, la cantidad deseada para cada ítem y, si es necesario, adjuntar archivos como requisitos.	Alta	Alto
R9	Postular a un grupo de clientes	El cliente podrá postular para ser parte de un grupo de clientes cargando los requisitos que sean necesarios.	Alta	Medio
R10	Adjuntar archivos a ordenes	El cliente podrá adjuntar archivos como comprobantes y requisitos de pago para procesar la orden o facturas y comprobantes una vez la compra haya sido completada.	Alta	Medio
R11	Descargar archivos de compras completadas	El cliente podrá descargar archivos adjuntada por la Unidad de Producción en sus compras completadas.	Media	Bajo
<b>Administrador de unidad</b>				
R12	Gestionar requisitos	El administrador de unidad podrá visualizar, crear, eliminar y editar los requisitos para la postulación a un grupo de clientes o para obtener un ítem (servicio, producto, curso, etc.).	Alta	Alto

ID	Requerimiento	Descripción	Prioridad	Riesgo
R13	Gestionar grupos de clientes	El administrador de unidad podrá visualizar, crear, eliminar y editar grupos de clientes específicos a su unidad.	Alta	Alto
R14	Gestionar subcategorías	El administrador de unidad podrá visualizar, crear, eliminar y editar subcategorías de su unidad.	Alta	Alto
R15	Gestionar ítems	El administrador de unidad podrá visualizar, crear, eliminar y editar ítems (servicios, productos, cursos, etc.) de su unidad.	Alta	Alto
R16	Aprobación de ordenes	El administrador de unidad podrá aceptar o rechazar ordenes dirigidas a su unidad generadas por los clientes.	Alta	Alto
R17	Completar ventas	El administrador de unidad podrá completar las ventas de su unidad generadas por el administrador financiero. Si es necesario, podrá adjuntar documentos como resultado del proceso.	Alta	Bajo
R18	Aprobar postulaciones	El administrador de unidad podrá aprobar postulaciones a grupos de clientes realizadas por los clientes.	Alta	Bajo
<b>Administrador financiero</b>				
R19	Validar comprobantes y requisitos de pago	El administrador financiero podrá validar los comprobantes y requisitos de pago adjuntados por los clientes a las ordenes.	Alta	Bajo
R20	Aprobar pagos	El administrador financiero podrá aceptar pagos de ordenes una vez los comprobantes y requisitos de pago se hayan validado o, en el caso de que el pago sea en efectivo este se haya procesado.	Alta	Bajo
R21	Aprobar aranceles	El administrador financiero podrá validar los aranceles establecidos en los ítems creados por los administrador de unidad.	Alta	Bajo

Después de haber establecido los requerimientos necesarios, se definió el siguiente plan de iteraciones para estructurar y controlar el desarrollo del proyecto.

Tabla 27. Planificación de iteraciones

Iteración	N.	ID	Requerimiento	Tiempo estimado	
				Horas	Días
Iteración 1	1	R1	Iniciar sesión	6	1
	2	R2	Cerrar sesión	1	1
	3	R3	Visualizar ítems	6	1
	4	R4	Registro de usuario	18	3

Iteración	N.	ID	Requerimiento	Tiempo estimado	
				Horas	Días
	5	R7	Agregar ítem al carrito de compra	8	1
	6	R8	Generar ordenes	12	2
	7	R5	Visualizar ordenes	4	1
	8	R10	Adjuntar archivos a ordenes	8	1
	9	R15	Gestionar ítems	12	2
	10	R19	Validar comprobantes y requisitos de pago	30	5
	11	R20	Aprobar pagos	5	1
Iteración 2	12	R21	Aprobar aranceles	8	2
	13	R16	Aprobación de ordenes	6	1
	14	R17	Completar ventas	6	1
	15	R9	Postular a un grupo de clientes	2	1
	16	R12	Gestionar requisitos	4	1
	17	R13	Gestionar grupos de clientes	4	1
Iteración 3	18	R14	Gestionar subcategorías	4	1
	19	R6	Visualizar compras	4	1
	20	R11	Descargar archivos de compras completadas	3	1
	21	R18	Aprobar postulaciones	3	1

### 3.7.2 Diseño de usuario

#### *a. Análisis del proceso propuesto*

En la Figura 16 se detalla el proceso de adquisición y pago de servicios y productos propuesto mediante el uso de la aplicación web, donde:

1. Si el cliente no se encuentra registrado en la aplicación web:
  - (a) Procederá a completar un formulario de registro.
  - (b) Deberá cargar una copia de su documento de identificación.
2. El cliente generará una orden de pago con los servicios o productos seleccionados mediante la aplicación web.
3. Si los servicios o productos solicitados requieren de documentación adicional:
  - (a) El cliente deberá cargar la debida documentación adicional, donde:
    - i. Si el responsable de la Unidad de Producción califica como no válida la documentación cargada por el cliente terminará el proceso.
    - ii. Si el responsable de la Unidad de Producción califica como válida la documentación cargada por el cliente continuará el proceso.
4. El responsable de la Unidad de Producción tomará la decisión de aceptar o rechazar la orden donde:
  - (a) Si la orden es rechazada el proceso terminará.
  - (b) Si la orden es aceptada continuará el proceso.
5. El cliente deberá realizar el pago, donde:
  - (a) Si el pago es en efectivo la dirección financiera procesara el pago.
  - (b) Si el pago no es en efectivo el cliente deberá cargar los debidos comprobantes, donde:
    - i. Si los comprobantes no son válidos se finalizara el proceso.
    - ii. Si los comprobantes son válidos se se procesara el pago.
6. Y finalmente, la Unidad de Producción proporcionará los servicios o productos solicitados.

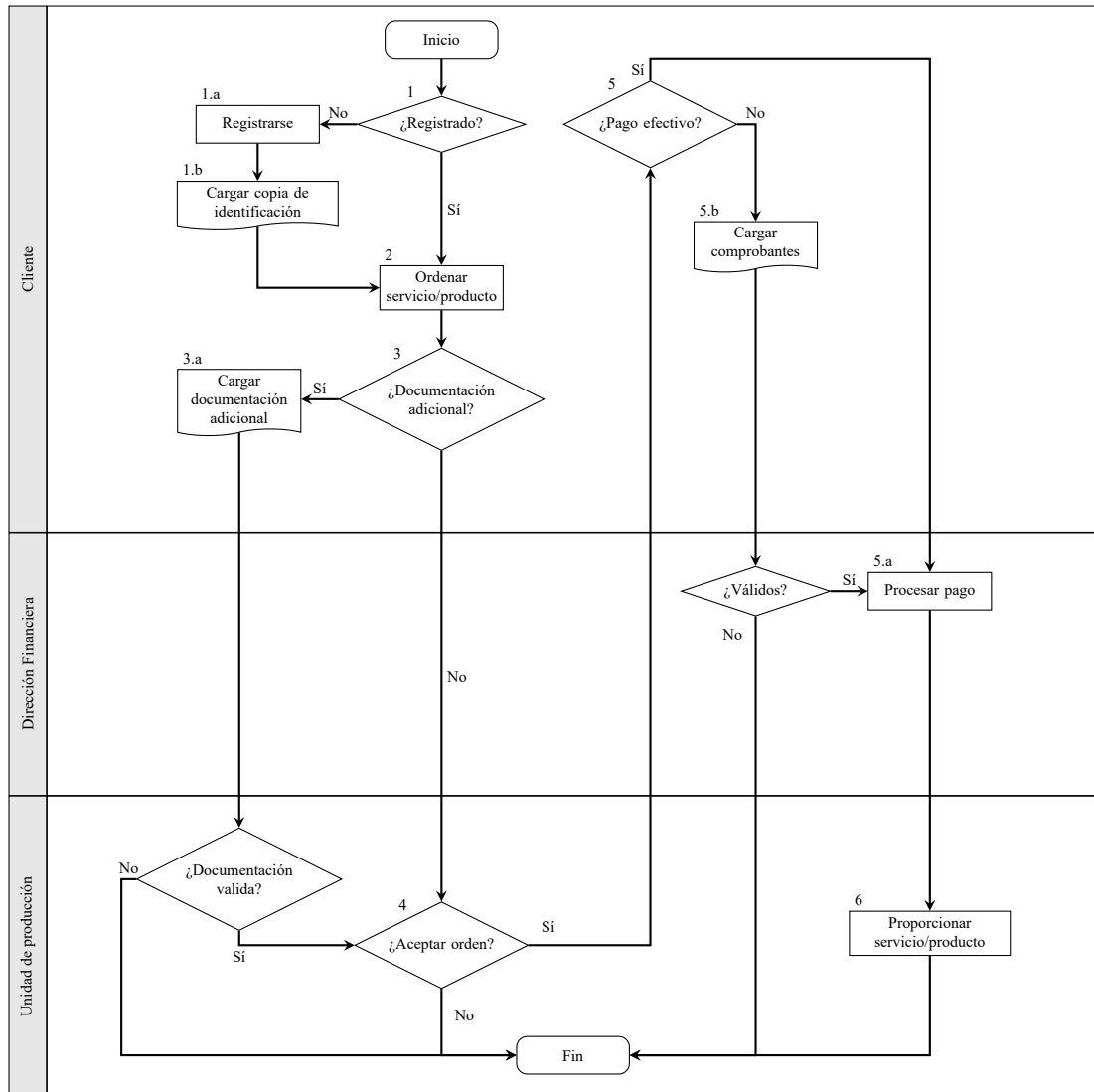


Figura 16. Diagrama de flujo del proceso propuesto con la aplicación web

### b. Arquitectura

El desarrollo del sistema se dividió en dos partes esenciales: la interfaz de usuario y la API. La interfaz de usuario permite a los usuarios clientes realizar el proceso de adquisición de servicios y a los usuarios administradores la validación y gestión de la información. La API, alojada en un servidor web, actúa como una conexión entre la base de datos y el almacenamiento de objetos, servicios encargados de almacenar información, y la interfaz web, donde los usuarios finales realizan operaciones y solicitan información. Debido a que se empleó un servicio de almacenamiento de objetos se vio necesaria la implementación de un servidor proxy que adecúe las solicitudes que hacen uso de URL prefirmadas proporcionadas por el mismo

almacenamiento.

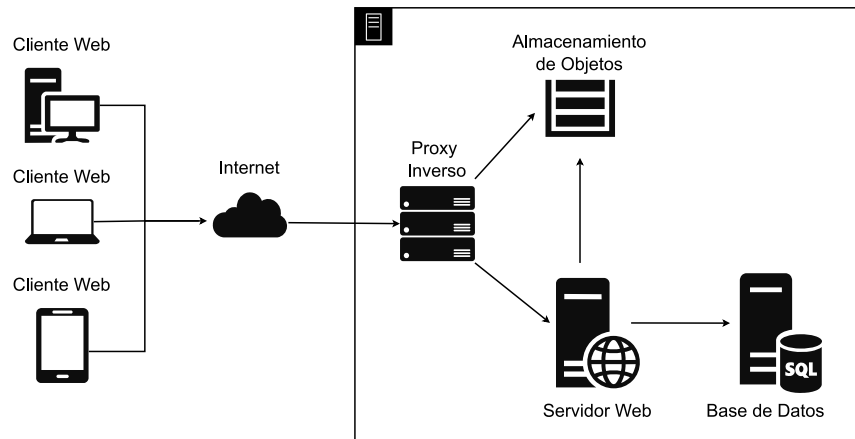


Figura 17. Arquitectura del sistema

### c. Prototipado

Como parte de esta fase de la metodología se desarrollaron prototipos con la finalidad de presentarlos a los usuarios y obtener una aprobación previa a la fase de construcción de la aplicación o una retroalimentación que permita realizar cambios que satisfaga las necesidades de los usuarios.

En la Figura 18 se representa la interfaz que utilizan los usuarios, ya sean clientes, administradores de unidad o administradores financieros para iniciar sesión en la aplicación.

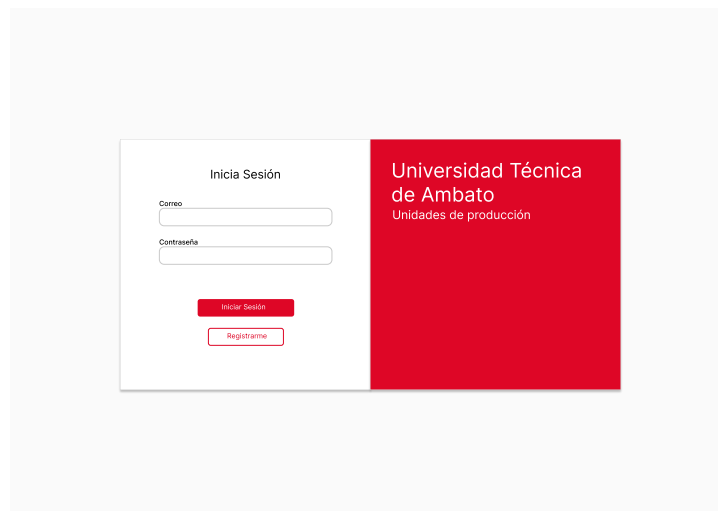


Figura 18. Prototipo de interfaz para el inicio de sesión del usuario

En la Figura 19 se muestra la primera interfaz para el registro de clientes, en donde estos deben completar el formulario para comenzar el proceso de registro. Este

formulario consta de cuatro campos: correo electrónico, contraseña, confirmación de contraseña y una entrada para cargar un archivo conteniendo una copia de la cédula de identificación.

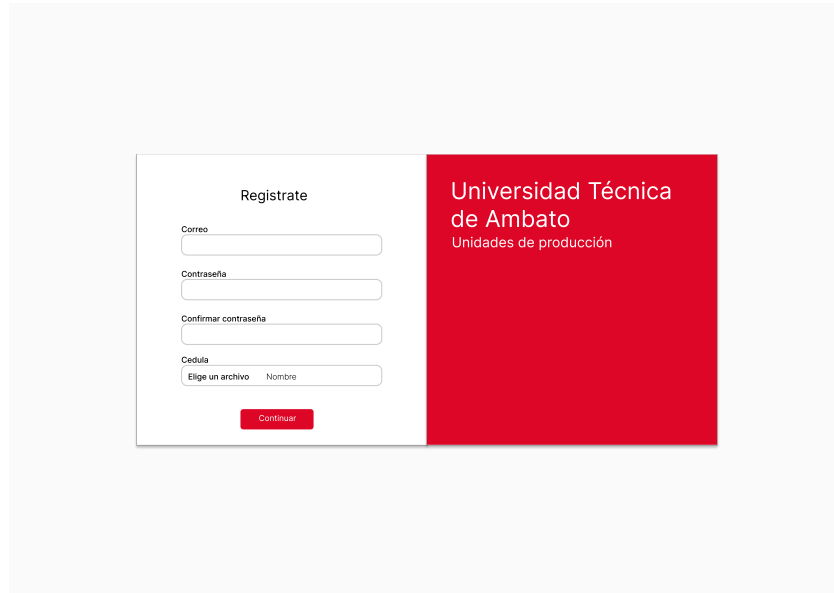
The image shows a registration form titled "Regístrate" on a white background. The form includes four input fields: "Correo" (Email), "Contraseña" (Password), "Confirmar contraseña" (Confirm Password), and "Cedula" (ID Card). The "Cedula" field is split into "Elige un archivo" (Choose a file) and "Nombre" (Name). A red "Continuar" (Continue) button is located at the bottom of the form. To the right of the form is a red vertical banner with the text "Universidad Técnica de Ambato" and "Unidades de producción" in white.

Figura 19. Prototipo de interfaz para el registro de clientes

Una vez se haya procesado la cédula de identificación el cliente confirmará y validará los datos extraídos y finalizará el proceso de registro.

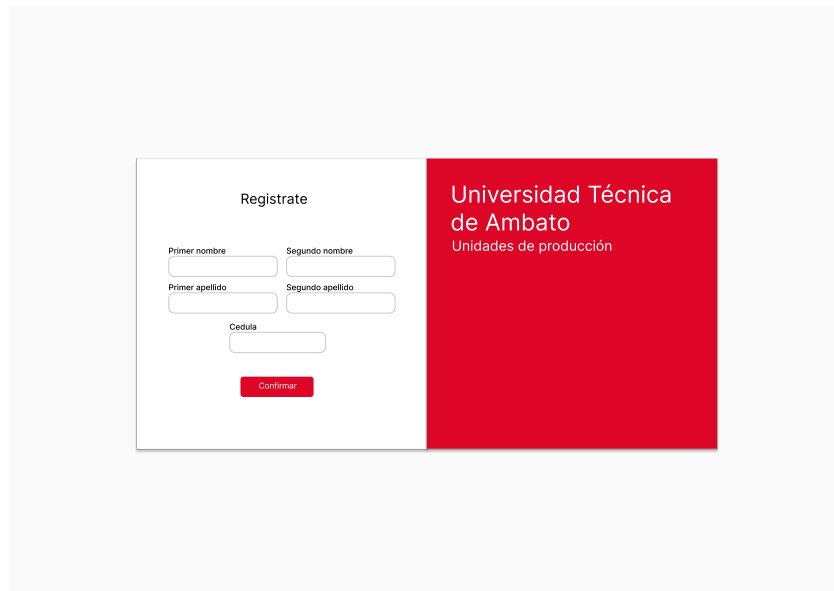
The image shows a validation form titled "Regístrate" on a white background. The form includes five input fields: "Primer nombre" (First name), "Segundo nombre" (Second name), "Primer apellido" (First surname), "Segundo apellido" (Second surname), and "Cedula" (ID Card). A red "Confirmar" (Confirm) button is located at the bottom of the form. To the right of the form is a red vertical banner with the text "Universidad Técnica de Ambato" and "Unidades de producción" in white.

Figura 20. Prototipo de interfaz para la validación de datos en el registro de clientes

En la Figura 21 se muestra los menús principales de navegación dentro del panel de control para administradores. Situada a la izquierda se encuentra una barra de

navegación lateral donde se posicionan las principales secciones del panel de control. En la parte superior se ubica el menú desplegable que muestra información del usuario y varias opciones de navegación.

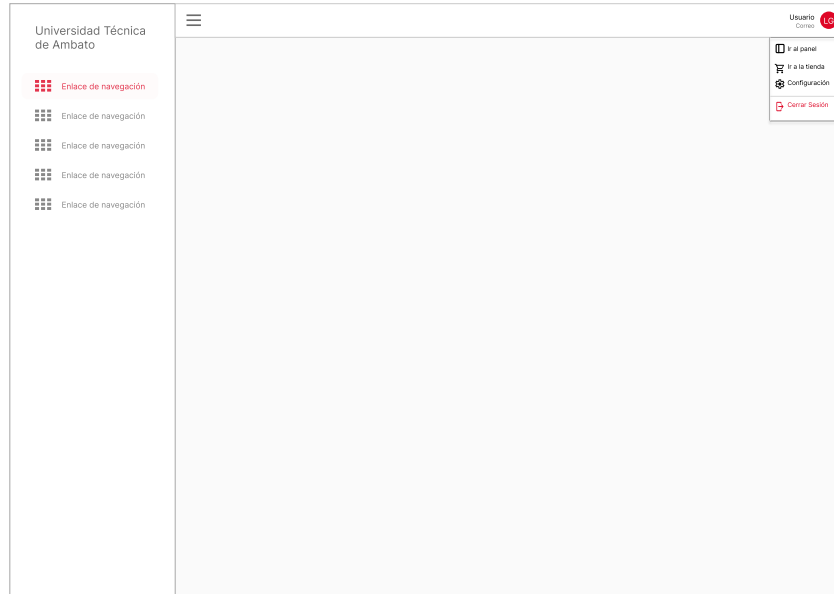


Figura 21. Prototipo de menús de navegación

Como base para la gestión de la información se proporciona una lista de entradas en forma de tabla que permite a los usuarios administradores realizar operaciones como la edición, creación, eliminación y visualización de estas. En la Figura 22 se puede observar como se muestra la información.

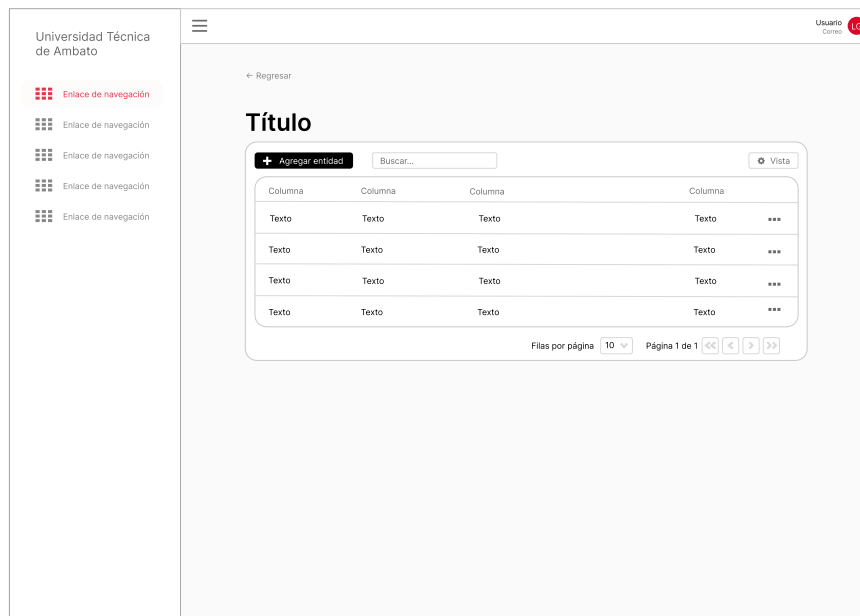


Figura 22. Prototipo para la gestión de la información para usuarios administradores



La visualización permite a los usuarios filtrar mediante un campo de búsqueda y modificar la visibilidad de ciertas columnas para cada tabla como se muestra en el menú desplegable de la Figura 23.

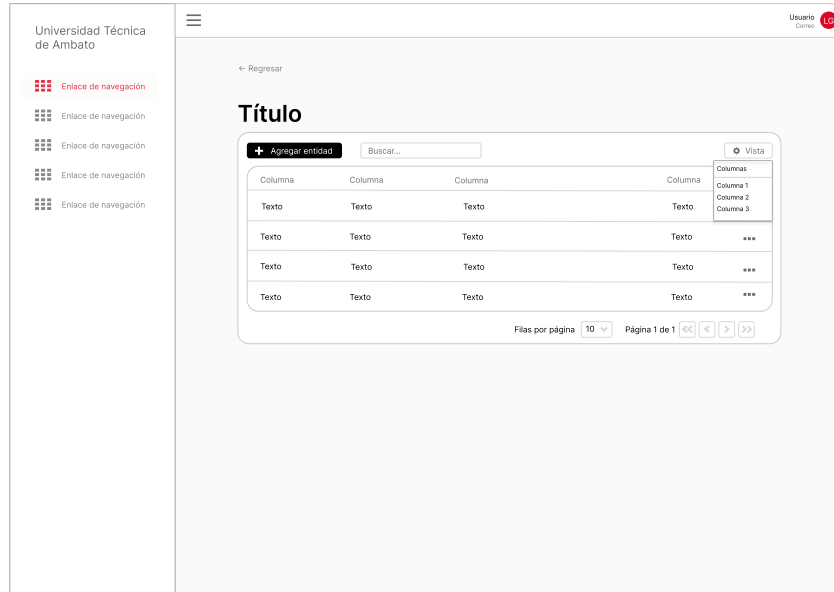


Figura 23. Prototipo para la configuración de visibilidad de columnas en una tabla

En la Figura 24 se muestra el menú desplegable que permite realizar las operaciones antes mencionadas, eliminación y edición, sobre la fila seleccionada. Como se muestra en la Figura 25 la operación de eliminación despliega un diálogo en donde se solicita una confirmación previa a la ejecución del proceso.

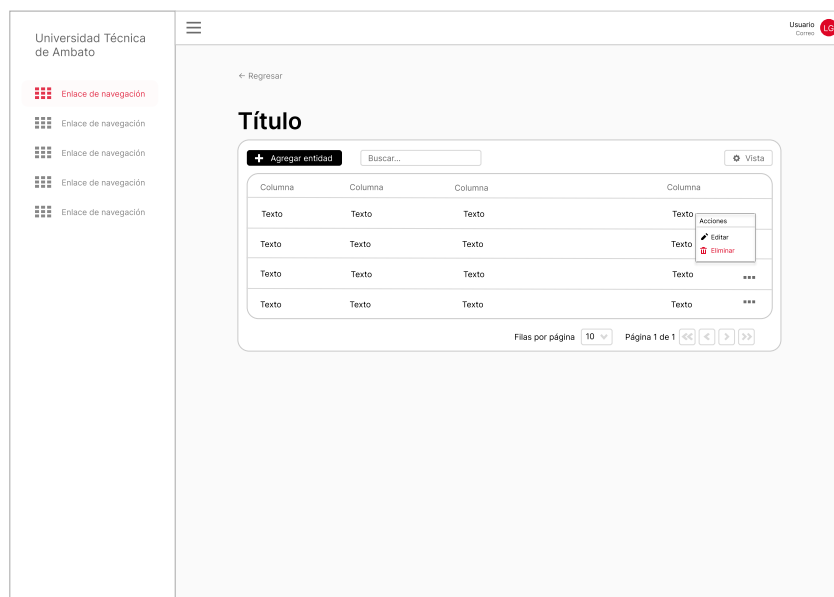


Figura 24. Prototipo de menú de acciones para las tablas

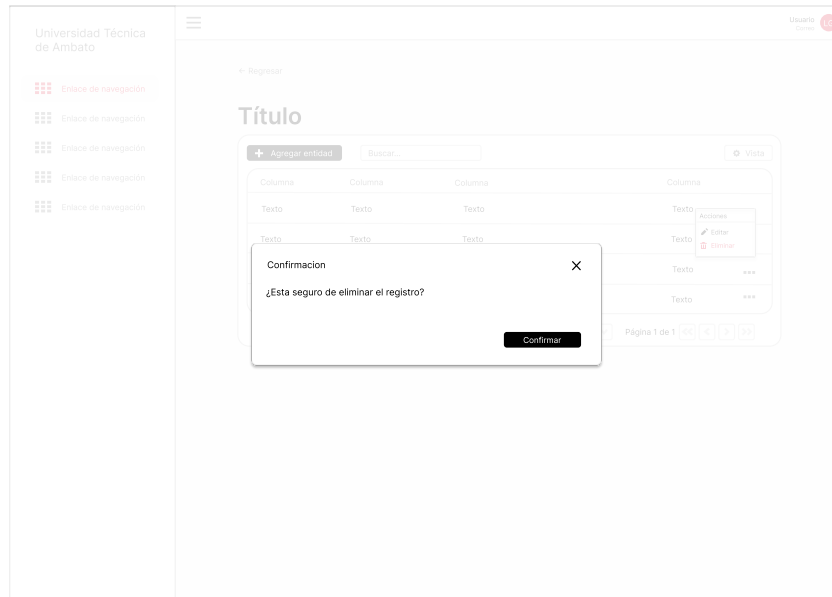


Figura 25. Prototipo de diálogo para la acción de eliminar en tablas

Como se muestra en la Figura 26 para la edición y creación de una nueva entrada se propone el uso de un formulario que cuenta con información sobre los campo e instrucciones, lo cual pretende garantizar un correcto uso de la aplicación.

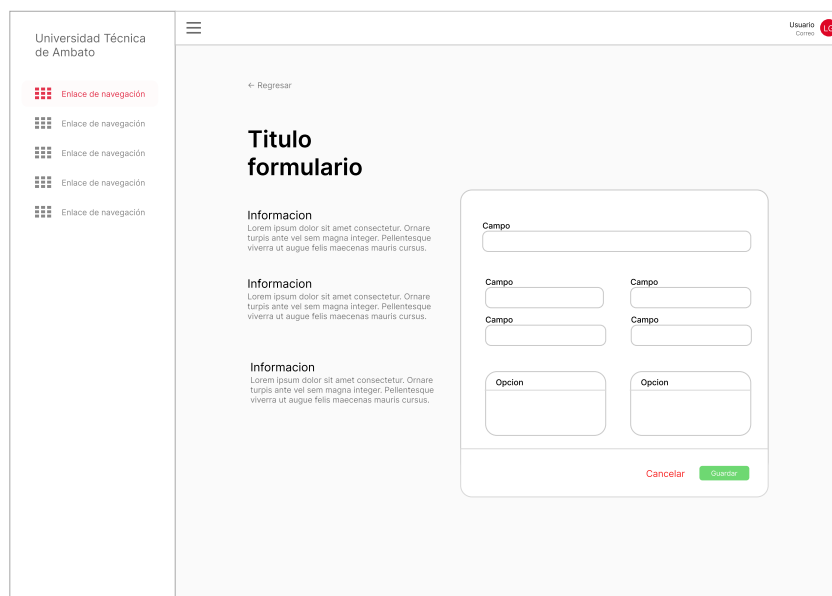


Figura 26. Prototipo base para los formularios de creación y edición

Como muestra específica se desarrollo un formulario para la creación y edición de un ítem de una Unidad de Producción. Este formulario cuenta con campos para la entrada de una imagen, título, descripción, categoría, subcategoría y precios. Cada precio es asignado a un solo tipo de cliente. Estos tipos de clientes son seleccionados mediante el uso de casillas de selección en un diálogo superpuesto como se muestra en la Figura 28.

Cada precio al ser modificado cambiara su estado a “no aprobado” lo cual se muestra mediante un ícono de alerta al costado del título del tipo de cliente como se indica en la Figura 27.

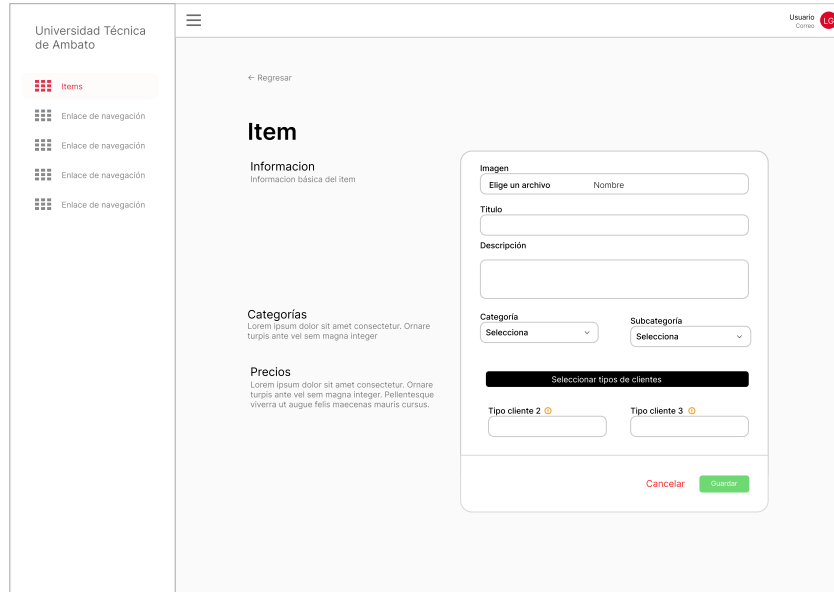


Figura 27. Prototipo del formulario para la creación y edición de ítems

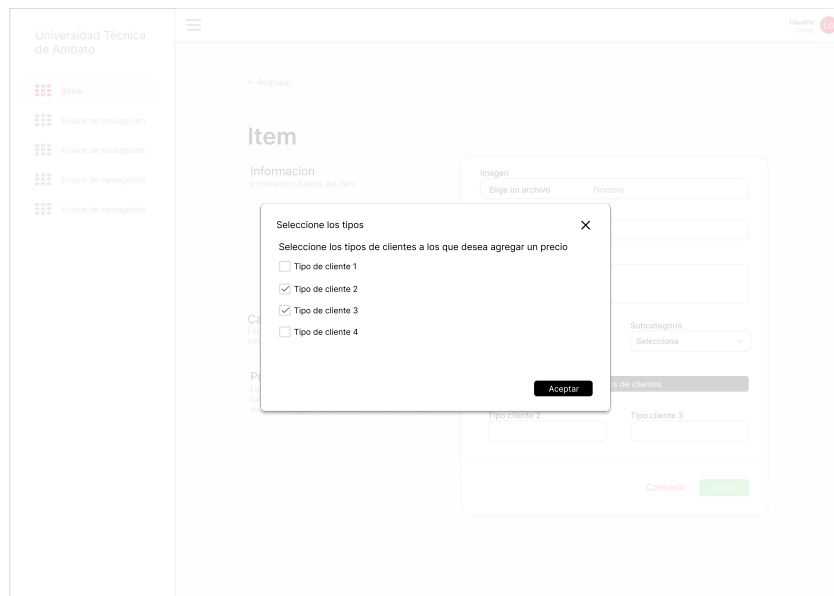


Figura 28. Prototipo para la selección de los tipos de clientes para ítems

Para la aceptación de ordenes por parte las Unidades de Producción se utilizó una interfaz que permite la visualización de las ordenes mediante filas en una tabla, esto puede ser observado en la Figura 29. Cada orden o fila cuenta con un enlace de acción que conduce a una interfaz en donde se muestra con mayor detalle la información

de la orden. En esta interfaz detallada se muestran varias secciones desplegadas que proporcionan información sobre los ítems contenidos en la orden y los archivos adjuntados por los clientes para satisfacer requerimientos. La visualización detallada de una orden se encuentra representada en la Figura 30 y la Figura 31.

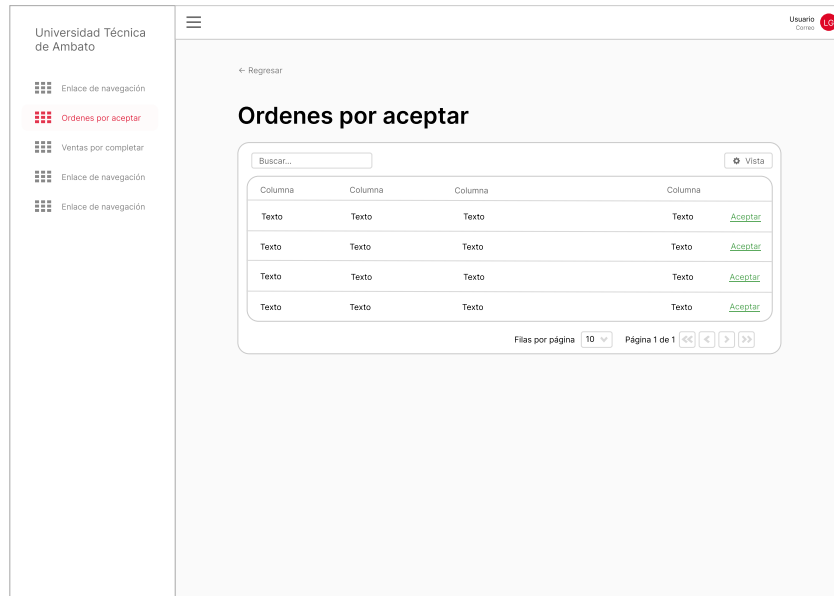


Figura 29. Prototipo de interfaz para la visualización de ordenes pendientes de aceptar

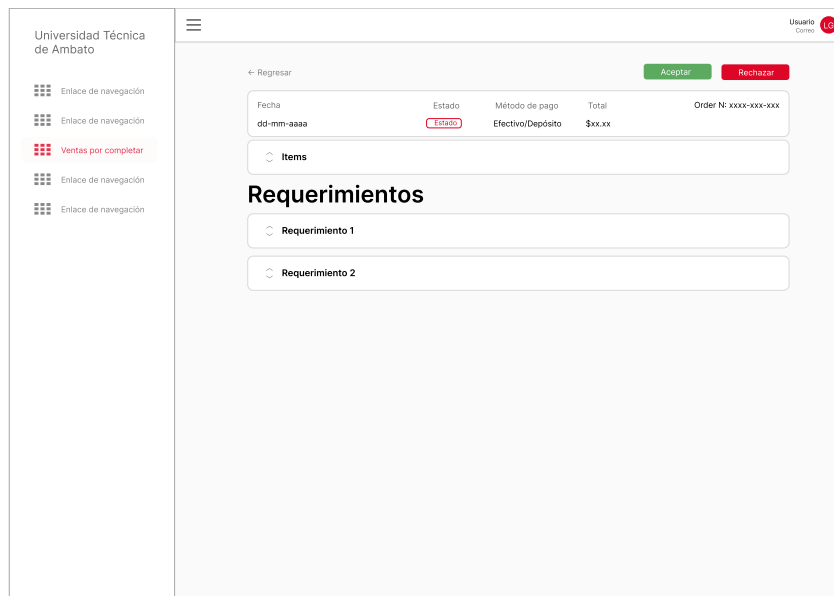


Figura 30. Prototipo de interfaz para la visualización detallada de una orden pendiente de aceptar

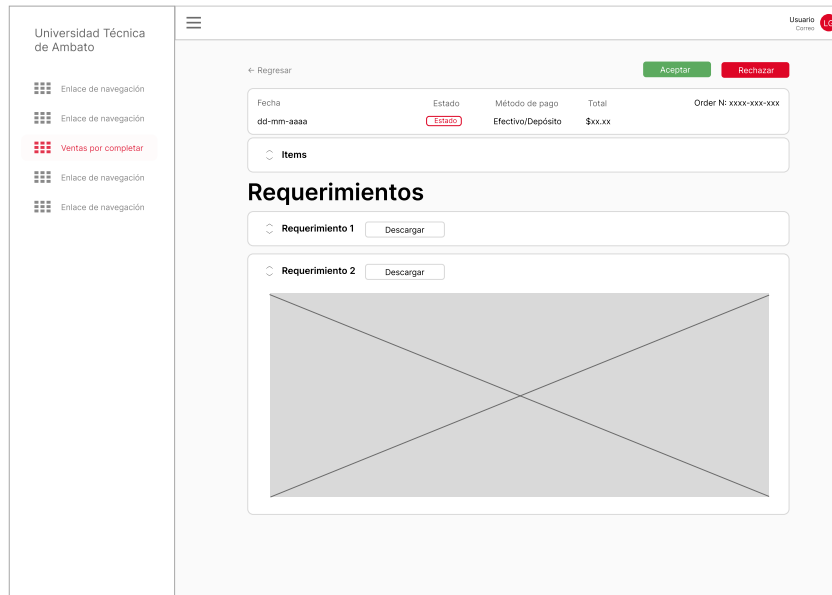


Figura 31. Prototipo de interfaz para la visualización de los requerimientos adjuntados en una orden pendiente de aceptar

La visualización de ordenes por validar para los administradores financieros se da mediante la representación de ordenes como filas de una tabla. Cada orden o fila cuenta con un enlace de acción que conduce a una vista más detallada de la orden, mostrando secciones desplegadas que contienen información de los ítems y de las evidencias de pagos o requisitos de pago para cada orden como se ve en la Figura 33 y la Figura 34.

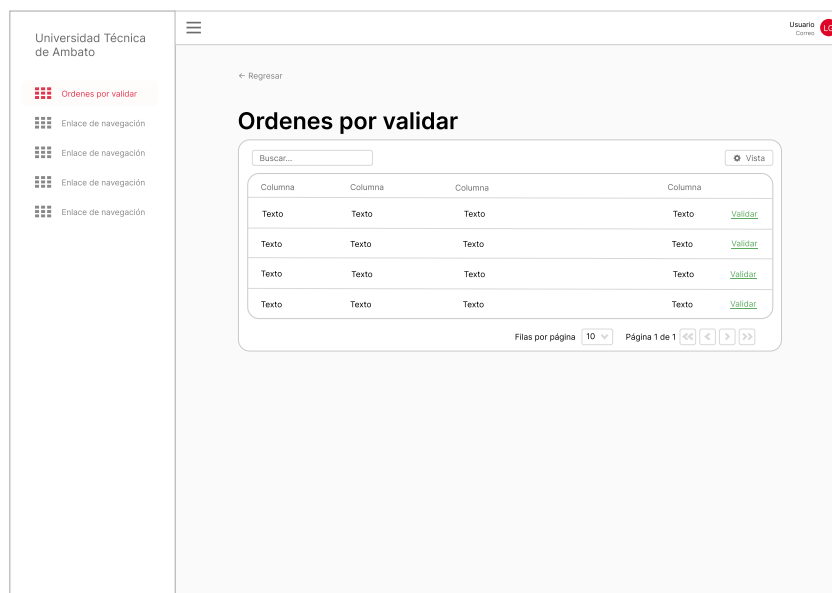


Figura 32. Prototipo de interfaz para la visualización de ordenes pendientes de validar

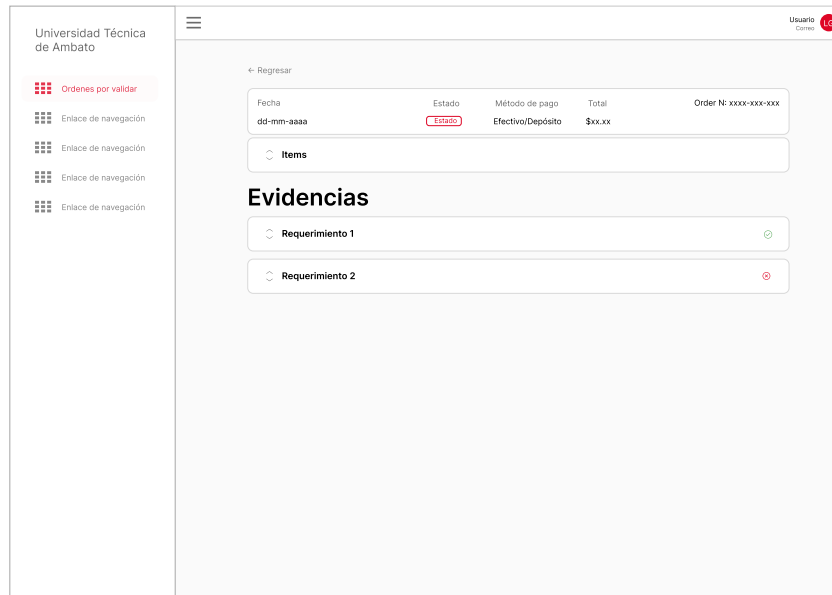


Figura 33. Prototipo de interfaz para la visualización detallada de órdenes pendientes de validar

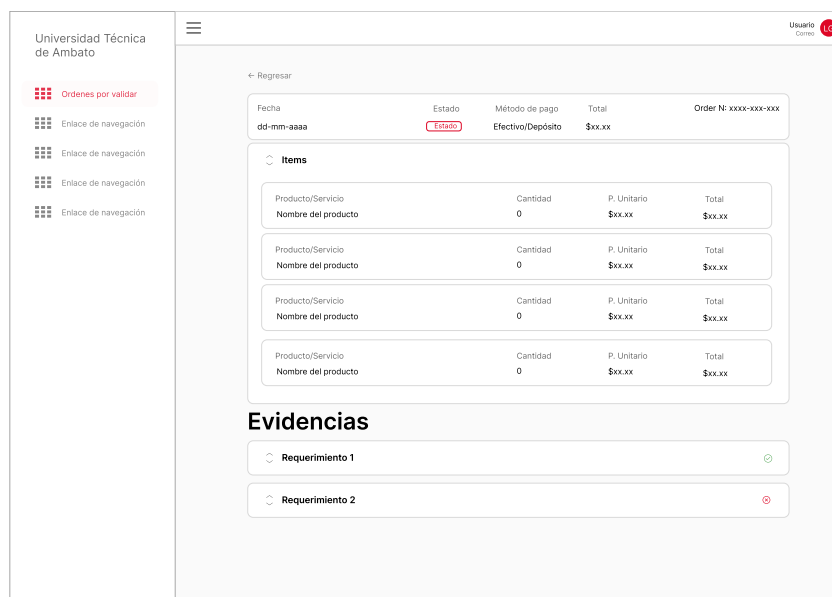


Figura 34. Prototipo de interfaz para la visualización detallada de los ítems de un orden

Como se mencionó anteriormente para la visualización de evidencias de pagos o requisitos de pago se usaron secciones desplegables las cuales muestran como título el nombre del requisito correspondiente y un ícono que indica si la evidencia ha sido validada o no. Cuando estas secciones son desplegadas muestran una imagen de la evidencia adjuntada por el cliente y datos extraídos en forma de entradas de texto modificables, estas entradas están acompañadas de íconos que informan si los

datos han sido validados exitosamente de manera automática o si requieren de una revisión manual. Además, estas secciones desplegadas permiten validar las evidencias mediante el uso de un botón. Estas características se encuentran representadas en la Figura 35. Cuando todas las evidencias han sido correctamente validadas se hace visible un botón en la parte superior derecha que permite generar la venta correspondiente según la orden, esto se muestra en la Figura 36.

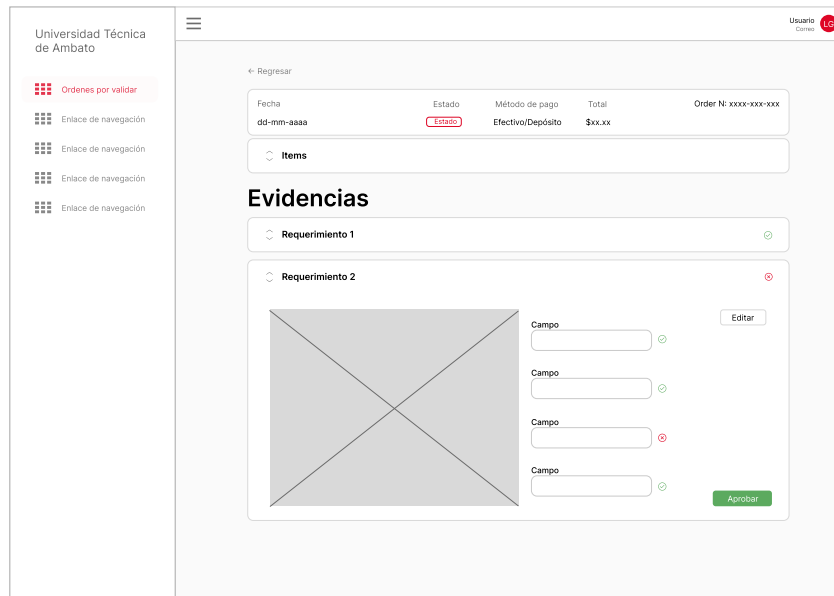


Figura 35. Prototipo de interfaz para la visualización y validación de evidencias de pago en una orden

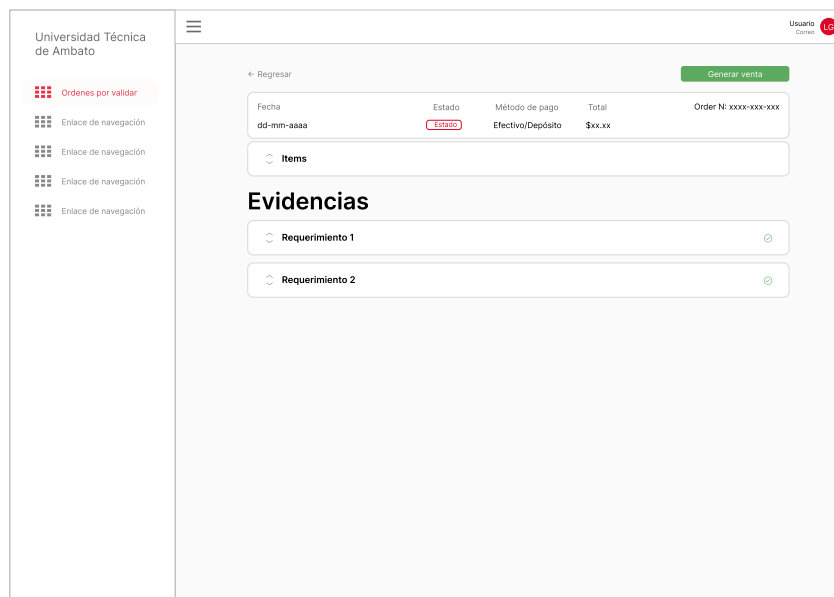


Figura 36. Prototipo de interfaz para la validación final de una orden

En la Figura 37 se muestra la interfaz que permite aprobar o desaprobar los aranceles

o precios asignados por los usuarios administradores de unidad en cada ítem. Estas acciones de aprobación o desaprobarción son ejecutadas mediante un botón en cada arancel representado como una fila de la tabla, una vez los aranceles son procesados se ocultan de la tabla.

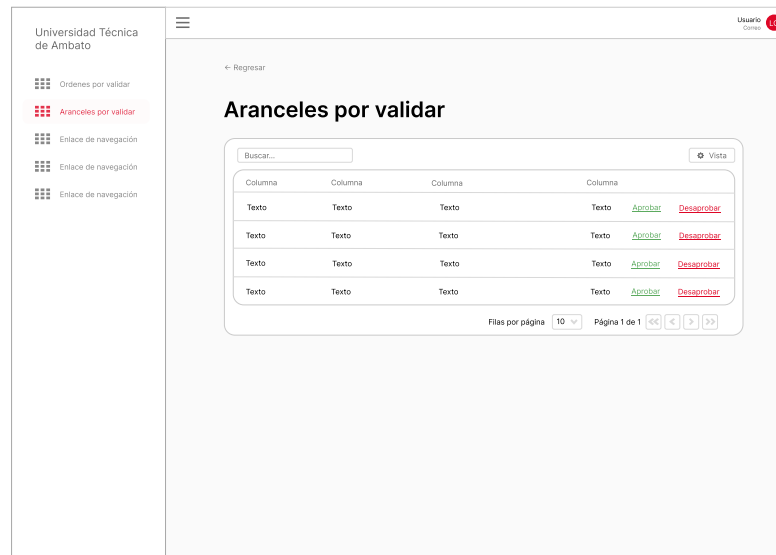


Figura 37. Prototipo de interfaz para la validación de aranceles

Como se puede observar en la Figura 38 cada Unidad de Producción puede procesar las ventas generadas por el administrador financiero. Este procesamiento se da mediante un enlace de acción ubicado en cada venta o fila de la tabla que conduce a una vista más detallada de la venta.

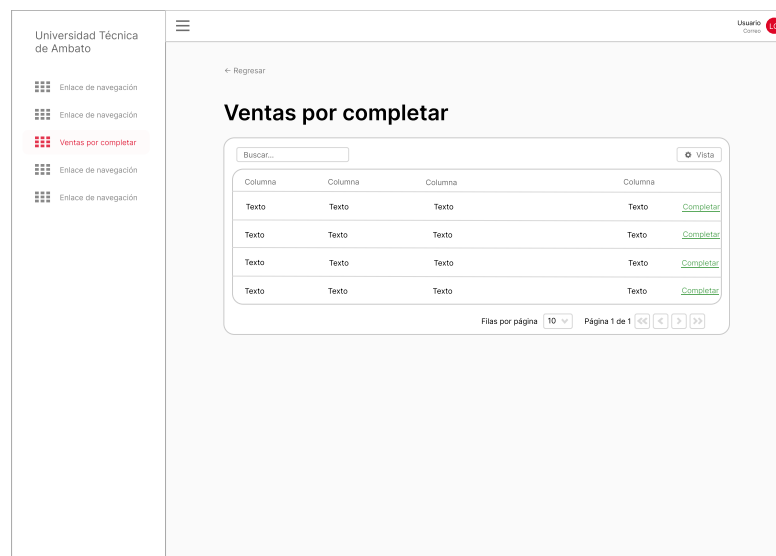


Figura 38. Prototipo de interfaz para visualización de ventas pendientes de completar

En esta vista más detallada, como se observa en la Figura 39, se muestran tanto los



requerimientos adjuntados, previo a la aceptación de la orden, como las evidencias de pago. Desde esta ventana los administradores de unidad pueden completar y finalizar la venta mediante un botón en la parte superior derecha.

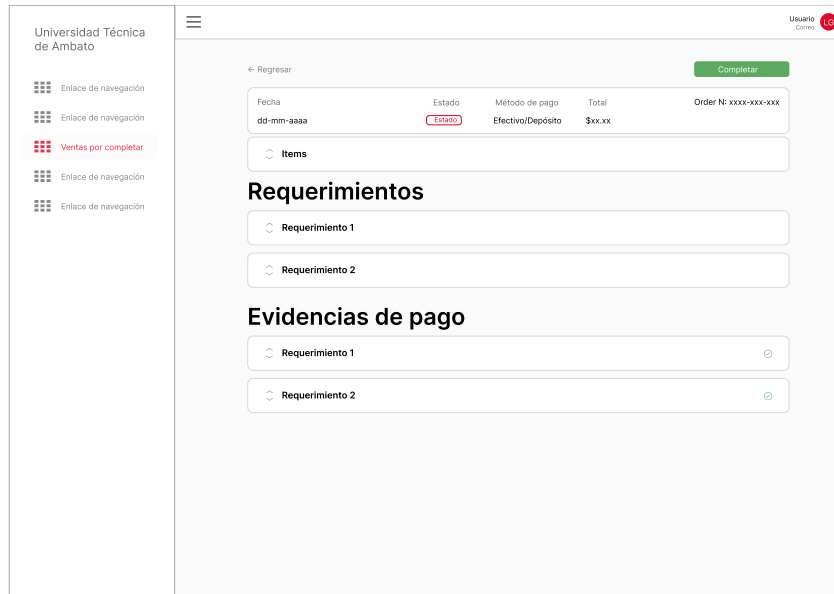


Figura 39. Prototipo de interfaz para la visualización detallada de una venta por completar

Para completar y finalizar la venta se debe realizar una confirmación mediante un cuadro de diálogo y, si es necesario, adjuntar archivos. Esto puede ser observado en la Figura 40.

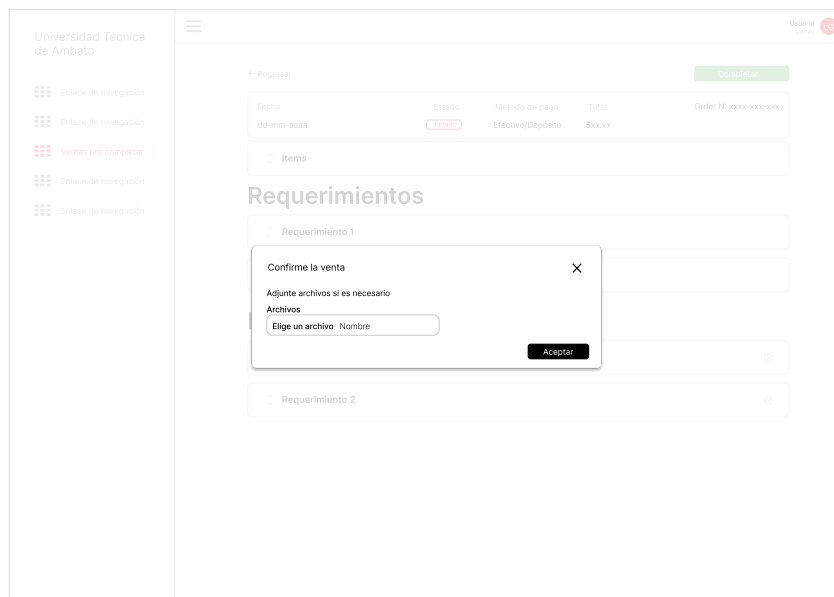


Figura 40. Prototipo de diálogo para adjuntar resultados y completar una venta

En la Figura 41 se muestra un prototipo de interfaz para la página inicial de la aplicación

web en donde se exponen las diferentes categorías de ítems disponibles y las Unidades de Producción. También, en la parte superior de la página se cuenta con una barra de navegación la cual contiene varios menús desplegables que permiten al usuario cliente navegar a páginas de interés. De igual manera, en la Figura 42 se observa como se expone la información de múltiples ítems.

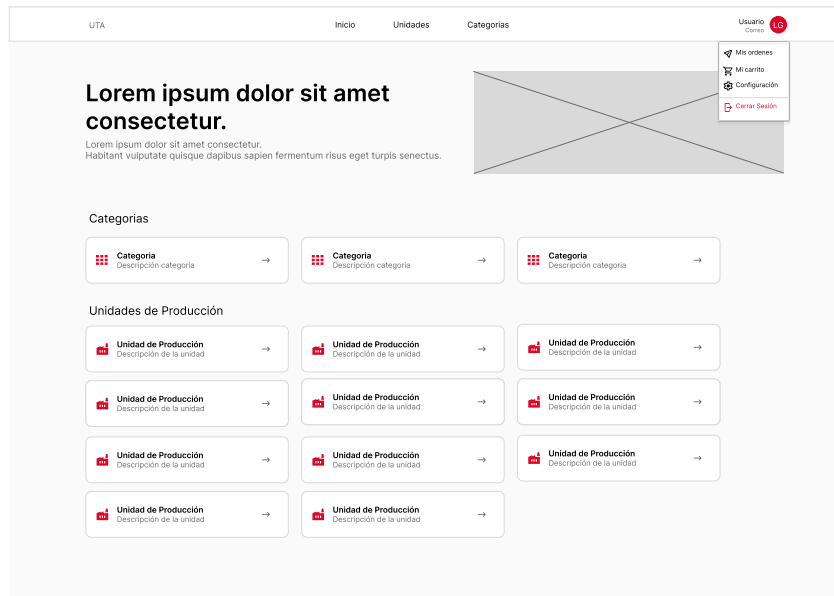


Figura 41. Prototipo de interfaz para la página inicial

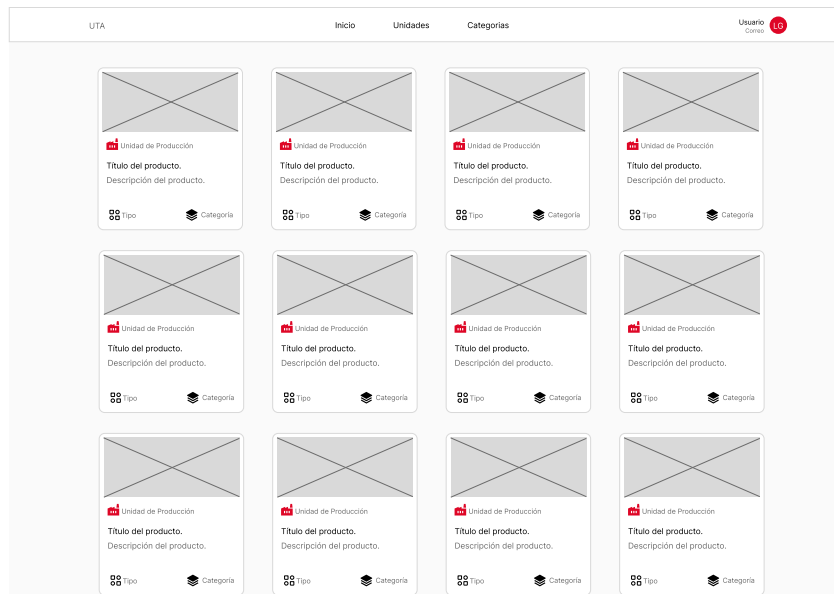


Figura 42. Prototipo de interfaz para la visualización de productos de las Unidades de Producción

La Figura 43 muestra como se expone la información detallada de un ítem en concreto indicando nombre, descripción, categoría, subcategoría, Unidad de Producción

responsable y precios para cada grupo de clientes. Además, se le permite al usuario cliente realizar acciones como: generar una orden rápidamente conteniendo solamente dicho ítem o agregarlo al carrito. Tanto como para agregar el ítem al carrito o generar una orden rápidamente se despliegan diálogos de confirmación en donde el cliente debe ingresar información adicional como se muestra en la Figura 44 y en la Figura 45.

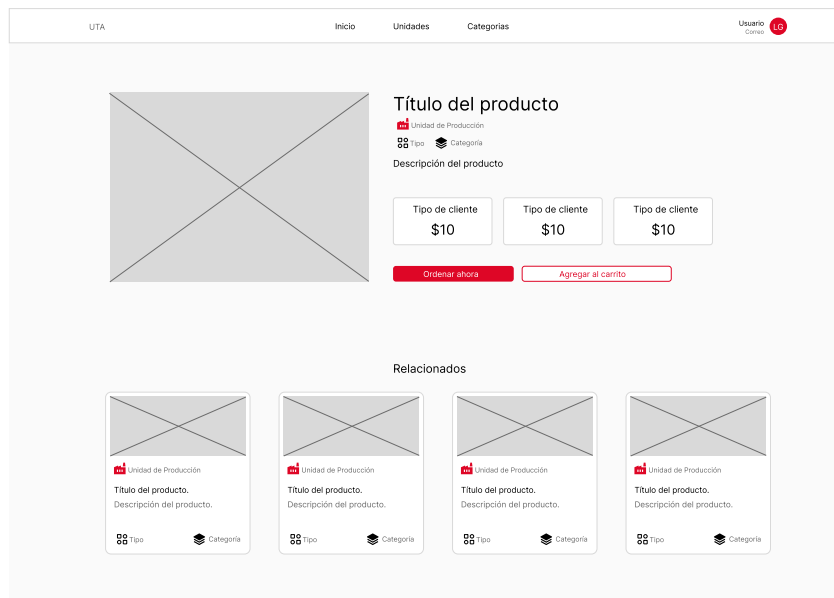


Figura 43. Prototipo de interfaz para la visualización detallada de un producto

En el caso de que el usuario cliente desee agregar un ítem al carrito se deberá confirmar la acción ingresando la cantidad, si es posible, deseada.

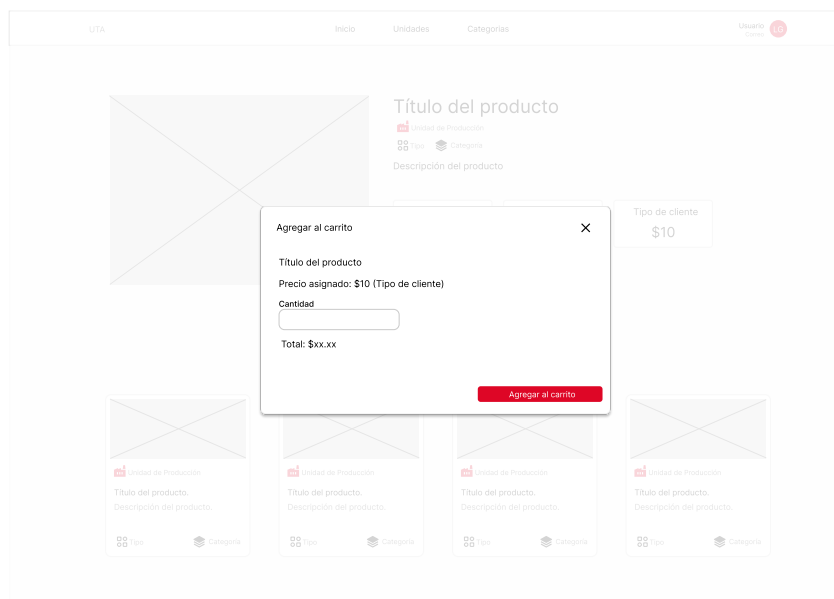


Figura 44. Prototipo de diálogo para agregar un producto al carrito

En el caso de que el usuario cliente desee generar una orden rápida se deberá ingresar la cantidad deseada si esto es posible, método de pago y, en caso de ser necesario, adjuntar documentos cumpliendo los requisitos solicitados.

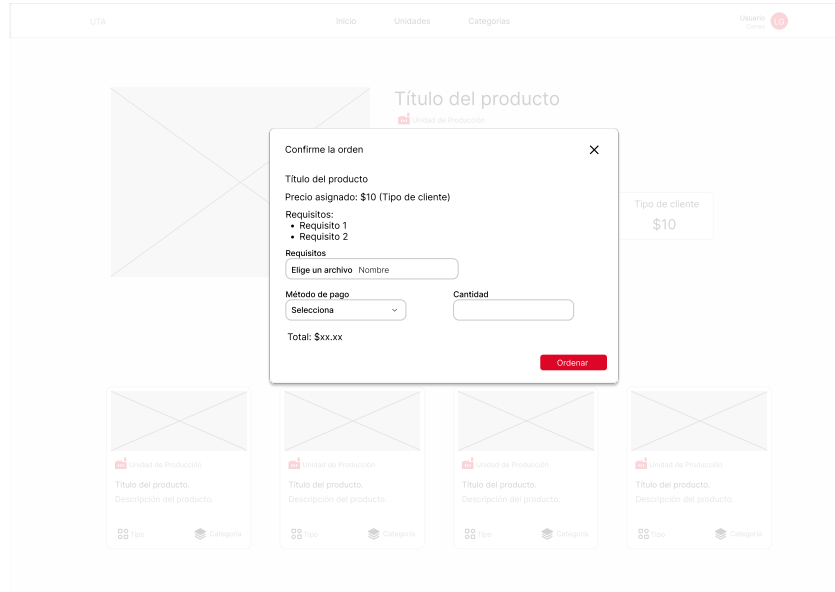


Figura 45. Prototipo de diálogo para ordenar un producto

En la siguiente figura se observa como se muestra la información del carrito de compra. Los ítems son separados en secciones desplegables diferenciadas por la Unidad de Producción a la que pertenecen. Cada sección cuenta con un botón que le permite al usuario cliente la generación de la orden según los ítems que se encuentra contenidos en esta.

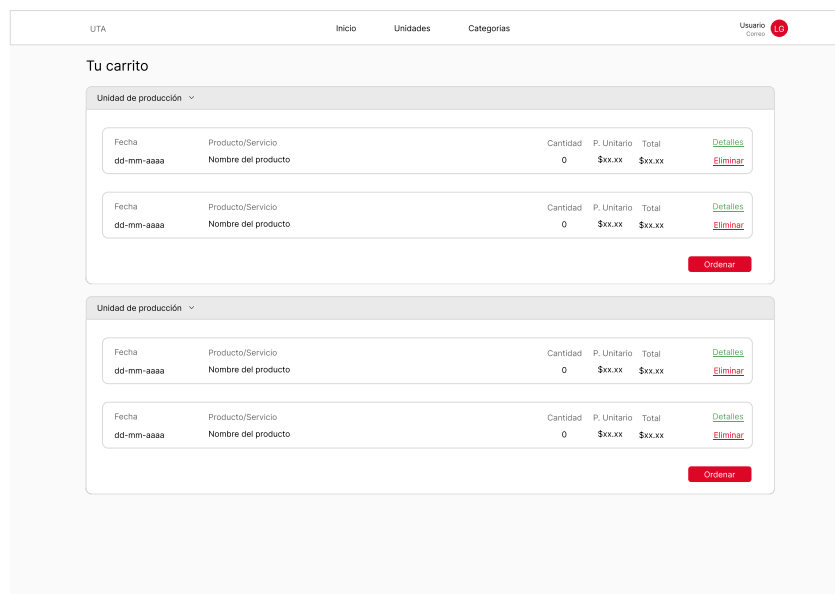


Figura 46. Prototipo de interfaz para la visualización el carrito de compra

Para generar la orden es necesario que el usuario cliente realice una confirmación y, de ser necesario, adjunte archivos cumpliendo los requerimientos solicitados, esto puede ser observado en la Figura 47.

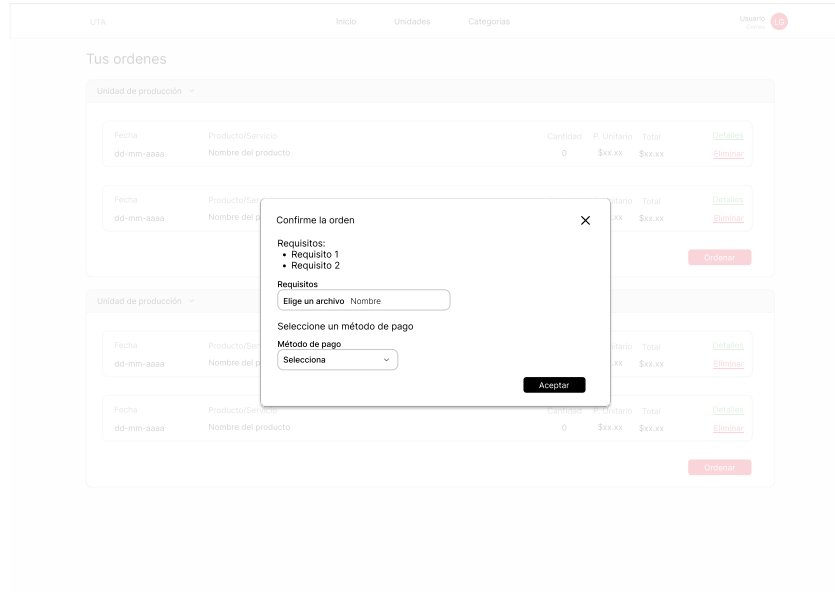


Figura 47. Prototipo de interfaz para ordenar los productos del carrito

En la Figura 48 y la Figura 49 se pueden observar los prototipos de interfaz para la visualización de las ordenes generadas y de las compras completadas del usuario cliente.

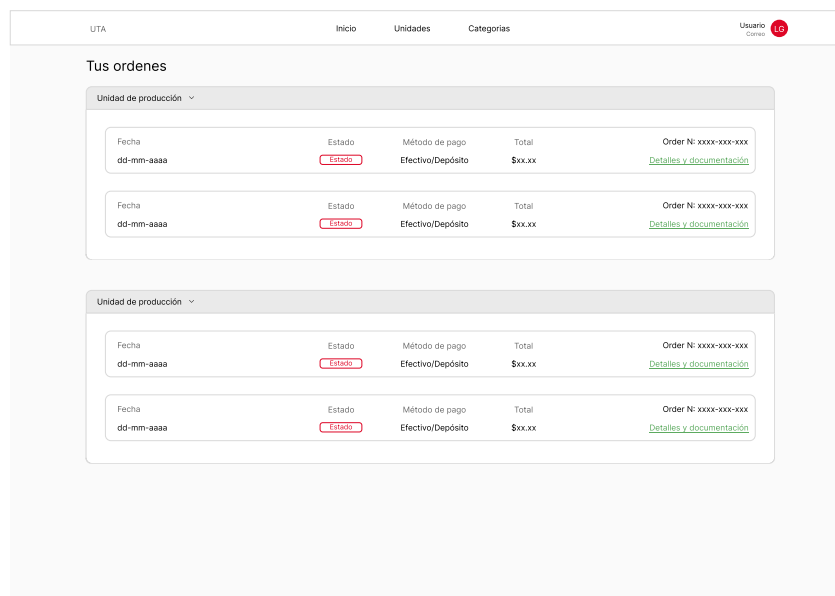


Figura 48. Prototipo de interfaz para la visualización de las ordenes generadas

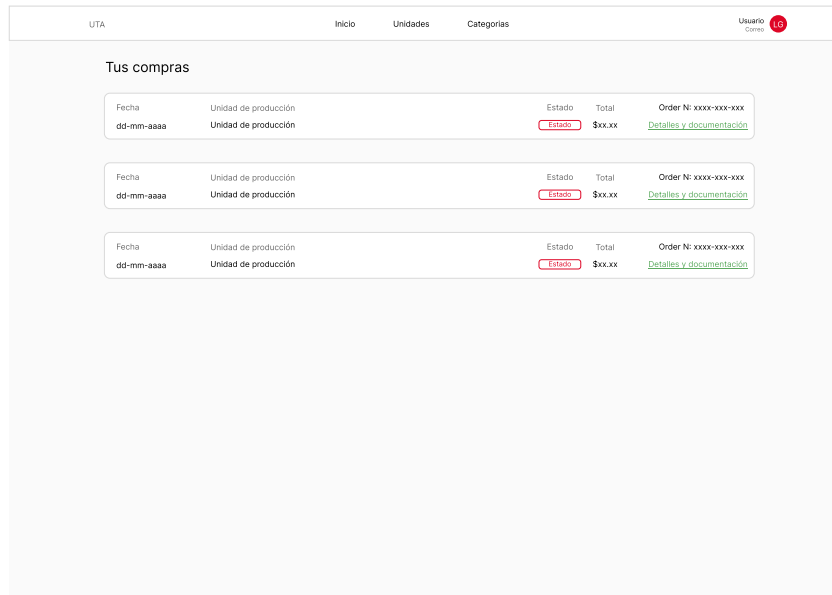


Figura 49. Prototipo de interfaz para la visualización de las compras completadas

La Figura 50 muestra el prototipo de interfaz que permite al usuario visualizar detalladamente una orden o compra. En esta interfaz el usuario cliente puede adjuntar archivos pendientes o descargarlos para su visualización. La acción de adjuntar archivos se da mediante la selección del archivo deseado en la sección de “Documentación pendiente”, esto despliega un cuadro de diálogo en donde mediante una entrada de archivos el cliente debe seleccionar el archivo deseado.

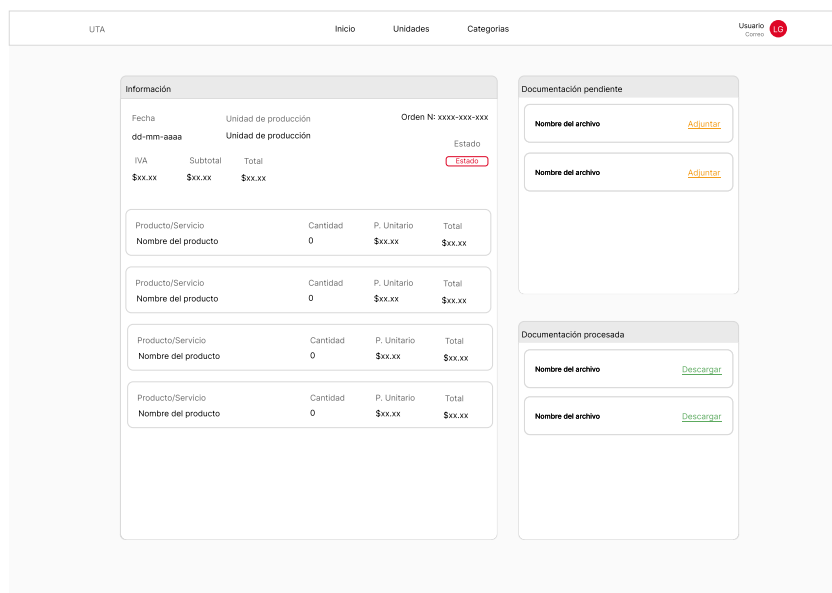


Figura 50. Prototipo de interfaz para la visualización detallada de ordenes y compras

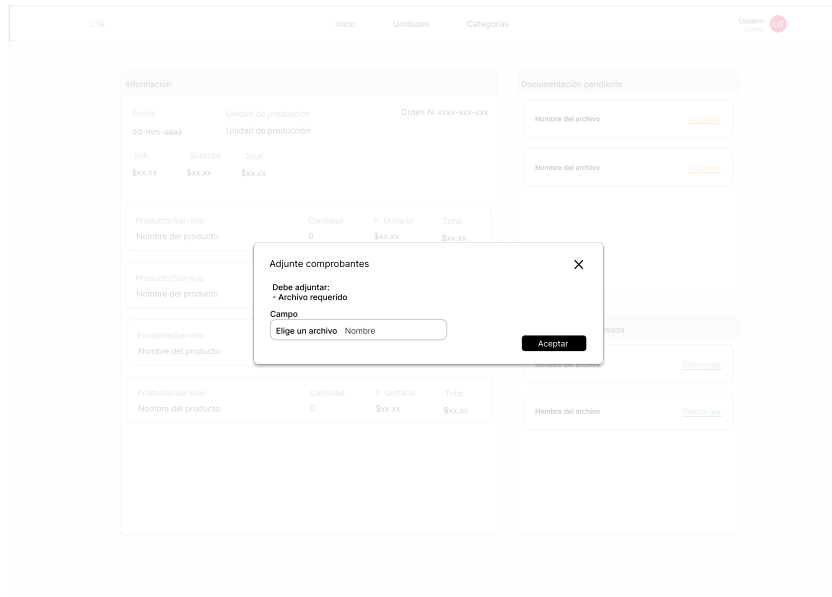


Figura 51. Prototipo de diálogo para la subida de archivos como documentos en ordenes

### 3.7.3 Construcción

#### a. Backend

▪ **Construcción y ejecución.** La construcción de la API se realizó mediante el uso de Docker y un archivo Dockerfile, como se puede observar en el Código 1, en donde se especifican las dependencias a instalar y se indica como iniciar el servidor web. Las dependencias usadas en el proyecto se detallan en el Anexo F.

```

1 FROM python:3.11 as base
2 RUN apt-get update && apt-get -y install tesseract-ocr poppler-utils
3 WORKDIR /app
4 COPY requirements.txt .
5 RUN pip install --no-cache-dir --upgrade -r requirements.txt
6 COPY . .
7 EXPOSE 80
8
9
10 FROM base as dev
11 RUN chmod +x entrypoint.sh
12 CMD ["uvicorn", "src.shared.infrastructure.presentation.main:app", "--host", "0.0.0.0", "--port", "80", "--root-path", "/api/"
    ↪ v1", "--reload"]
13
14 FROM base as prod
15 CMD ["uvicorn", "src.shared.infrastructure.presentation.main:app", "--host", "0.0.0.0", "--port", "80", "--root-path", "/api/"
    ↪ v1"]

```

Código 1. Archivo Dockerfile para la construcción y ejecución de la API

Además, con la finalidad de ejecutar y gestionar todos los servicios necesarios para el funcionamiento de la API se usó Docker Compose y se escribió un

archivo `docker-compose.yml` en donde se detallan las configuraciones aplicadas a cada servicio. Finalmente, para poder realizar la construcción del proyecto se uso el comando `docker compose build` y para su ejecución se uso el comando `docker compose up`, en el Anexo G se muestra la configuración usada.

▪ **Configuración de la API.** En el Código 2 se observa un ejemplo de configuración e inicialización de la API en donde se configura el Intercambio de Recursos de Origen Cruzado (CORS), se inicializa el contenedor de dependencias y se incluye un enrutador para las rutas de autenticación de usuario.

```
1 from fastapi import FastAPI
2 from fastapi.middleware.cors import CORSMiddleware
3
4 from src.auth.infra.api.auth_router import auth_router
5 from src.shared.infra.dependencies.main_container import Container
6
7 origins = ["*", ]
8
9
10 def create_app() -> FastAPI:
11     container = Container()
12     app = FastAPI()
13     app.container = container
14
15     app.include_router(auth_router)
16
17     return app
18
19
20 app = create_app()
21
22 app.add_middleware(
23     CORSMiddleware,
24     allow_origins=origins,
25     allow_credentials=True,
26     allow_methods=["*"],
27     allow_headers=["*"],
28 )
```

Código 2. Configuración e inicialización de la API

▪ **Contenedor de dependencias.** El uso de un contenedor de dependencias permitió la inyección de instancias de objetos según fuera necesario a través de todo el proyecto. En el Código 3 se puede observar como se configura un contenedor principal encargado de instanciar otros contenedores responsables de gestionar dependencias como repositorios, OCR, gestor de sesiones, almacenamiento de objetos y de los diferentes servicios de módulos de la API como: ordenes, autenticación, panel de control, entre otros.

```
1
2 from dependency_injector import containers, providers
3
4 from settings import settings
5 from src.auth.infra.auth_container import AuthContainer
```



```

6 from src.console.infra.console_container import ConsoleContainer
7 from src.dashboard.infra.dashboard_container import DashboardContainer
8 from src.market.infra.market_container import MarketContainer
9 from src.orders.infra.orders_container import OrderContainer
10 from src.shared.infra.database.session_manager import SessionManager
11 from src.shared.infra.dependencies.ocr_container import OCRContainer
12 from src.shared.infra.dependencies.repositories_container import \
13    AlchemyRepositories
14 from src.shared.infra.persistance.minio_storage import MinIOStorage
15 from src.shopping_cart.infra.shopping_cart_container import \
16     ShoppingCartContainer
17
18
19 class MainContainer(containers.DeclarativeContainer):
20
21     wiring_config = containers.WiringConfiguration(packages=["src", "tests"])
22     session_manager = providers.Singleton(SessionManager, database_url=settings.database_uri)
23     object_storage = providers.Singleton(MinIOStorage)
24     repositories = providers.Container(AlchemyRepositories, session_manager=session_manager)
25     ocr = providers.Container(OCRContainer)
26     console = providers.Container(ConsoleContainer, session_manager=session_manager)
27     dashboard = providers.Container(DashboardContainer, repositories=repositories, object_storage=object_storage,
28     ↪ session_manager=session_manager)
29     auth = providers.Container(AuthContainer, session_manager=session_manager, aligner=ocr.aligner)
30     market = providers.Container(MarketContainer, session_manager=session_manager)
31     order = providers.Container(OrderContainer, ocr=ocr, repositories=repositories, object_storage=object_storage)
32     cart = providers.Container(ShoppingCartContainer, repositories=repositories)

```

Código 3. Contenedor de dependencias

▪ **Acceso y persistencia de datos.** Para el acceso y persistencia de datos se hizo uso de SQLAlchemy. SQLAlchemy es un conjunto de herramientas SQL de código abierto y un mapeador objeto-relacional (ORM) para el lenguaje de programación Python. SQLAlchemy permitió la creación de tablas usando clases de Python, lo cual agilizo y redució el tiempo de desarrollo pues también se usaron estos objetos como entidades de domino. En el Código 4 se puede observar la definición de la tabla usuario como ejemplo. En la Figura 52 se muestra un diagrama de entidad relación de la base de datos desarrollada.

```

154 class User(Base):
155     __tablename__ = "user"
156
157     id = mapped_column(UUID(as_uuid=True), primary_key=True, default=uuid4)
158     cedula: Mapped[str] = mapped_column(String(10), unique=True)
159     email: Mapped[str] = mapped_column(String, unique=True)
160     password: Mapped[str] = mapped_column(HASHED_PASSWORD)
161     number: Mapped[str] = mapped_column(String(10), default = "9999999999")
162     first_name: Mapped[str] = mapped_column(String)
163     middle_name = mapped_column(String)
164     first_surname: Mapped[str] = mapped_column(String)
165     second_surname = mapped_column(String)
166     is_active = mapped_column(Boolean, default=False, server_default=text("false"))

```

Código 4. Modelos ORM

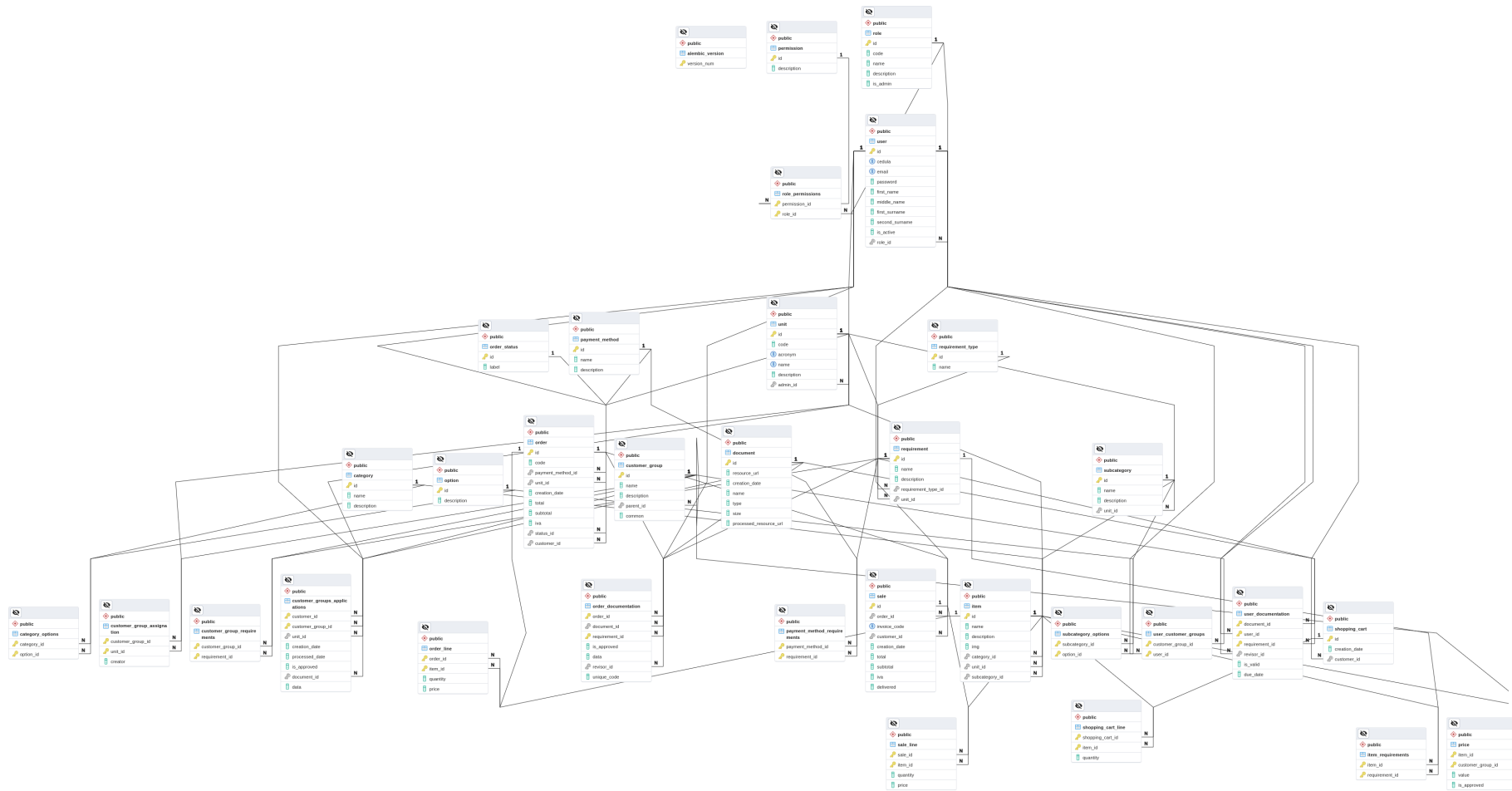


Figura 52. Diagrama de entidad relación de la base de datos

- **Almacenamiento de objetos.** El almacenamiento de objetos implementado con MinIO se uso principalmente para recopilar y organizar la documentación de las ordenes, imágenes de ítems y documentación de usuarios, entre otros. En el Código 5 se detalla la implementación de MinIO la cual cuenta con métodos para persistir archivos y para devolver una URL prefirmada para la visualización y acceso al recurso deseado.

```
14 class Buckets(str, Enum):
15     ORDERS_DOCUMENTATION = "orders-documentation"
16     ITEMS_IMAGES = "item-images"
17     CLIENT_DOCUMENTATION = "clients-documentation"
18     APPLICATIONS = "applications"
19
20
21 class MinIOStorage(ObjectStorage):
22
23     def __init__(self) -> None:
24         self.SERVER = settings.minio_server
25         self.USER = settings.minio_root_user
26         self.PASSWORD = settings.minio_root_password
27         self.client = Minio(
28             self.SERVER,
29             self.USER,
30             self.PASSWORD,
31             secure=False
32         )
33
34     def persist(self, bucket: str, file_id: str, file_size: int | None, file: BinaryIO) -> None:
35         file.seek(0)
36         result = self.client.put_object(
37             bucket,
38             file_id,
39             file,
40             file_size
41         )
42         return result.object_name
43
44     def get_object_access_url(self, bucket: str, object_id: str) -> str:
45         # Delete host to change it on the client
46         regex = re.compile(".*minio:9000/", re.IGNORECASE)
47         url = self.client.get_presigned_url(
48             "GET",
49             bucket,
50             object_id,
51             expires=timedelta(minutes=30),
52         )
53         url = re.sub(regex, '', url)
54         return url
```

Código 5. Implementación de MinIO

- **Documentación.** La documentación de la API fue generada de manera automática por FastAPI a través de las anotaciones y sugerencias de tipo en la definición de las funciones de los endpoint y puede ser visualizada en una interfaz web interactiva accesible desde un navegador. Esta documentación hace uso de la especificación de OpenAPI.

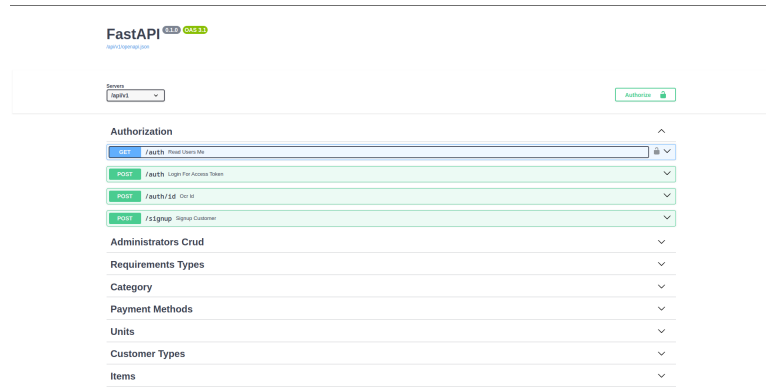


Figura 53. Interfaz web de la documentación de la API generada por FastAPI

### b. *Frontend*

▪ **Construcción y ejecución.** Para la creación inicial del proyecto frontend se utilizó el gestor de paquetes Yarn y el comando `yarn create vite` el cual crea una aplicación usando Vite y permite establecer configuraciones básicas como el nombre del proyecto, el framework a utilizar y si se desea usar o no TypeScript, en el Código 6 se puede observar la configuración establecida. Además, se usaron dependencias como librerías de componentes y herramientas para mejorar y agilizar el desarrollo de la interfaz de usuario de la aplicación web, en el Anexo H se detallan las dependencias usadas.

```
[carri@rcpc ~]$ yarn create vite
yarn create v1.22.19
[1/4] Resolving packages...
[2/4] Fetching packages...
[3/4] Linking dependencies...
[4/4] Building fresh packages...

success Installed "create-vite@5.0.0" with binaries:
  - create-vite
  - cva

Project name: .. market
Select a framework: > React
Select a variant: > TypeScript

Scaffolding project in /home/carri/workspace/vite-project...

Done. Now run:

  cd vite-project
  yarn
  yarn dev

Done in 17.69s.
```

Código 6. Uso del comando “yarn create vite”

### c. Aplicación web

- **Inicio de sesión.** En el Código 7 se evidencia el endpoint usado para el inicio de sesión. Esta función recibe como parámetro la información de correo y contraseña del usuario a través de un formulario OAuth2.0. La información recibida es procesada por la dependencia authenticator que se encarga de autenticar al usuario, si el usuario es autenticado correctamente la dependencia tokener se encarga de crear el token que le permitirá al usuario autenticarse en el resto de la aplicación.

```
25 @auth_router.post("/")
26 def login_for_access_token(
27     authenticator: AuthenticatorDependency,
28     tokener: TokenerDependency,
29     data: OAuth2PasswordRequestForm = Depends(),
30 ) -> Token:
31     user = authenticator.authenticate_user(data.username, data.password)
32     access_token_expires = timedelta(minutes=settings.access_token_expire_minutes)
33     token_data = {"username": user.email}
34     access_token = tokener.create_token(data=token_data, expires_delta=access_token_expires)
35     if user.units:
36         user_response = UnitAdminResponse.build(user)
37     else:
38         user_response = UserResponse.build(user)
39     return Token(access_token=access_token, token_type="bearer", user=user_response)
```

Código 7. Endpoint para el inicio de sesión

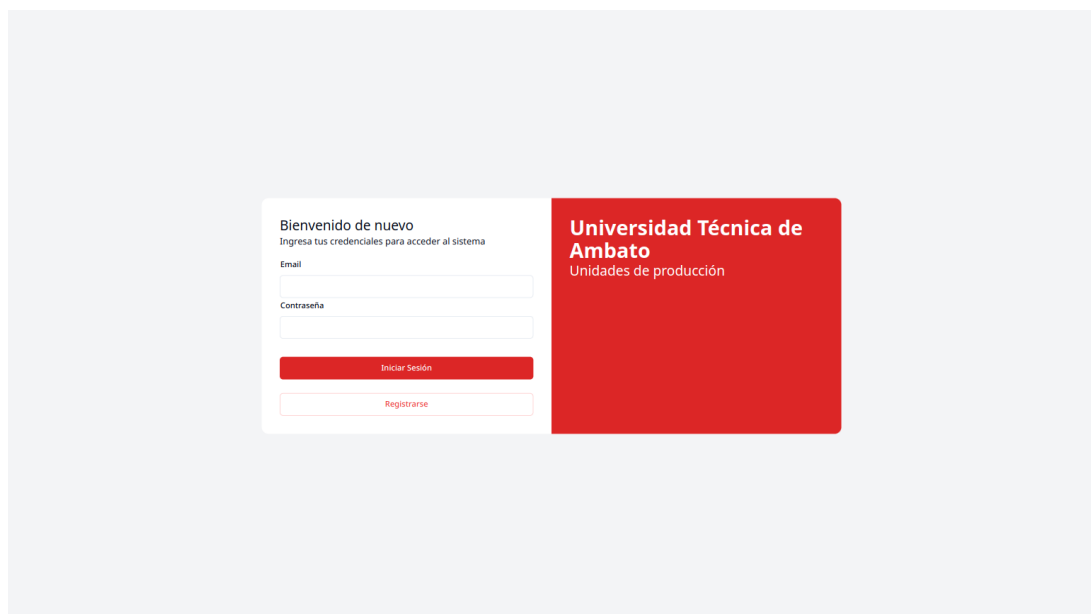


Figura 54. Página de inicio de sesión

- **Gestión de requisitos.** En el siguiente bloque de código se muestra la función que se definió para listar los requisitos pertenecientes a una unidad. Esta función acepta un parámetro reqType para filtrar el tipo de requisito que se desee retornar.

```

177 @unit_router.get("/{id}/requirements")
178 def get_requirements_by_unit(
179     id: UUID,
180     reqType: str | None = None,
181     service: UnitService = Depends(unit_service)
182 ) -> list[RequirementResponse]:
183     unit = service.get_by_id(id)
184     requirements = unit.requirements
185     if reqType:
186         if reqType == "customer-group":
187             requirements = [r for r in requirements if r.requirement_type_id ==
188                 RequirementTypeId.CUSTOMER_GROUP]
189         elif reqType == "order":
190             requirements = [r for r in requirements if r.requirement_type_id ==
191                 RequirementTypeId.ORDER_REQUIREMENT]
192     return [RequirementResponse.build(r) for r in requirements]

```

Código 8. Endpoint para listar los requisitos de una unidad

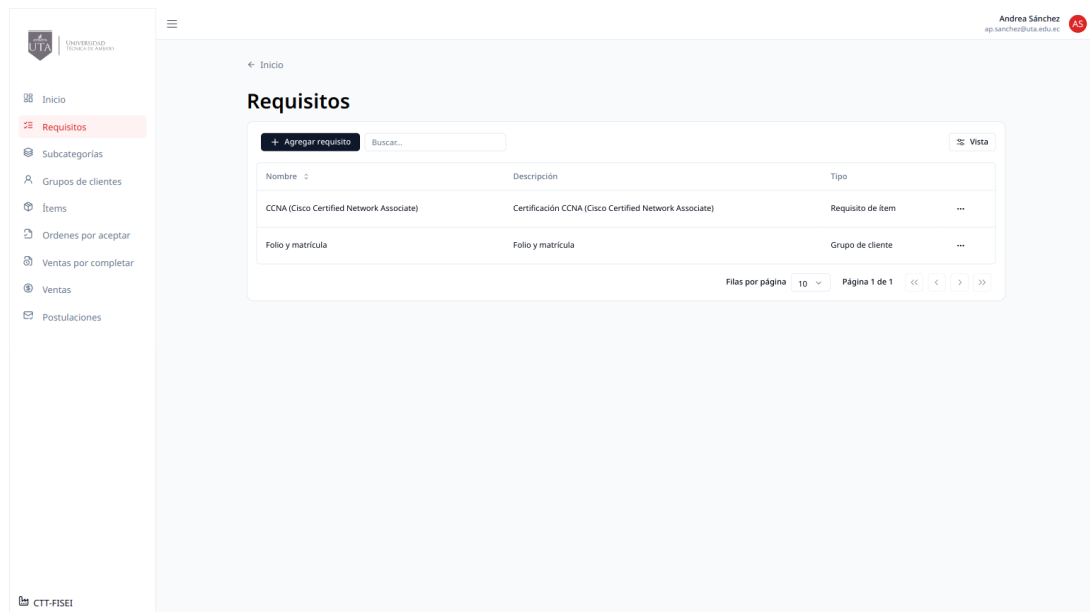


Figura 55. Página para la gestión de los requisitos de una unidad

- **Gestión de grupos de clientes.** En el Código 9 se presenta la función implementada para retornar los grupos de clientes asignados a una Unidad de Producción. La función carga adicionalmente el grupo “padre” de cada uno de los grupos de clientes asignados.

```

50 @unit_router.get("/{id}/customer-groups")
51 def get_customer_groups_by_unit(
52     id: UUID,
53     service: UnitService = Depends(unit_service),
54     groups_service: CustomerGroupService = Depends(customer_group_service),
55     user: User = Depends(RoleChecker(ADMIN_ROLES)),
56 ) -> list[CustomerGroupResponse]:
57     unit = service.get_by_id(id)
58     response = []
59     for asg in unit.customer_groups_assigned:
60         parent = groups_service.get_by_id(
61             asg.customer_group.parent_id) if asg.customer_group.parent_id else None
62         response.append(CustomerGroupResponse.build(asg.customer_group, asg.creator, parent))

```

## Código 9. Endpoint para listar los grupos de clientes asignados a una unidad

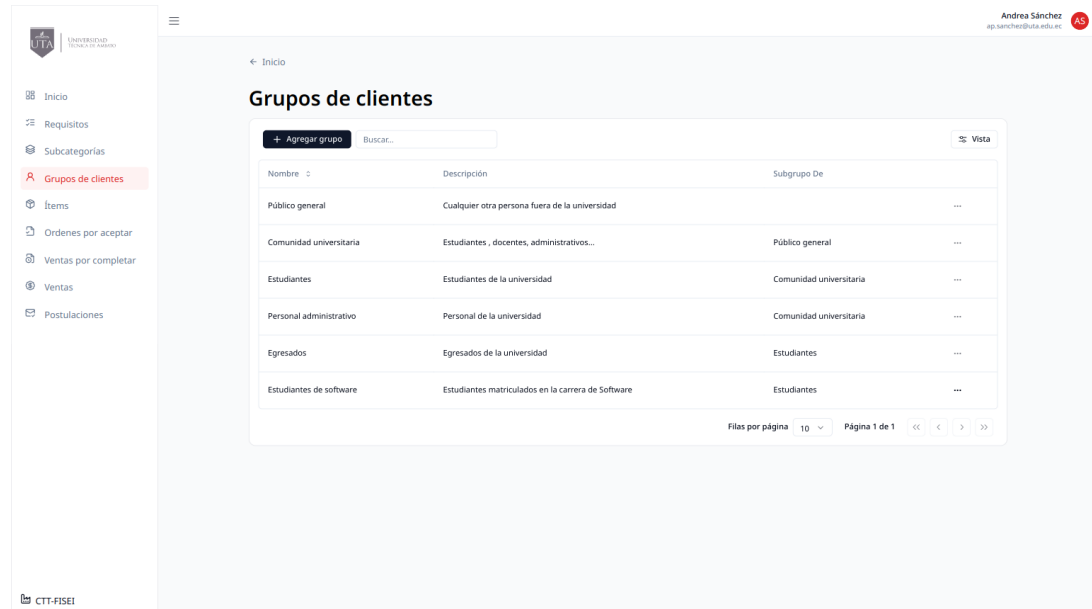


Figura 56. Página para la gestión de los grupos de clientes asignados a unidad

- **Gestión de subcategorías.** Para listar las subcategorías de una Unidad de Producción y permitir así su gestión se desarrolló la función usada por el endpoint que se detalla en el siguiente bloque de código. El id enviado a través de la URL es usado por el servicio inyectado para buscar la unidad deseada y retornar sus subcategorías.

```

169 @unit_router.get("/{id}/subcategories")
170 def get_subcategories_by_unit(id: UUID, service: UnitService = Depends(unit_service)) -> list[SubcategoryBaseResponse]:
171     unit = service.get_by_id(id)
172     return [SubcategoryBaseResponse.build(subcategory) for subcategory in unit.subcategories]

```

## Código 10. Endpoint para listar las subcategorías de una unidad

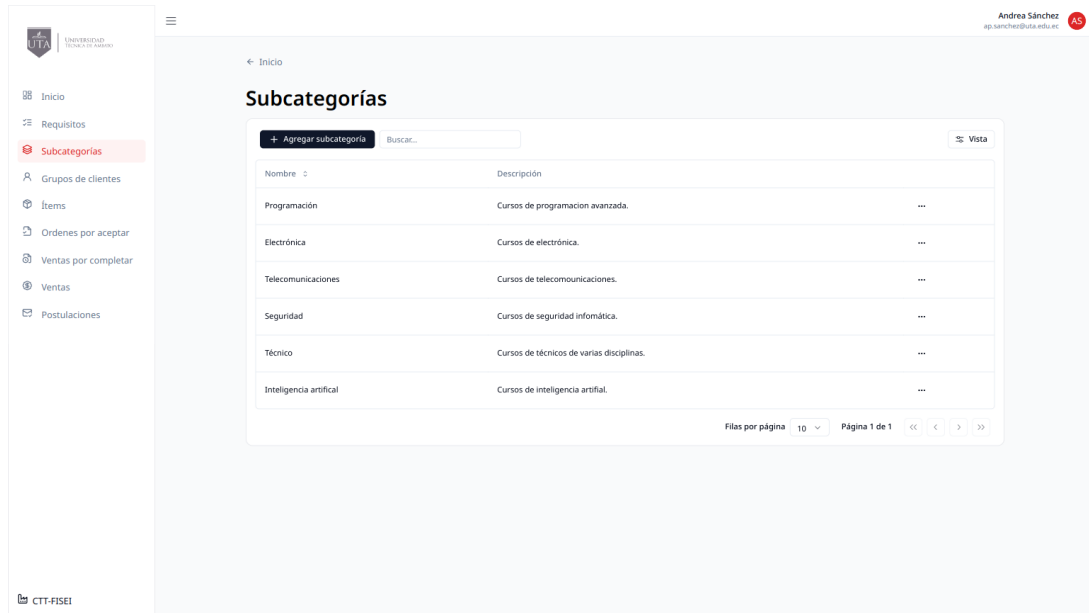


Figura 57. Página para la gestión de las subcategorías de una unidad

- **Gestión de ítems.** Como se observa en el Código 11 el endpoint que permite listar los ítems recibe como parámetro el id de la Unidad de Producción e inyecta un servicio que realiza la búsqueda de la unidad para luego retornar los ítems que le pertenecen.

```

34 @unit_router.get("/{id}/items")
35 def get_items_by_unit(id: UUID, service: UnitService = Depends(unit_service)) -> list[ItemResponse]:
36     unit = service.get_by_id(id)
37     return [ItemResponse.build(item) for item in unit.items]

```

Código 11. Endpoint para listar ítems por Unidad de Producción

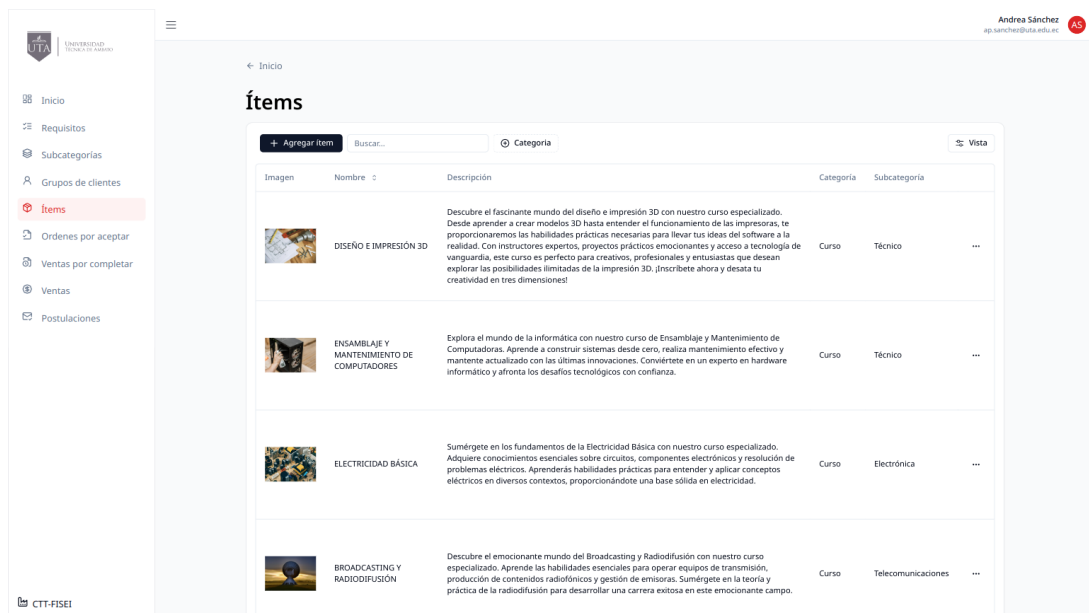


Figura 58. Página para la gestión de ítems



- **Formulario de ítems.** En el Código 12 se detalla la función que se ejecuta al momento de crear un ítem. Esta función recibe como parámetros una imagen y el cuerpo de la petición que contiene la información del ítem que se desea crear. Además, se inyecta el servicio que se encarga de la creación y mediante la dependencia RoleChecker se verifica que el usuario que realiza la petición tenga el rol de administrador de unidad.

```

19 @item_router.get("")
20 def get_all(
21     service: ItemServiceDependency,
22     categoria: str | None = None,
23     unit: str | None = None,
24     subcategory: str | None = None,
25 ) -> list[ItemResponse]:
26     items = service.get_by_filter(categoria, unit, subcategory)
27     return [ItemResponse.build(item) for item in items]

```

Código 12. Endpoint para la creación de un ítem

Figura 59. Formulario para la creación y edición de ítems

- **Visualización de ordenes por aceptar.** Para listar las ordenes por aceptar se hace uso de la función detallada en el Código 13 la cual depende en un servicio que se encarga de encontrar las ordenes según el usuario que las solicita. Además, esta función permite el filtrado de las ordenes mediante el parámetro status. En este caso se filtran las ordenes estableciendo el parámetro status a una cadena de caracteres igual a “pending-approbation”.

```

56 @order_router.get("")
57 def get_all(
58     finder: OrderFinderDependency,

```

```

59     status: str | None = None,
60     user: User = Depends(RoleChecker([RoleCode.ALL]))
61 ) -> list[OrderResponse]:
62
63     orders = finder.get_by_user(user)
64
65     if status:
66         if status == "pending-approbation":
67             orders = [order for order in orders if order.status_id == OrderStatusId.PENDING_APPROBATION]
68
69         elif status == "processing-payment":
70             orders = [
71                 o for o in orders
72                 if o.status_id == OrderStatusId.PROCESSING_PAYMENT
73                 or (PaymentMethodId.equals(PaymentMethodId.CASH, o.payment_method_id) and o.status_id == OrderStatusId.
74                 ↪ WAITING_PAYMENT)
75             ]
76         elif status == "verified":
77             orders = [o for o in orders if o.status_id == OrderStatusId.VERIFIED]
78         elif status == "completed":
79             orders = [o for o in orders if o.status_id == OrderStatusId.COMPLETED]
80         else:
81             orders = []
82     return [OrderResponse.build(order) for order in orders]

```

Código 13. Endpoint para listar ordenes

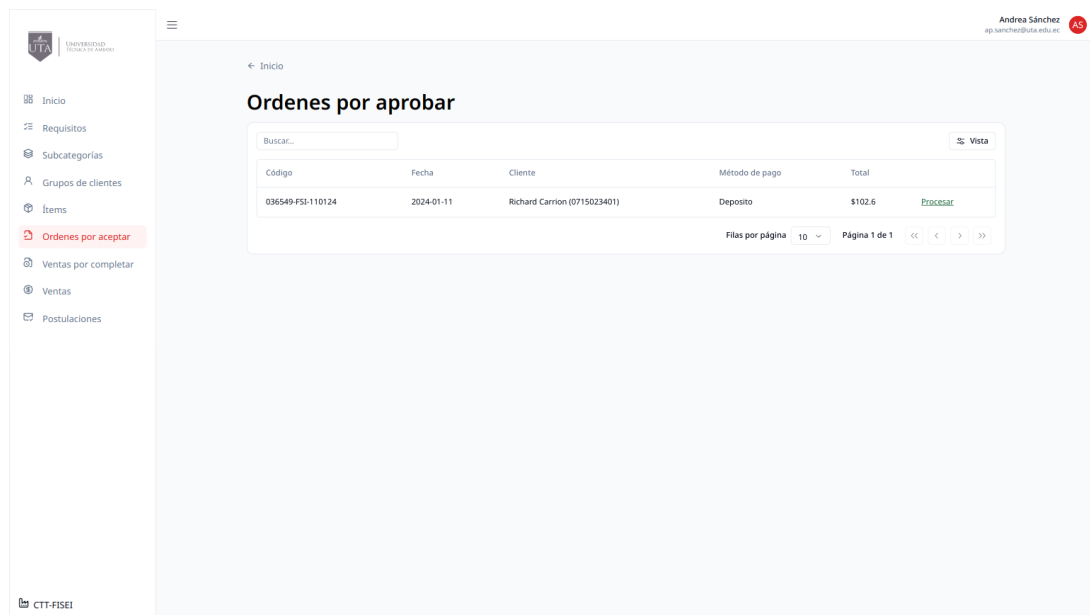


Figura 60. Página para la visualización de ordenes por aceptar

- **Aprobación de ordenes.** La aprobación de ordenes se da mediante la actualización en su estado, esto se realiza mediante la función que se describe en el Código 14 la cual recibe como parámetros el id de la orden a través de la URL, el cuerpo de la petición conteniendo la información a actualizar de la orden y un servicio inyectado que realiza la actualización. Además, se verifica que el usuario sea un cliente o un administrador de unidad o un administrador financiero.

```

129 @order_router.put("/{id}")
130 def update_order(
131     id: UUID,
132     request: OrderUpdateRequest,
133     finder: OrderFinderDependency,
134     updater: OrderUpdaterDependency,
135     customer: User = Depends(RoleChecker([
136         RoleCode.CUSTOMER,
137         RoleCode.UNIT_ADMIN,
138         RoleCode.VALIDATOR
139     ]))
140 ) -> None:
141     order: Order = request.map()
142     order.id = id
143     updater.update(order)
144     order = finder.get_by_id(order.id)
145
146     order_status_requirements = {
147         OrderStatusId.WAITING_PAYMENT: RequirementTypeId.ORDER_REQUIREMENT,
148         OrderStatusId.VERIFIED: RequirementTypeId.PAYMENT
149     }
150
151     if order.status_id in order_status_requirements:
152
153         docs = [doc for doc in order.documentation if doc.requirement.requirement_type_id ==
154             order_status_requirements[order.status_id]]
155
156         for doc in docs:
157             doc.status_id = DocumentationStatusId.PROCESSED
158
159     updater.update(order)

```

Código 14. Endpoint para la actualización de una orden

The screenshot shows a web application interface for order approval. The page is titled 'Regresar' and features two buttons: 'Aceptar orden' (Accept order) and 'Rechazar orden' (Reject order). The main content area displays the following information:

Orden #	Estado	Fecha	Método de pago	Total	IVA
036549-FSI-110124	Pendiente de aprobación	2024-01-11	Deposito	\$102.6	\$12.6

Below the table, there are sections for 'Cliente', 'Items', and 'Requisitos'.

**Cliente:**

Cédula	Nombres	Apellidos	Correo electrónico
0715023401	Richard Manuel	Carrion Valarezo	rcarrion3406@uta.edu.ec

**Items:**

Ítem	Cantidad	Precio Unitario	Total
CLOUD SECURITY	1	\$30	\$30
ENSAMBLAJE Y MANTENIMIENTO DE COMPUTADORES	1	\$40	\$40
INTRODUCTION TO INTERNET OF THINGS (IOT) - INTERNET DE LAS COSAS	1	\$20	\$20

**Requisitos:**

- CCNA (Cisco Certified Network Associate)

At the bottom of the requirements section, there is a banner for 'Cisco Certifications' with the Cisco logo.

Figura 61. Página para la aprobación de una orden, mostrando detalles de esta

- **Aprobar postulaciones.** El proceso de aprobación de postulaciones se da mediante la ejecución de la función detallada en el Código 15. Esta función actualiza el estado de un postulación y agrega el grupo de usuario, en el caso de que la postulación sea

aprobada, al listado de grupos de usuario del cliente.

```
57 @customer_router.put("/{id}/applications/{app_id}")
58 def update_application(
59     id: UUID,
60     app_id: UUID,
61     service: UserServiceDependency,
62     user: User = Depends(RoleChecker([RoleCode.UNIT_ADMIN])))
63 ) -> None:
64     customer = service.get_by_id(id)
65     found = None
66     for application in customer.applications:
67         if application.id == app_id:
68             found = application
69
70     if found:
71         found.is_approved = True
72         customer.customer_groups.append(found.customer_group)
73         service.update(customer)
74         return
75     raise Exception("Application not found")
```

Código 15. Endpoint para la aprobación de postulaciones

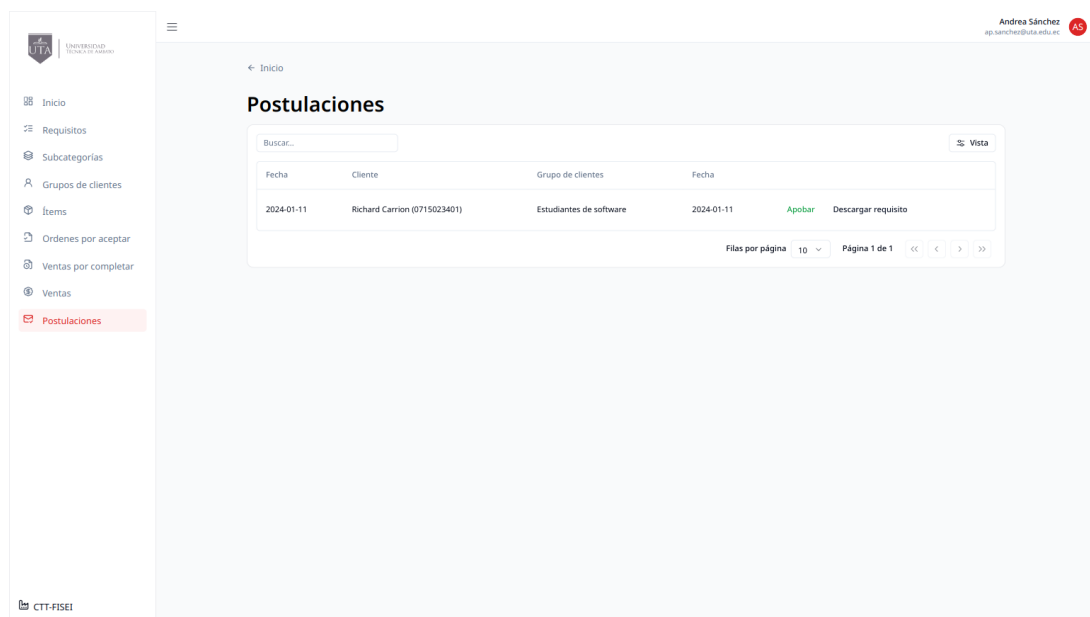


Figura 62. Página para la aprobación de postulaciones

- **Aprobación de aranceles.** Para aprobar un arancel se desarrolló la función detallada en el Código 16. Esta función recibe como parámetro el cuerpo de la petición conteniendo la información del arancel a actualizar. También, se inyecta un servicio que realiza la actualización y se verifica que el usuario es un administrador financiero haciendo uso del servicio RoleChecker.

```
47 @price_router.put("")
48 def update_price(
49     request: PriceCreateRequest,
50     service: PriceServiceDependency,
51     user: User = Depends(RoleChecker([RoleCode.VALIDATOR])))
52 ) -> None:
```

```

53 price = request.map()
54 service.update(price)

```

## Código 16. Endpoint para la actualización de un arancel

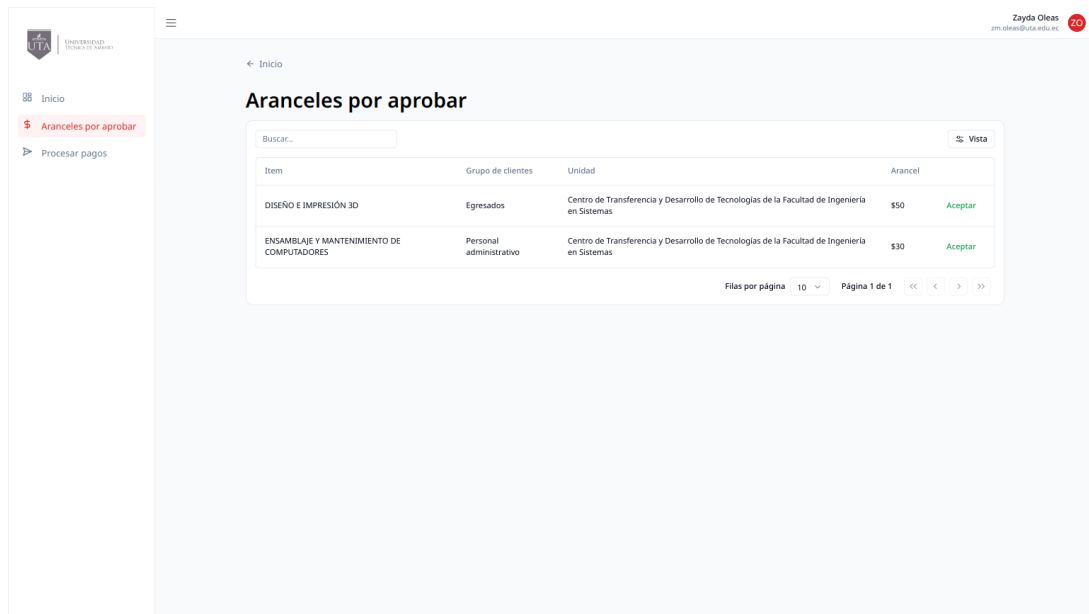


Figura 63. Página para la aprobación de aranceles

- **Pagos por procesar.** El listado de pagos por procesar se basa en las ordenes que se encuentran en un cierto estado. Estas ordenes son obtenidas con la función del endpoint del Código 13, se realiza la petición con el parámetro status con un valor de “processing-payment”.

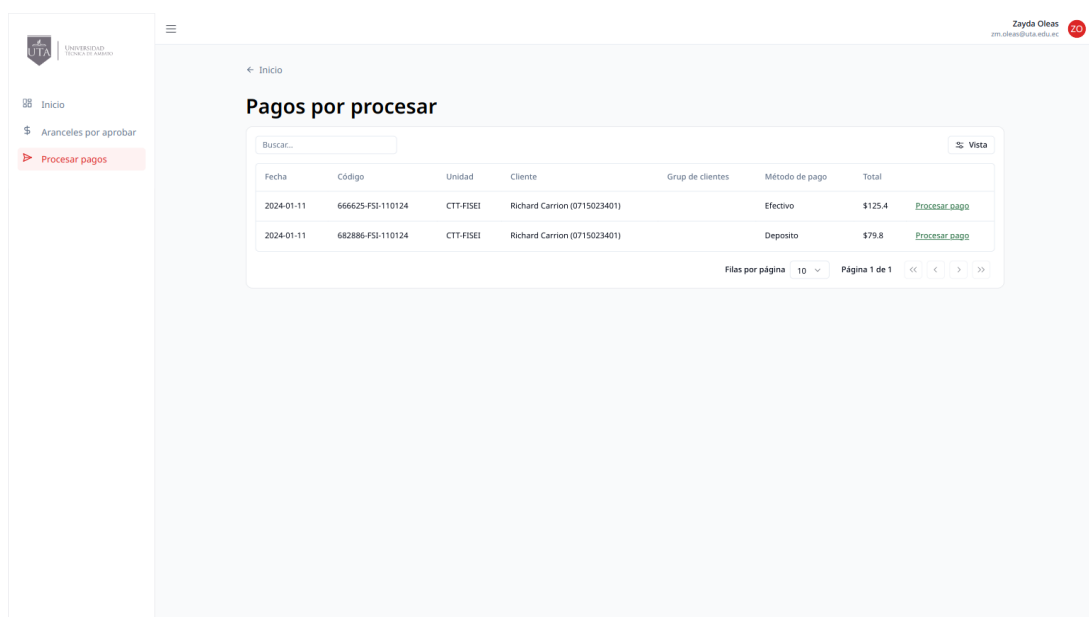


Figura 64. Página para la gestión de pagos por procesar

La vista detallada de un pago por procesar muestra información relevante de la orden y de sus requisitos de pago como se muestra en la Figura 65. Para modificar la información extraída del requisito de pago se ejecuta la función del Código 17. Dicha función recibe como parámetros el id de la orden y el id del requisito. Además, inyecta un servicio que realiza la búsqueda del requisito de pago y un servicio que realiza la actualización con la información enviada en el cuerpo de la petición. También se verifica que el usuario que realiza la petición sea un administrador financiero.

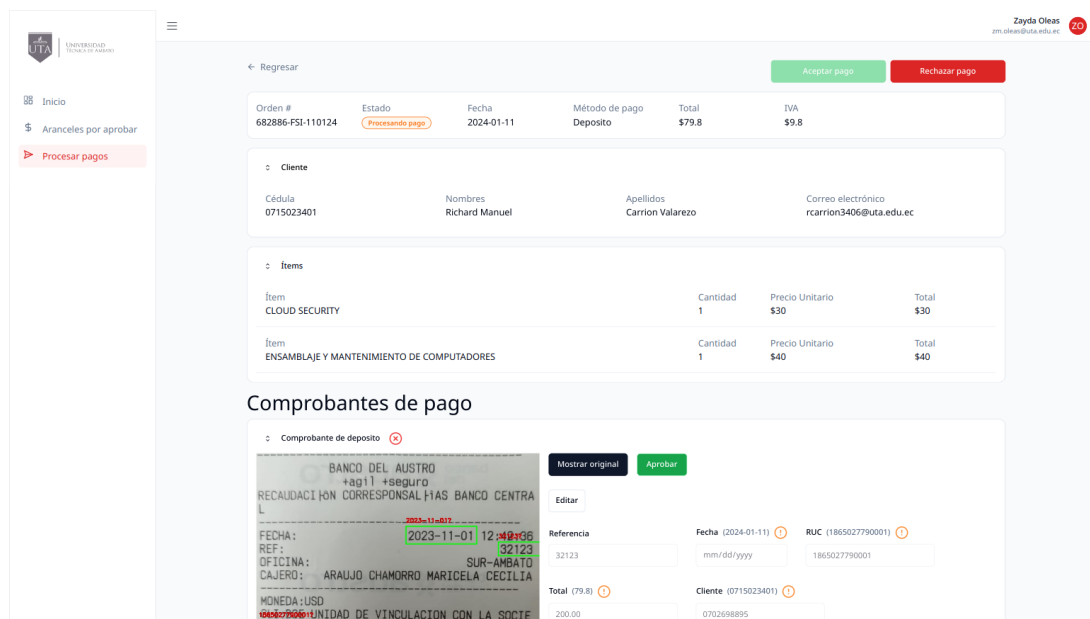


Figura 65. Página para el procesamiento de un pago

```

301 @order_router.put("/{id}/requirements/{requirement_id}")
302 def update_requirement_data(
303     id: UUID,
304     requirement_id: UUID,
305     finder: OrderFinderDependency,
306     updater: OrderUpdaterDependency,
307     request: OrderDocumentationUpdateRequest,
308     user: User = Depends(RoleChecker([RoleCode.VALIDATOR]))
309 ):
310     order = finder.get_by_id(id)
311     for doc in order.documentation:
312         if doc.requirement_id == requirement_id:
313             doc.data = request.data
314             doc.is_approved = request.isApproved
315     updater.update(order)

```

Código 17. Endpoint para la actualización de la información de un requisito de pago

- **Registro de clientes.** El registro de clientes se realiza en tres pasos. Primeramente, el usuario especifica un correo y contraseña, estas serán las credenciales que usará para iniciar sesión posteriormente. Luego, selecciona el tipo de cédula de identidad que posee y adjunta una fotografía de esta con la finalidad de extraer la información

necesaria. Finalmente, confirma o modifica, si es necesario, la información extraída para concluir el proceso de registro.

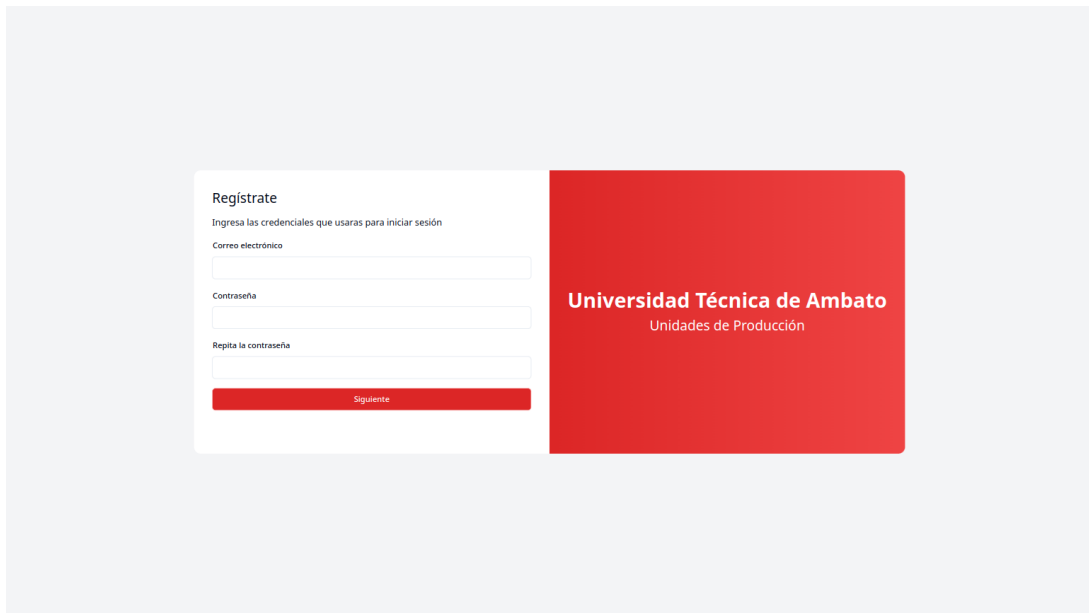


Figura 66. Página de registro - credenciales

En el siguiente código se muestra como se realiza el procesamiento de la fotografía de la cédula de identidad adjuntada. La función desarrollada para realizar el registro de usuario se puede observar en el Código 19.

```
50 @auth_router.post("/id")
51 def ocr_id(
52     processor: IdProcessorDependency,
53     storage: ObjectStorageDependency,
54     img: UploadFile = File(...)
55 ):
56     response = processor.process(img.file)
57     path = f"{response.data.cedula}/cedula"
58     storage.persist(Buckets.CLIENT_DOCUMENTATION, f"{path}/{img.filename}", img.size, img.file)
59     storage.persist(Buckets.CLIENT_DOCUMENTATION, f"{path}/processed-{img.filename}",
60                   response.processed_image.size, response.processed_image.content)
61     return response.extracted
```

Código 18. Endpoint para la extracción de información de la cédula de identidad

```
22 @signup_router.post("")
23 def signup_customer(
24     request: CustomerCreateRequest,
25     authenticator: AuthenticatorDependency,
26     tokenener: TokenenerDependency,
27     service: SignUpService = Depends(signup_service),
28 ) -> Token:
29     customer = request.map()
30     service.signup(customer)
31     customer = service.get_user(request.email)
32     access_token_expires = timedelta(minutes=settings.access_token_expire_minutes)
33     token_data = {"username": request.email}
34     access_token = tokenener.create_token(data=token_data, expires_delta=access_token_expires)
35     user_response = UserResponse.build(customer)
```

```
36 return Token(access_token=access_token, token_type="bearer", user=user_response)
```

### Código 19. Endpoint para el registro de un usuario

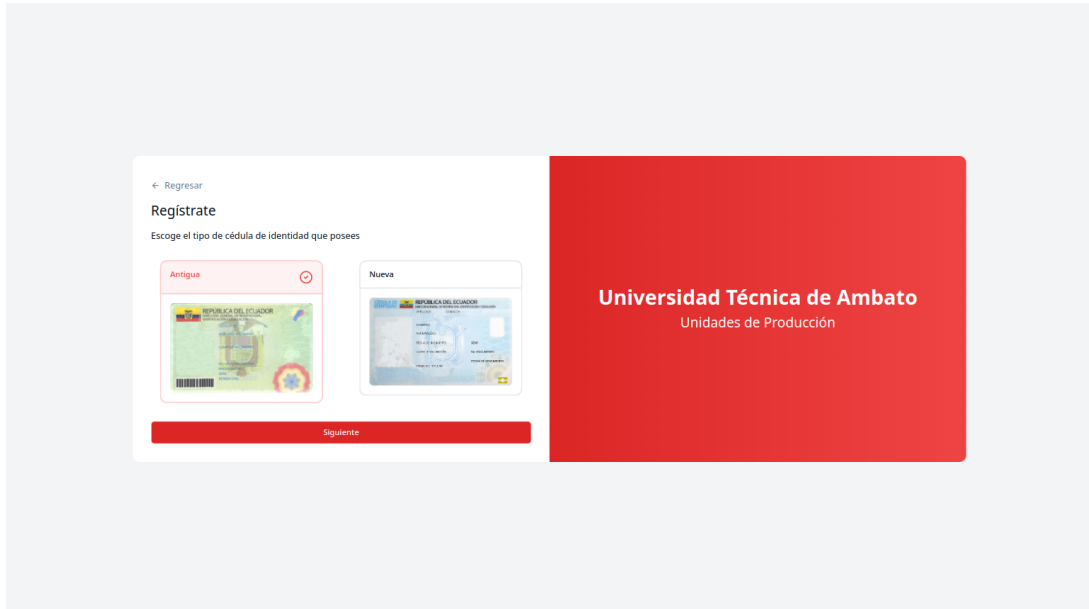


Figura 67. Página de registro - selección del tipo de cédula

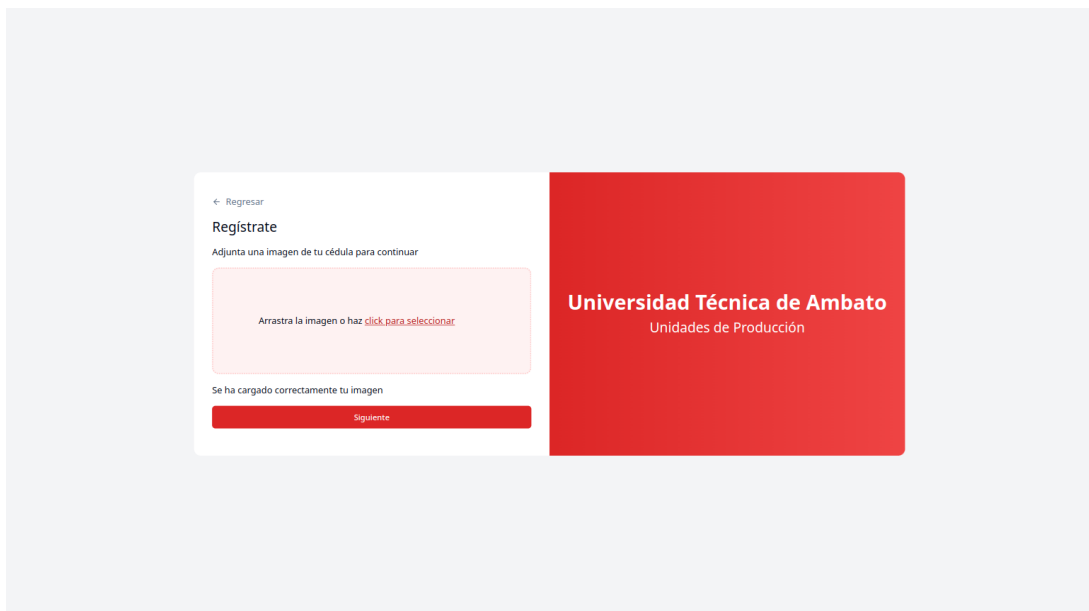


Figura 68. Página de registro - registro de la fotografía de la cédula de identidad



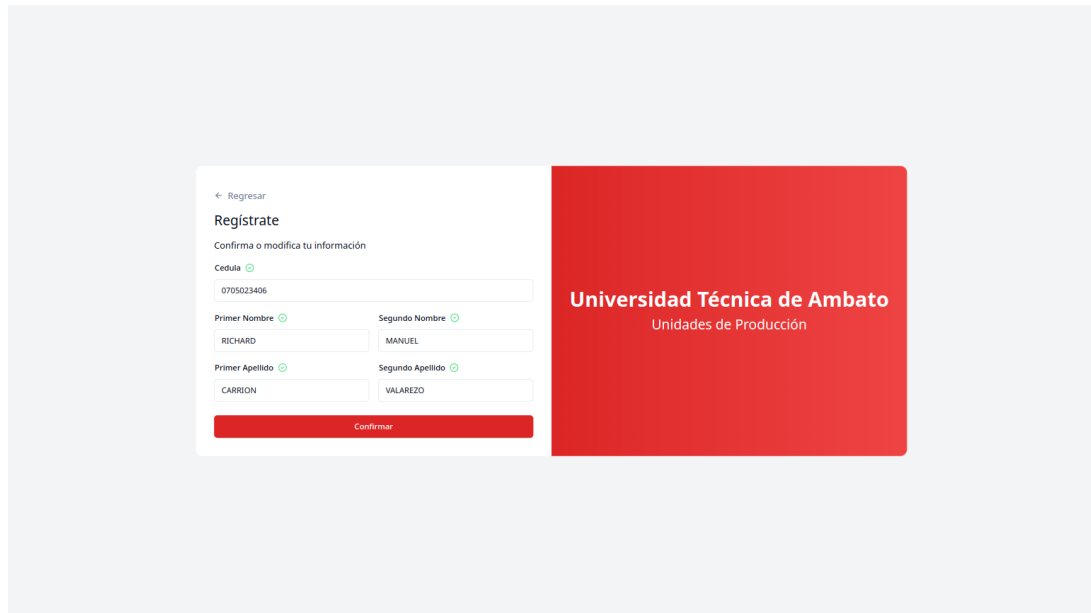


Figura 69. Página de registro - confirmación de la información extraída

- Visualización de ítems.** Como punto inicial de la aplicación se muestra la página capturada en la Figura 70. En esta página se muestran enlaces de navegación que permiten al usuario visualizar los ítems según la Unidad de Producción o la categoría del ítem. Los ítems son mostrados como se presenta en la Figura 71. En el Código 20 se detalla la función desarrollada para listar los ítems, esta función permite el filtrado según la categoría, la unidad y la subcategoría.

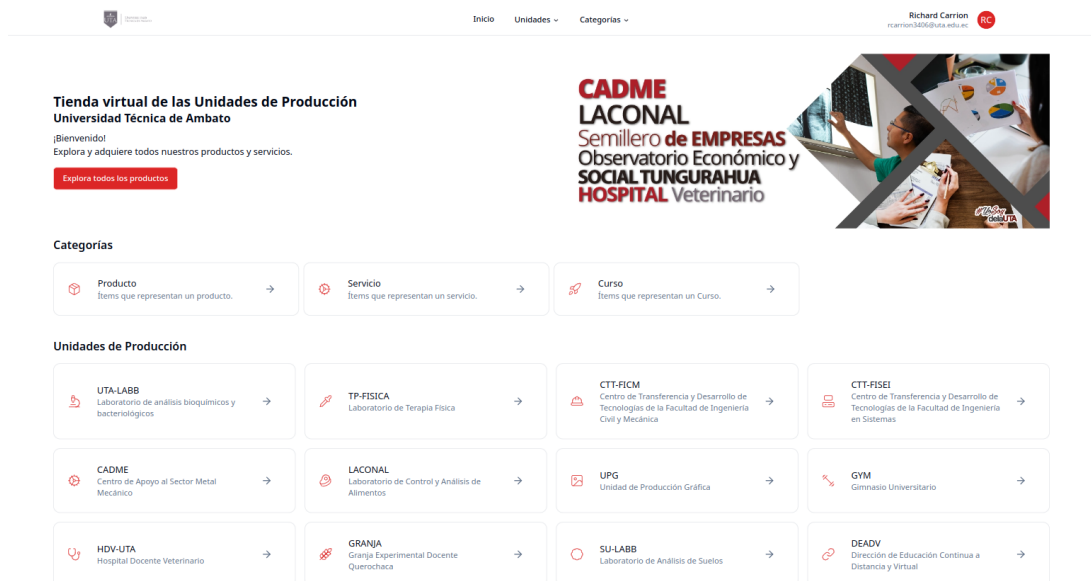


Figura 70. Página principal

```

20 def get_all(
21     service: ItemServiceDependency,
22     categoria: str | None = None,
23     unit: str | None = None,
24     subcategory: str | None = None,
25 ) -> list[ItemResponse]:
26     items = service.get_by_filter(categoria, unit, subcategory)
27     return [ItemResponse.build(item) for item in items]

```

Código 20. Endpoint para listar ítems

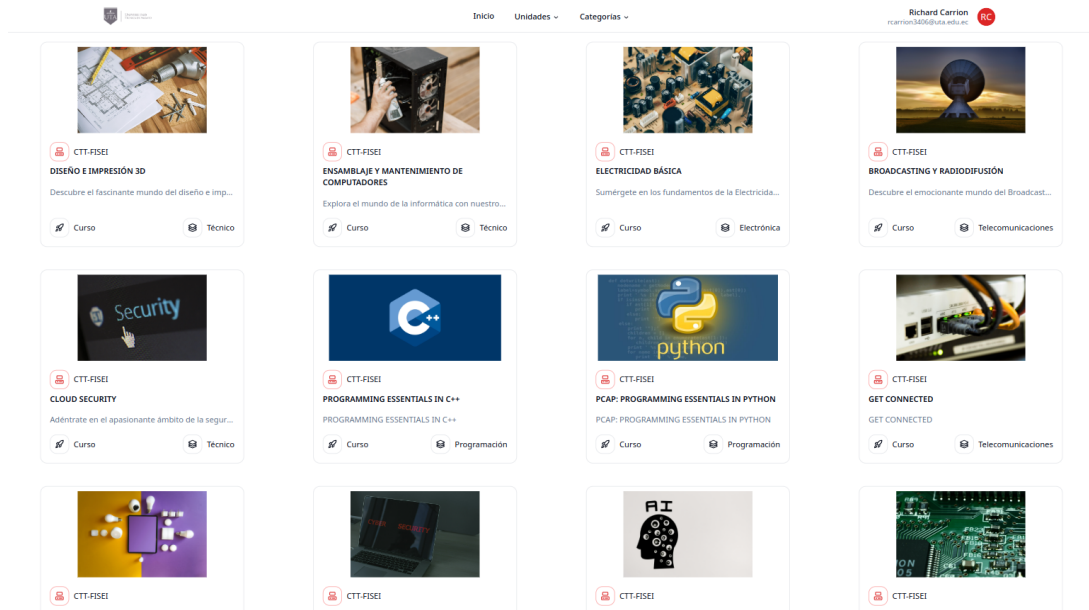


Figura 71. Listado de ítems

Para la visualización detallada de un ítem, se realizan varias peticiones que proporcionan la información necesaria, estas se detallan en el Código 21, Código 22 y Código 23. En el Código 21 se detalla la función que retorna la información detallada de un ítem según el id especificado en la URL. El Código 22 muestra la función que se encarga de retornar ítems relacionados con el ítem encontrado mediante el id especificado en la URL. Por último, en el Código 23 se describe la función que se retorna un precio asignado según el id del ítem especificado y el usuario cliente que realiza la petición.



Figura 72. Detalle del producto

```

24 @product_router.get("/{id}")
25 def get_by_id(id: UUID, finder: Finder) -> ItemResponse:
26     item = finder.get_by_id(id)
27     return ItemResponse.build(item)

```

Código 21. Endpoint que retorna un ítem detallado según el id

```

31 @product_router.get("")
32 def get_all(finder: Finder,
33     categoria: str | None = None,
34     unidad: str | None = None,
35     subcategoria: str | None = None,
36     limit: int | None = None,
37 ) -> list[ItemResponse]:
38     items = finder.get_by_filter(unidad, categoria, subcategoria)
39     if limit:
40         items = items[1:limit+1]
41     return [ItemResponse.build(item) for item in items]

```

Código 22. Endpoint para listar ítems relacionados

```

41 @item_router.get("/{id}/price")
42 def get_price_for_user(
43     id: UUID,
44     price_manager: PriceManagerDependency,
45     customer: User = Depends(RoleChecker([RoleCode.CUSTOMER])),
46 ) -> ItemPriceQueryResponse:
47     response = price_manager.get_price_for_costumer(id, customer)
48     groups = price_manager.get_all_customers_groups_for_user(customer)
49     groups_response: dict[str, CustomerGroupBaseResponse] = {}
50     for key, value in groups.items():
51         groups_response[key] = CustomerGroupBaseResponse.build(value)
52     return ItemPriceQueryResponse.build(response.final_price, groups_response)

```

Código 23. Endpoint para asignar un precio al cliente

- **Generación de ordenes.** La generación de una orden se puede dar desde el carrito de compra o directamente desde la página de detalle de un ítem. Las ordenes generadas desde el carrito de compra contendrán todos los ítems almacenados en el carrito y las generadas desde la página de detalle de un ítem contendrán solo el ítem seleccionado. Para realizar la generación de la orden se desarrolló el endpoint descrito en el Código 24. La función del endpoint recibe como parámetros el cuerpo de la petición con la información de la orden a crear e inyecta el servicio que se encarga de crear la orden. Además, verifica que el usuario que realiza la petición sea un usuario cliente.

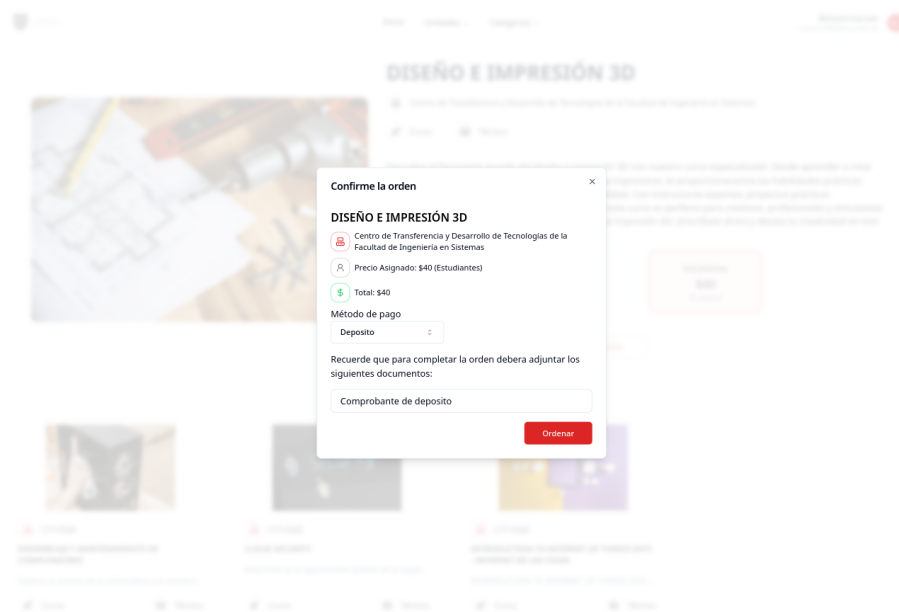


Figura 73. Diálogo para la generación de una orden desde la página de detalle de un ítem

```

110 @order_router.post("")
111 def create_order(
112     request: OrderCreateRequest,
113     creator: OrderCreatorDependency,
114     customer: User = Depends(RoleChecker([RoleCode.CUSTOMER]))
115 ) -> None:
116     creator.create(
117         order_id=request.id,
118         unit_id=request.unitId,
119         unit_code=request.unitCode,
120         customer=customer,
121         payment_method_id=request.paymentMethodId,
122         lines=[order_item.map(request.id) for order_item in request.orderLines],
123         address=request.address
124     )

```

Código 24. Endpoint para generar una orden

- **Carrito de compra.** La Figura 74 muestra el diálogo que se aparece al momento de agregar un ítem al carrito. Al confirmar la acción en el diálogo se realiza un petición que ejecuta la función detallada en el Código 25 la cual recibe como parámetro el cuerpo de la petición conteniendo la información del ítem a agregar y se le inyecta el servicio que realiza la actualización del carrito.

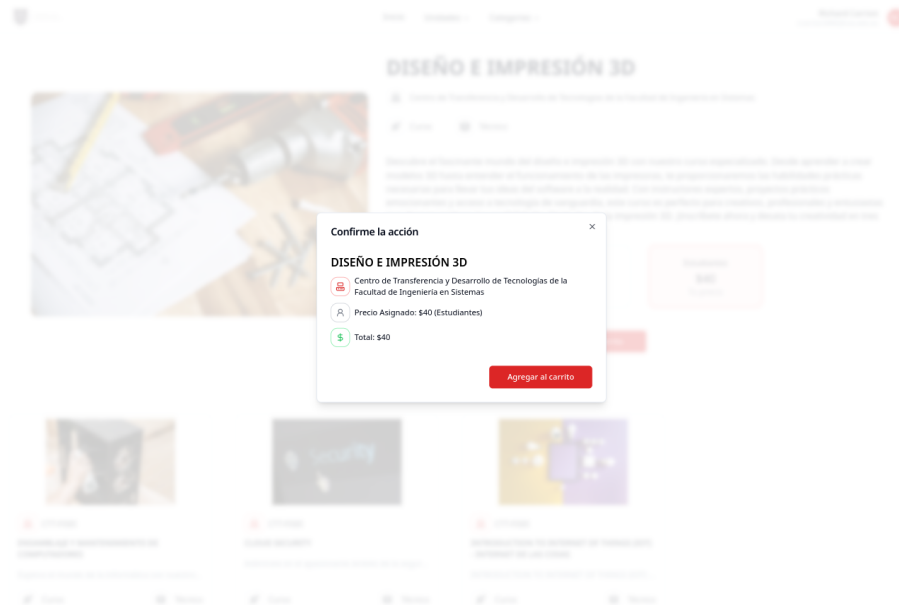


Figura 74. Diálogo para confirmar la acción de agregar al carrito

```

27 @shopping_cart_router.get("")
28 def get_shopping_cart_lines(
29     price_manager: PriceManagerDependency,
30     item_service: ItemServiceDependency,
31     customer: User = Depends(RoleChecker([RoleCode.CUSTOMER]))
32 ) -> list[ShoppingCartLinePriceResponse]:
33     lines = customer.shopping_cart.lines
34     return [
35         ShoppingCartLinePriceResponse.build(
36             1,
37             price_manager.get_price_for_costumer(1.item_id, customer).final_price,
38             item_service.get_by_id(1.item_id).unit
39         ) for 1 in lines
40     ]

```

Código 25. Endpoint para agregar un ítem al carrito de compra

Para la visualización de los ítems del carrito de compra se ejecuta una petición al endpoint que se muestra en el Código 26 el cual se encarga de retornar los ítems del carrito del usuario que realiza la petición y de asignarle el precio que le corresponde a cada ítem mediante el servicio inyectado `price_manager`.

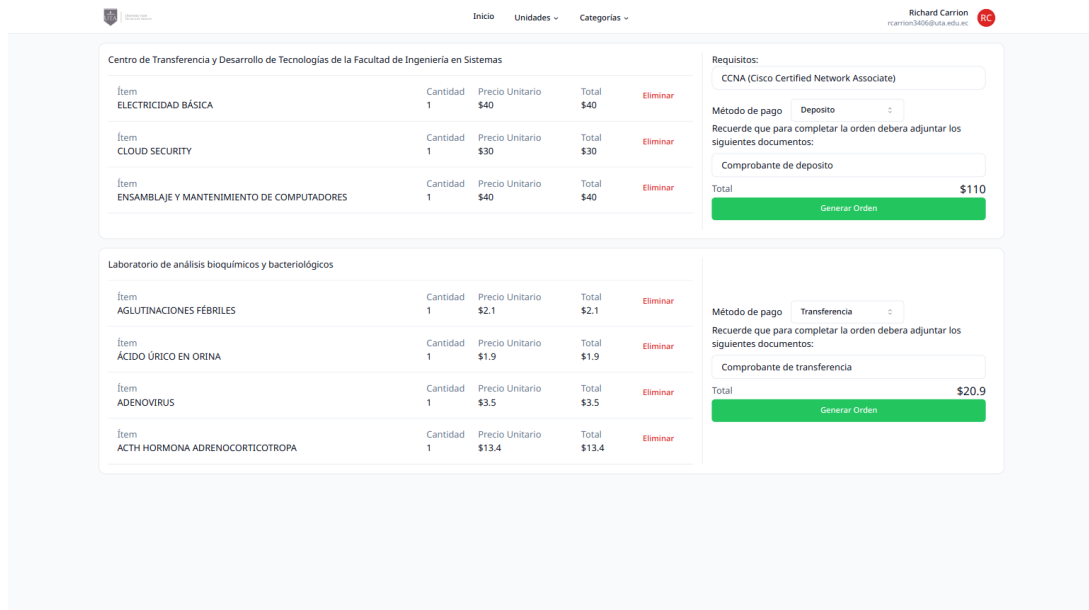


Figura 75. Página para visualizar el carrito de compra

```

27 @shopping_cart_router.get("")
28 def get_shopping_cart_lines(
29     price_manager: PriceManagerDependency,
30     item_service: ItemServiceDependency,
31     customer: User = Depends(RoleChecker([RoleCode.CUSTOMER]))
32 ) -> list[ShoppingCartLinePriceResponse]:
33     lines = customer.shopping_cart.lines
34     return [
35         ShoppingCartLinePriceResponse.build(
36             1,
37             price_manager.get_price_for_costumer(l.item_id, customer).final_price,
38             item_service.get_by_id(l.item_id).unit
39         ) for l in lines
40     ]

```

Código 26. Endpoint para listar los ítems del carrito de compra

Para la eliminación de un ítem del carrito se desarrolló la siguiente función.

```

44 @shopping_cart_router.delete("/{item_id}")
45 def delete_shopping_cart_line(
46     item_id: UUID,
47     service: ServiceDependency,
48     user: User = Depends(RoleChecker([RoleCode.CUSTOMER]))
49 ) -> None:
50     service.delete_line(item_id, user.id)

```

Código 27. Endpoint para eliminar un ítem del carrito de compra

- **Visualización de ordenes y compras.** Para la visualización de ordenes y compras se realizan peticiones a endpoints que retornan información de la orden o compra especificada.

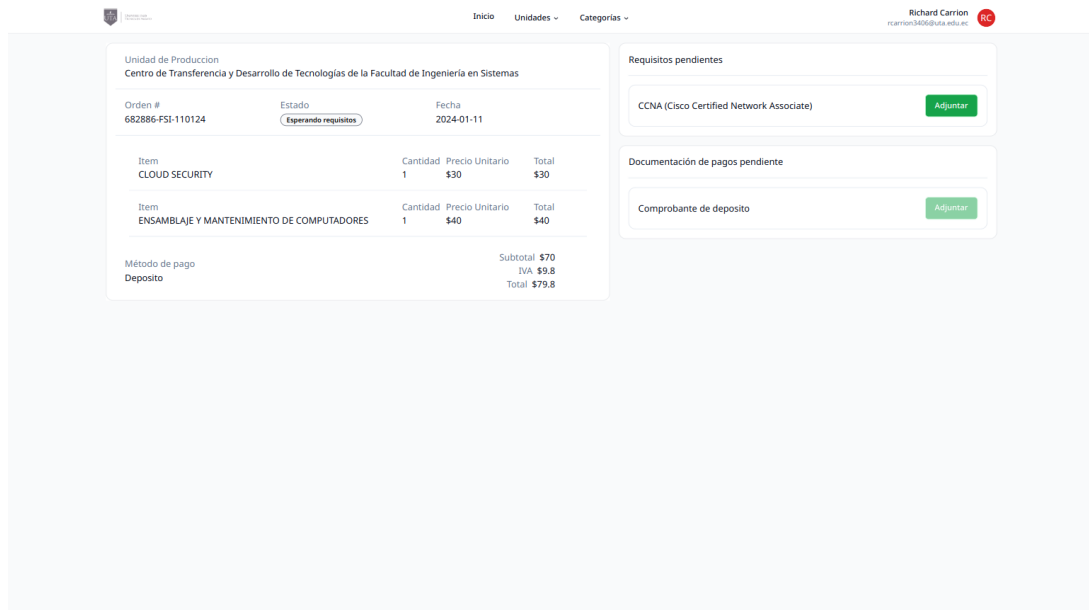


Figura 76. Página para visualizar detalladamente una orden o compra

```

87 @order_router.get("/{id}")
88 def get_by_id(
89     id: UUID,
90     finder: OrderFinderDependency,
91     customer: User = Depends(RoleChecker([RoleCode.ALL])),
92 ) -> OrderResponse:
93     order = finder.get_by_id(id)
94     return OrderResponse.build(order)

```

Código 28. Endpoint que retorna la información de una orden específica

```

99 @order_router.get("/{id}/lines")
100 def get_order_lines(
101     id: UUID,
102     finder: OrderFinderDependency,
103     customer: User = Depends(RoleChecker([RoleCode.ALL])),
104 ) -> list[OrderLineResponse]:
105     order = finder.get_by_id(id)
106     return [OrderLineResponse.build(line) for line in order.lines]

```

Código 29. Endpoint que lista los ítems contenidos en una orden

En el siguiente listado se muestra la función del endpoint que se encarga de retornar la documentación de una orden. La función toma como parámetro el id de la orden a través de la URL e inyecta dos servicios, el servicio `finder` se encarga de retornar la orden según el id y el servicio `storage` se encarga de retornar las URLs prefirmadas desde almacenamiento de objetos para acceder a los archivos que representan la documentación.

```

179 @order_router.get("/{id}/documentation")
180 def get_documentation(
181     id: UUID,
182     finder: OrderFinder = Depends(order_finder),
183     storage: ObjectStorage = Depends(object_storage)
184 ) -> list[OrderDocumentationResponse]:

```

```

185     order = finder.get_by_id(id)
186     return [
187         OrderDocumentationResponse.build(
188             documentation,
189             storage.get_object_access_url(
190                 Buckets.ORDERS_DOCUMENTATION, documentation.file.resource_url
191             ) if documentation.file else None,
192             storage.get_object_access_url(
193                 Buckets.ORDERS_DOCUMENTATION, documentation.file.processed_resource_url,
194             ) if documentation.file and documentation.file.processed_resource_url else None,
195         )
196     for documentation in order.documentation
197 ]

```

Código 30. Endpoint que retorna la documentación de una orden

- **Adjuntar archivos a ordenes y compras.** Para almacenar, procesar y extraer información mediante OCR, si es necesario, de la documentación que el usuario cliente adjunta a ordenes y compras se desarrolló la siguiente función. Esta función recibe como parámetros el id de la orden a la cual se va a adjuntar la documentación y el archivo que se desea almacenar y procesar. También, se inyecta el servicio encargado de actualizar la documentación de la orden y de iniciar el proceso de OCR.

```

201 @order_router.put("/{order_id}/documentation/{doc_id}")
202 async def append_documentation(
203     order_id: UUID,
204     doc_id: UUID,
205     updater: OrderDocumentationUpdaterDependency,
206     file: UploadFile = FastAPIFile(...),
207     request: OrderAppendDocumentationRequest = Body(...),
208 ):
209     file_type = file.content_type
210     file_name = file.filename
211     size = file.size
212     if not file_type or not size or not file_name:
213         raise Exception("Error while uploading file")
214
215     new_file = File(
216         id=request.documentId,
217         name=request.fileName if request.fileName else file_name,
218         type=file_type,
219         size=size,
220         resource_url=None,
221         processed_resource_url=None,
222         creation_date=date.today(),
223     )
224
225     response = await updater.update2(
226         file.file,
227         order_id,
228         doc_id,
229         new_file
230     )
231     return response.extracted if response else None

```

Código 31. Endpoint para guardar archivos en ordenes y compras



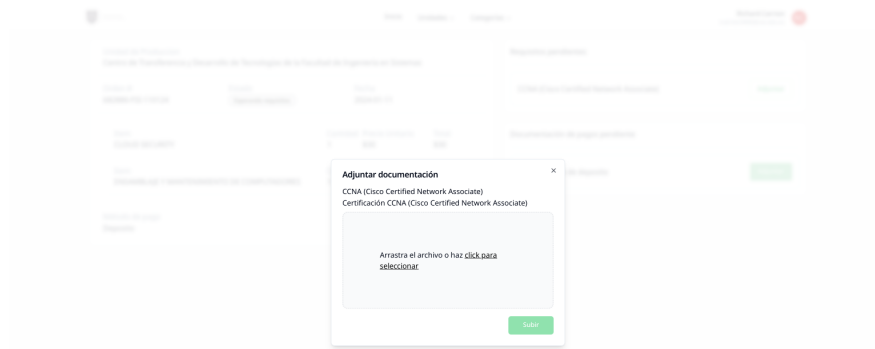


Figura 77. Diálogo para guardar archivos en ordenes y compras

#### d. *Procesamiento de imágenes y OCR*

El proceso que se implementó para la extracción de información mediante el uso de procesamiento de imágenes y OCR se representa en la siguiente figura.

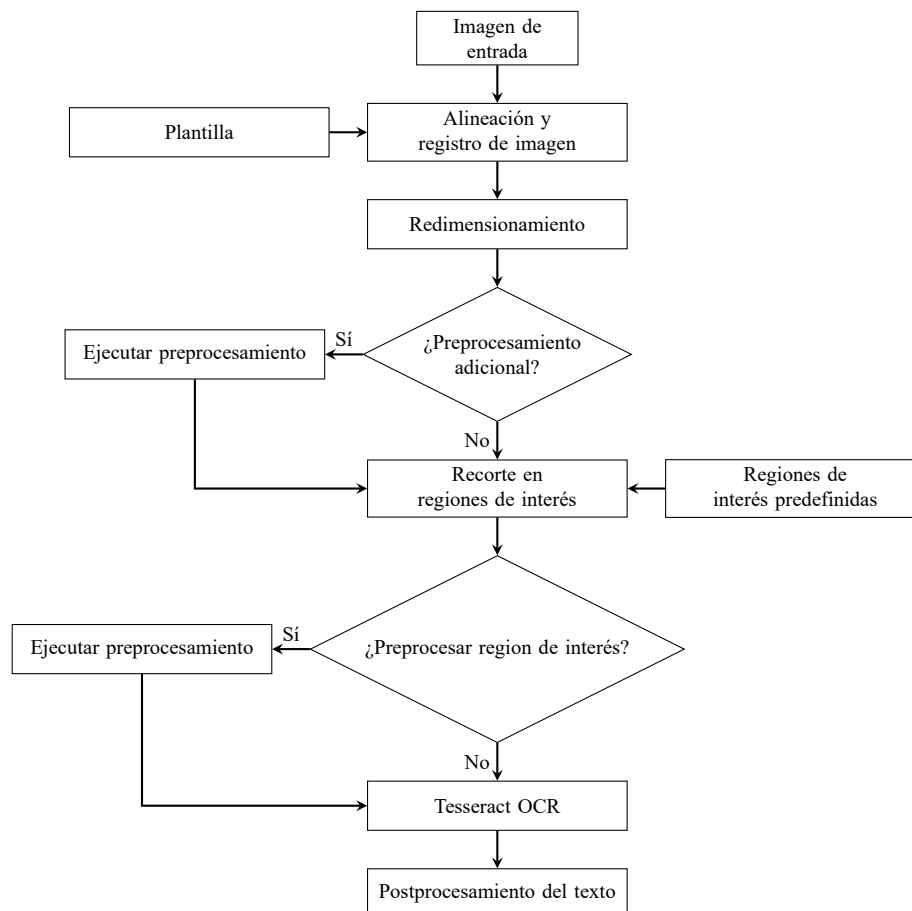


Figura 78. Procesamiento de imagen y extracción de datos con OCR

Como se muestra en la Figura 78 el proceso OCR implementado inicia con la introducción de una imagen por parte del usuario. Posteriormente, dicha imagen experimenta un proceso de alineación y registro mediante el uso de una plantilla específica. Una vez alineada, la imagen se redimensiona y se convierte a escala de grises y en caso de ser especificado se aplica un preprocesamiento adicional. Luego, la imagen se segmenta en regiones de interés, a las cuales se les aplica un preprocesamiento adicional si así se especifica. Por último, la imagen resultante se somete al motor de OCR de Tesseract dando como resultado un texto reconocido, este texto pasa por un procesamiento adicional donde se formatea según las configuraciones aplicadas para la región de interés.

Para implementar el proceso de alineación y registro de imagen se usó la librería OpenCV, como se puede observar en el Código 32. Se usó el algoritmo Orientated FAST and Robust BRIEF (ORB) para la detección de puntos clave y extracción de características. La función definida toma como parámetros una plantilla, una imagen, un máximo de características y un porcentaje de mejores características a mantener.

Primero, ambas imágenes (entrada y plantilla) se convierten a escala de grises. Luego, se detectan y calculan las características clave y sus descriptores en ambas imágenes. A continuación, se realiza la coincidencia de descriptores utilizando el método de fuerza bruta con distancia Hamming. Las coincidencias se ordenan por distancia y se conserva un porcentaje especificado de las mejores coincidencias. Después, se extraen las coordenadas de las características clave correspondientes y se utiliza el algoritmo RANSAC para encontrar la matriz de homografía que describe la transformación geométrica necesaria para alinear la imagen con la plantilla. Finalmente, se aplica la transformación de perspectiva a la imagen original, resultando en una imagen alineada. En la Figura 79 se pueden observar las coincidencias entre las plantillas y las imágenes de entrada y en la Figura 80 se muestra como al superponer las imágenes de entrada con sus respectivas plantillas se alinean correctamente.

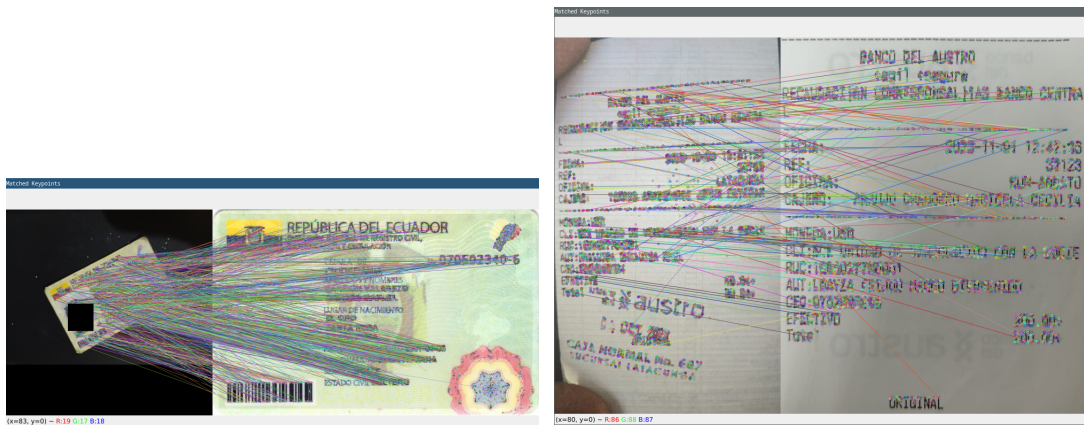
```
11 def align(self, template, image, max_features=20000, keep_percent=0.2):
12     imageGray = cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
13     templateGray = cv2.cvtColor(template, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
14
15     orb = cv2.ORB_create(max_features)
16     (kpsA, descA) = orb.detectAndCompute(imageGray, None)
17     (kpsB, descB) = orb.detectAndCompute(templateGray, None)
18
19     method = cv2.DESCRIPTOR_MATCHER_BRUTEFORCE_HAMMING
20     matcher = cv2.DescriptorMatcher_create(method)
21     matches = matcher.match(descA, descB, None)
22
```

```

23 matches = sorted(matches, key=lambda x: x.distance)
24
25 keep = int(len(matches) * keep_percent)
26 matches = matches[:keep]
27
28 ptsA = np.zeros((len(matches), 2), dtype="float")
29 ptsB = np.zeros((len(matches), 2), dtype="float")
30
31 for (i, m) in enumerate(matches):
32     ptsA[i] = kpsA[m.queryIdx].pt
33     ptsB[i] = kpsB[m.trainIdx].pt
34
35 (H, mask) = cv2.findHomography(ptsA, ptsB, method=cv2.RANSAC)
36
37 (h, w) = template.shape[:2]
38 aligned = cv2.warpPerspective(image, H, (w, h))
39 return aligned
40

```

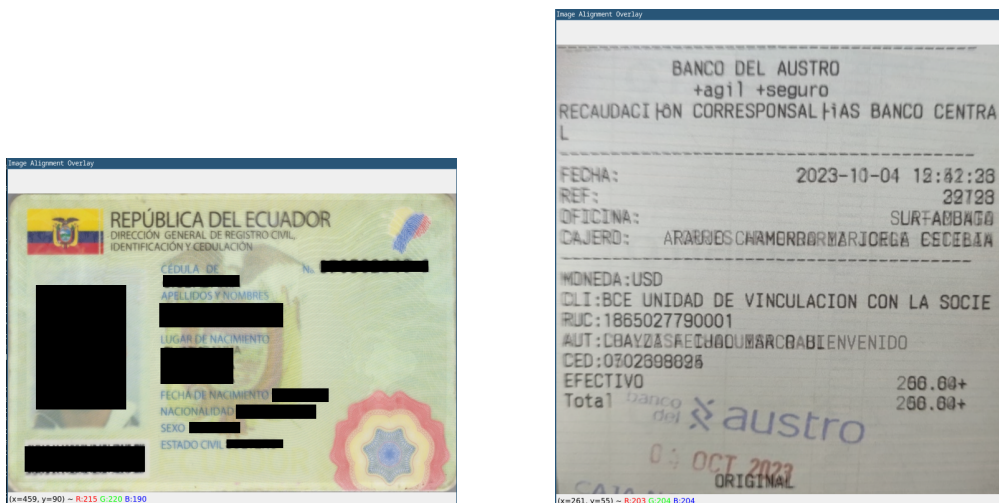
Código 32. Alineación y registro



(a) Cédula

(b) Comprobante de depósito

Figura 79. Visualización de los puntos clave



(a) Cédula

(b) Comprobante de depósito

Figura 80. Superposición con las plantillas

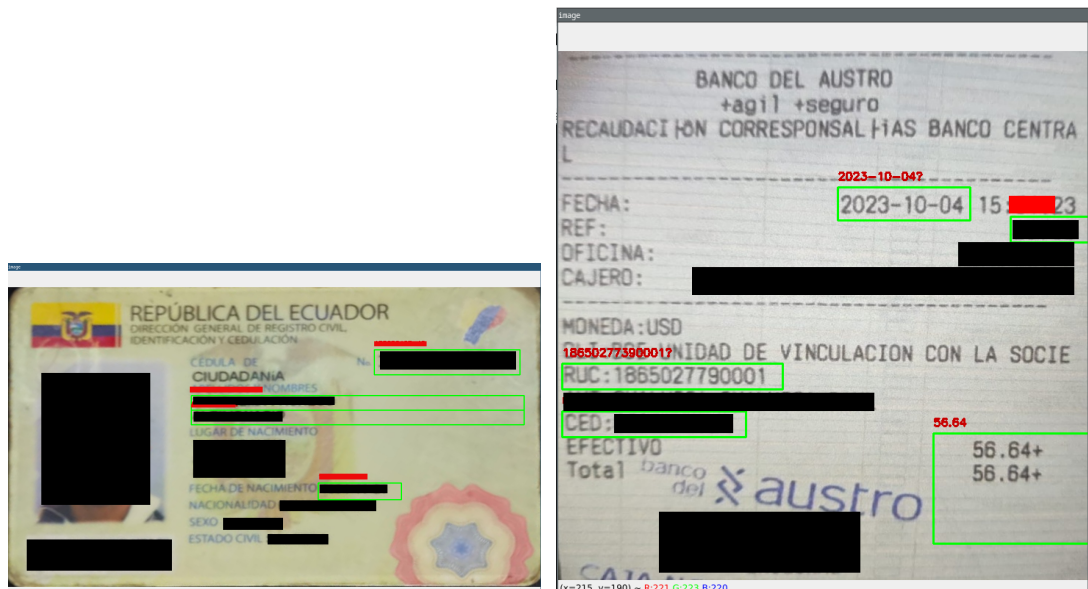
Una vez las imágenes han sido alineadas correctamente se extrae la información deseada de las regiones de interés previamente definidas. En la Figura 81 se muestran dos ejemplos del resultado de este proceso. En el Código 33 se muestra la clase usada para crear regiones de interés. Las regiones de interés se componen de un id, un par de coordenadas x y y, altura, anchura, configuración específica para el motor de OCR, una lista de funciones de postprocesamiento y una lista de funciones de preprocesamiento.

```

8 class ROI:
9
10     def __init__(
11         self,
12         id: str,
13         x: int, y: int, w: int, h: int,
14         config: str = "--oem 3 --psm 6",
15         post: list[Callable] | None = None,
16         pre: list[Callable] | None = None,
17     ) -> None:
18         self.id = id
19         self.x = x
20         self.y = y
21         self.h = h
22         self.w = w
23
24         self.xf = x + w
25         self.yf = y + h
26         self.config = config
27         self.post = post
28         self.pre = pre

```

Código 33. Clase para definir regiones de interés



(a) Cédula

(b) Comprobante de depósito

Figura 81. OCR en regiones de interés

### 3.7.4 Cierre

#### a. Pruebas de aceptación

Las pruebas de aceptación llevadas a cabo permitieron que los usuarios validaran las diferentes funcionalidades de la aplicación web, asegurando así el cumplimiento de los requisitos definidos en la primera fase de la metodología. Estas pruebas fueron organizadas de manera iterativa, es decir, se establecieron criterios específicos a evaluar para cada iteración de desarrollo.

Tabla 28. Pruebas de aceptación - primera iteración

Pruebas de aceptación			
N.	Criterio	Estado	Usuario
1	Al autenticar correctamente al usuario cliente la aplicación debe redireccionar a la página inicial	Aceptado	Cliente
2	Al autenticar correctamente al usuario administrador de unidad la aplicación debe redireccionar al panel de control	Aceptado	Administrador de unidad
3	Al autenticar correctamente al administrador financiero la aplicación debe redireccionar al panel de control	Aceptado	Administrador financiero
4	Al cerrar sesión si el usuario en cuestión es un cliente, se deben ocultar las opciones de generar ordenes	Aceptado	Cliente
5	Visualización de ítems, sus detalles y precios disponibles así como el precio asignado	Aceptado	Cliente
6	El usuario puede subir una fotografía de la cédula de identidad en el registro de clientes	Aceptado	Cliente
7	Los datos de la cédula son extraídos mediante OCR y tienen un porcentaje de error aceptable	Aceptado	Desarrollador
8	Al registrar el usuario se inicia la sesión automáticamente, permitiendo operar al usuario	Aceptado	Cliente
9	Agregar ítems al carrito de compra	Aceptado	Cliente
10	Generación de ordenes de compra ya sea mediante la selección de un solo ítem o mediante el carrito de compra	Aceptado	Cliente
11	Visualización de las ordenes creadas y sus detalles	Aceptado	Cliente
12	Comprobar el proceso de carga de archivos de las ordenes	Aceptado	Cliente

Tabla 29. Pruebas de aceptación - segunda iteración

Pruebas de aceptación			
N.	Criterio	Estado	Usuario
1	Visualización de los ítems pertenecientes a la Unidad de Producción del administrador que ha iniciado sesión	Aceptado	Administrador de unidad

<b>Pruebas de aceptación</b>			
<b>N.</b>	<b>Criterio</b>	<b>Estado</b>	<b>Usuario</b>
2	Comprobar las funcionalidades de creación, edición y eliminación de los ítems	Aceptado	Administrador de unidad
3	Visualización de las ordenes por aceptar y sus detalles como requisitos adjuntados, ítems seleccionados y precios asignados	Aceptado	Administrador de unidad
4	Al aceptar o rechazar una orden esta debe desaparecer de las sección de ordenes por aceptar	Aceptado	Administrador de unidad
5	Visualización de los pagos pendientes de procesar	Aceptado	Administrador financiero
6	Comprobar que los datos extraídos por el proceso de OCR se encuentren bajo un margen de error aceptable	Aceptado	Desarrollador
7	Comprobar que los datos extraídos por el proceso de OCR pueden ser modificados y almacenados	Aceptado	Administrador financiero
8	Comprobar el proceso de validación de comprobantes y requisitos de pago	Aceptado	Administrador financiero
9	Verificar que los pagos no pueden ser aceptados mientras no se hayan comprobado todos los comprobantes y requisitos de pago	Aceptado	Administrador financiero
10	Al aceptar el arancel de un ítem este debe desaparecer de las sección de aranceles por aprobar	Aceptado	Administrador financiero
11	Verificar la funcionalidad que permite adjuntar archivos a una venta	Aceptado	Administrador de unidad
12	Verificar la carga de archivos para postular a un nuevo grupo de clientes	Aceptado	Cliente

Tabla 30. Pruebas de aceptación - tercera iteración

<b>Pruebas de aceptación</b>			
<b>N.</b>	<b>Criterio</b>	<b>Estado</b>	<b>Usuario</b>
1	Visualización de los requisitos pertenecientes a la Unidad de Producción del administrados que ha iniciado sesión	Aceptado	Administrador de unidad
2	Comprobar las funcionalidades de creación, edición y eliminación de los requisitos	Aceptado	Administrador de unidad
3	Visualización de los grupos de clientes pertenecientes a la Unidad de Producción del administrados que ha iniciado sesión	Aceptado	Administrador de unidad
4	Comprobar las funcionalidades de creación, edición y eliminación de los grupos de clientes	Aceptado	Administrador de unidad
5	Visualización de las subcategorías pertenecientes a la Unidad de Producción del administrados que ha iniciado sesión	Aceptado	Administrador de unidad
6	Comprobar las funcionalidades de creación, edición y eliminación de las subcategorías	Aceptado	Administrador de unidad
7	Una vez el pago de una orden se ha verificado correctamente el usuario administrado de unidad podrá visualizar y completar la venta	Aceptado	Administrador de unidad

<b>Pruebas de aceptación</b>			
<b>N.</b>	<b>Criterio</b>	<b>Estado</b>	<b>Usuario</b>
8	Después de que la compra se haya generado esta podrá ser visualizada con sus detalles y archivos adjuntos	Aceptado	Cliente
9	Comprobar la funcionalidad de descarga de archivos adjuntados	Aceptado	Cliente
10	Cuando una postulación sea aprobada esta deberá ser eliminada de la tabla de postulaciones por aprobar	Aceptado	Administrador de unidad

### ***b. Pruebas de OCR***

Las pruebas de OCR consistieron en la ejecución de tres fases:

- Identificación de la combinación óptima de límite máximo de características y porcentaje de conservación de las mejores coincidencias de características.
- Determinación de los conjuntos de métodos de preprocesamiento con mayor precisión para cada región de interés.
- Evaluación de la precisión del proceso de OCR en tres escenarios distintos: sin aplicación de preprocesamiento, con preprocesamiento en la totalidad de la imagen y con preprocesamientos específicos por región.

En el Código I1 se puede observar la función desarrollada para ejecutar un conjunto de pruebas. Esta función recibe como parámetros la dirección del directorio donde se encuentran los casos de prueba `cases_path`, una lista con regiones de interés `rois`, las dimensiones para el redimensionamiento `resize_dims`, la dirección de la plantilla para ejecutar la alineación y registro de imagen `template_path`, una función de preprocesamiento `preprocess`, un máximo de características a extraer `max_features`, un porcentaje para conservar las mejores coincidencias de características `keep_percent`, un valor que define si se desea o no imprimir por consola los errores detectados en la predicción de texto `print_errors` y un valor que define si se desea o no realizar el preprocesamiento específico por región de interés `roi_pre`. La función se encarga de recorrer el directorio `case_path` en busca de subdirectorios los cuales representan un caso de prueba, estos casos de prueba están definidos por una o más imágenes y un archivo JSON con los datos reales de las imágenes. El archivo JSON se utiliza para comparar los datos extraídos con el proceso de OCR. El conteo de predicciones correctas e incorrectas tanto para caracteres

como para palabras se almacena en una instancia de la clase AccuracyMetric para su posterior análisis.

Para determinar la combinación de max\_features y keep\_percent que arroje el mayor porcentaje de precisión se usaron combinaciones con valores desde 5000 hasta 50000 para max\_features y de 0.1, 0.2 y 0.3 para keep\_percent. Estas combinaciones fueron ejecutadas usando la función que se detalla en el Código I3. Después de definir la combinación se ejecutaron las pruebas con los diferentes métodos de preprocesamiento para cada región de interés, esto se realizó haciendo uso de la función desarrollada que se muestra en el Código I2.

Para el preprocesamiento general a toda la imagen se empleó una conversión a escala de grises, eliminación de ruido con un filtro de suavizado (Gaussian Blur) y una umbralización adaptativa.

- **Cédula de identidad.** En la Figura 82 se encuentran representados de manera gráfica los resultados obtenidos por la primera fase de pruebas, en el Anexo K se resumen los resultados obtenidos. Se determinó que la combinación de max\_features y keep\_percent con mayor porcentaje de precisión se da con un máximo de características de 30000 y con un porcentaje de conservación de 30%. Adicionalmente, en la Figura 83 se pueden observar los promedios de tiempos de ejecución por cada combinación, se evidencia que a mayor límite máximo de características el tiempo de ejecución incrementa.

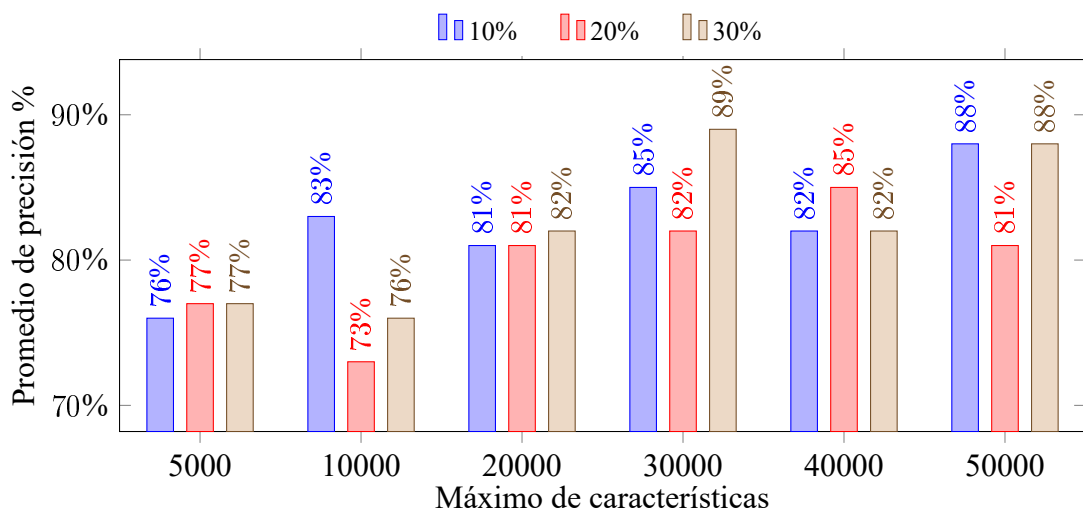


Figura 82. Promedios de precisión para cada configuración de max\_features y keep\_percent en la cédula antigua



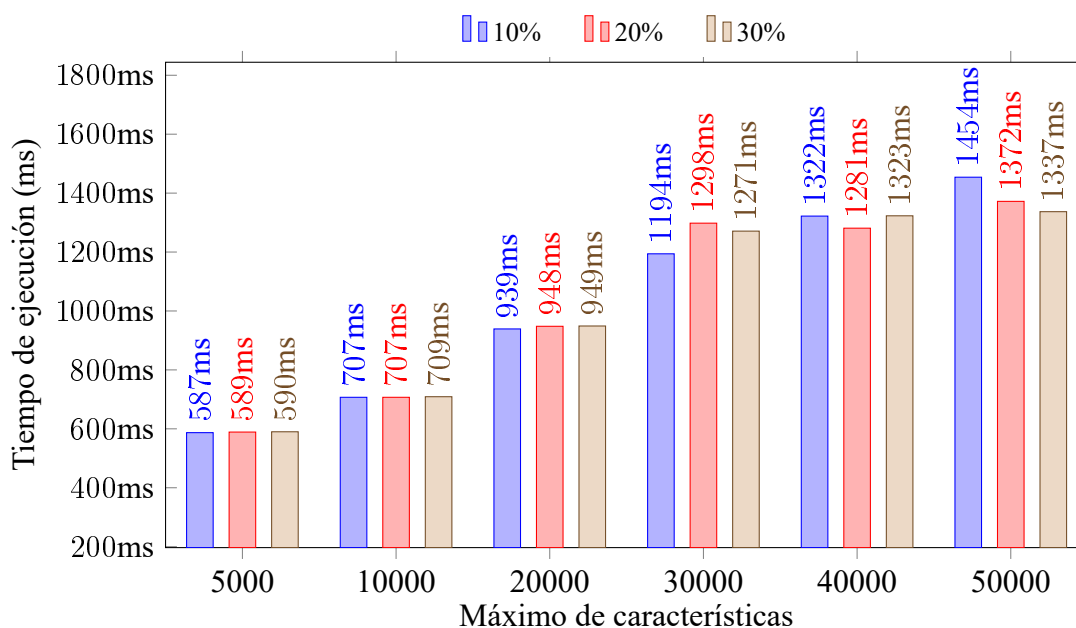


Figura 83. Promedios de tiempos de ejecución para cada configuración de max\_features y keep\_percent en la cédula antigua

En la segunda fase de pruebas se determinó que para la región de interés “last\_names” los métodos que aumentan la precisión en caracteres son: conversión a escala de grises, filtro de suavizado (Gaussian blur) y umbralización adaptativa, sin embargo, el aumento de precisión en palabras se dio solo usando la conversión a escala de grises. Para la región “names” el método que incremento la precisión tanto en palabras como en caracteres fue la conversión a escala de grises. Mientras, en la región “id” no se observó ninguna mejora en la precisión en palabras pero si en la precisión de caracteres que se dio al aplicar una conversión a escala de grises, un filtro de suavizado (Gaussian blur) y una umbralización adaptativa. Por último en la región “birth\_date” no se percibieron aumentos en la precisión con ningún método. En el Anexo L se encuentran los resultados obtenidos en esta fase de pruebas.

A continuación se muestran los diferentes resultados recolectados en la tercera fase de pruebas.

Tabla 31. Primera prueba de OCR en la cédula de identidad antigua (sin preprocesamiento)

Region de interés	Palabras correctas	Palabras incorrectas	Precisión en palabras	Caracteres correctos	Caracteres incorrectos	Precisión en caracteres
last_names	36	4	<b>0.9</b>	274	31	<b>0.9</b>
names	29	11	<b>0.72</b>	167	60	<b>0.74</b>

Region de interés	Palabras correctas	Palabras incorrectas	Precisión en palabras	Caracteres correctos	Caracteres incorrectos	Precisión en caracteres
id	19	1	<b>0.95</b>	190	10	<b>0.95</b>
birth_date	19	1	<b>0.95</b>	190	10	<b>0.95</b>

Tabla 32. Segunda prueba de OCR en la cédula de identidad antigua (preprocesamiento general)

Region de interés	Palabras correctas	Palabras incorrectas	Precisión en palabras	Caracteres correctos	Caracteres incorrectos	Precisión en caracteres
last_names	32	8	<b>0.8</b>	289	16	<b>0.95</b>
names	28	12	<b>0.7</b>	194	33	<b>0.85</b>
id	19	1	<b>0.95</b>	194	6	<b>0.97</b>
birth_date	18	2	<b>0.9</b>	196	4	<b>0.98</b>

Tabla 33. Tercera prueba de OCR en la cédula de identidad antigua (preprocesamiento por región)

Region de interés	Palabras correctas	Palabras incorrectas	Precisión en palabras	Caracteres correctos	Caracteres incorrectos	Precisión en caracteres
last_names	38	2	<b>0.95</b>	285	20	<b>0.93</b>
names	36	4	<b>0.9</b>	205	22	<b>0.9</b>
id	19	1	<b>0.95</b>	190	10	<b>0.95</b>
birth_date	19	1	<b>0.95</b>	190	10	<b>0.95</b>

Después de aplicar un **preprocesamiento a toda la imagen** se evidencia que la precisión de las predicciones en palabras disminuye y la precisión para caracteres aumenta. Concretamente, la precisión en palabras **disminuye un 11% en la región “last\_names”, un 3% en la región “names” y un 5% en la región “birth\_date”,** en cambio, la precisión en caracteres se vio **aumentada un 6% en la región “last\_names”, un 15% en “names”, un 2% en “id” y un 3% en “birth\_date”.** Esto sugiere que los errores aunque se minimizan por caracter son mas constantes por palabra.

Al emplear un **preprocesamiento específico por región** se puede observar como la precisión de la predicción del texto aumentó en todas las regiones de interés en las que se aplicó. En las regiones “names” y “last\_names” la precisión en palabras **aumento un 25% y un 6% respectivamente**, la precisión en caracteres también se vio **aumentada un 22% para “names” y un 3% para “last\_names”.** En la Figura 84 se pueden observar los resultados de las pruebas de manera gráfica.

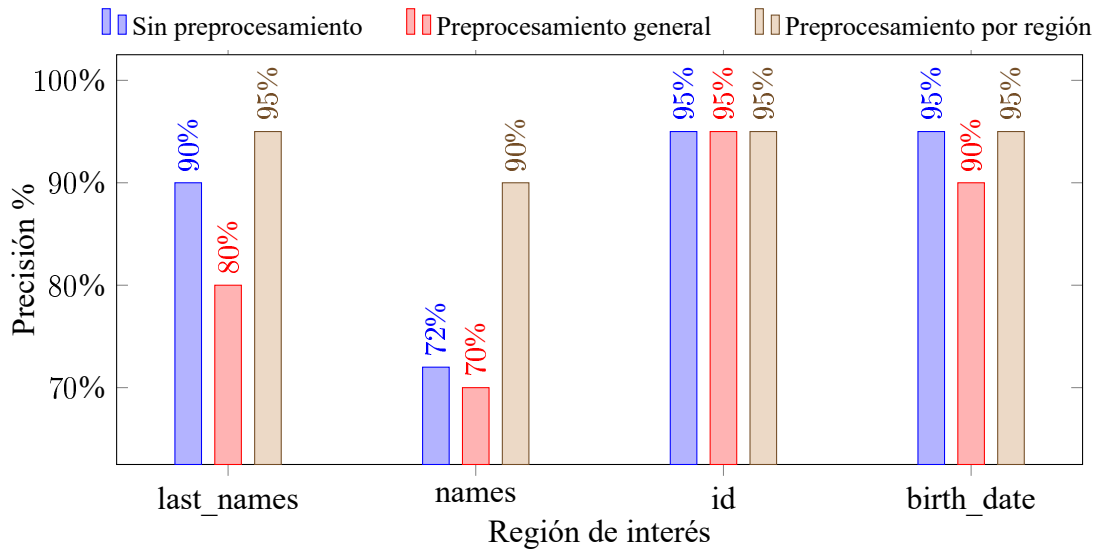


Figura 84. Comparación de precisión en palabras para las regiones de interés de la cedula antigua

Para la cédula de identidad nueva en la primera fase de pruebas se obtuvieron los resultados representados en la Figura 85. Se identificó que la combinación óptima de max\_features y keep\_percent se constituye de un límite máximo de características con un valor de 5000 y un porcentaje de conservación de 10%. Es importante destacar que la combinación determinada presenta el menor tiempo de ejecución posible en los casos de prueba realizados, tal y como se muestra en la Figura 86. En el Anexo M se encuentra el resumen de los resultados de esta fase de pruebas.

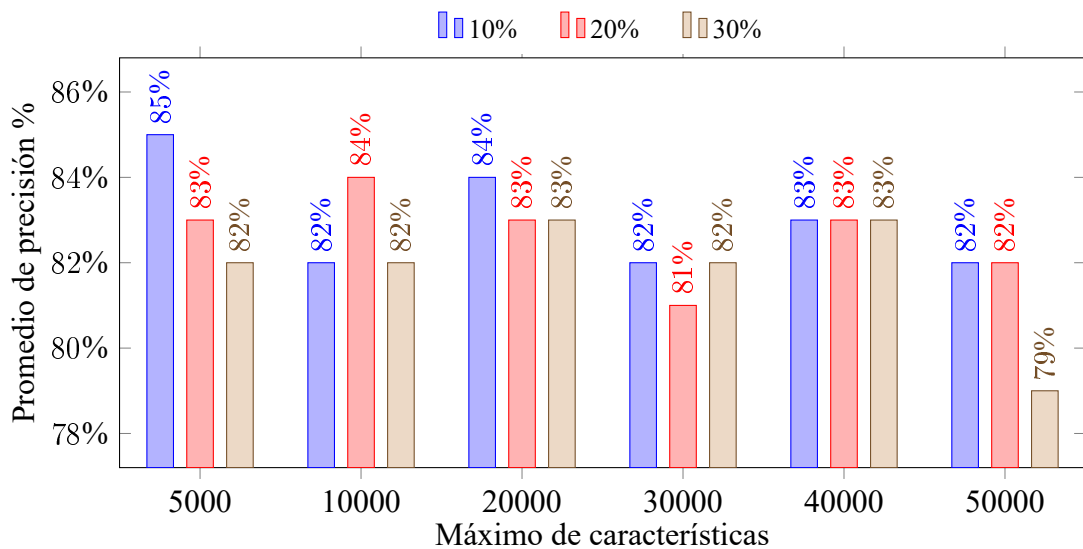


Figura 85. Promedios de precisión para cada configuración de max\_features y keep\_percent en la cedula nueva

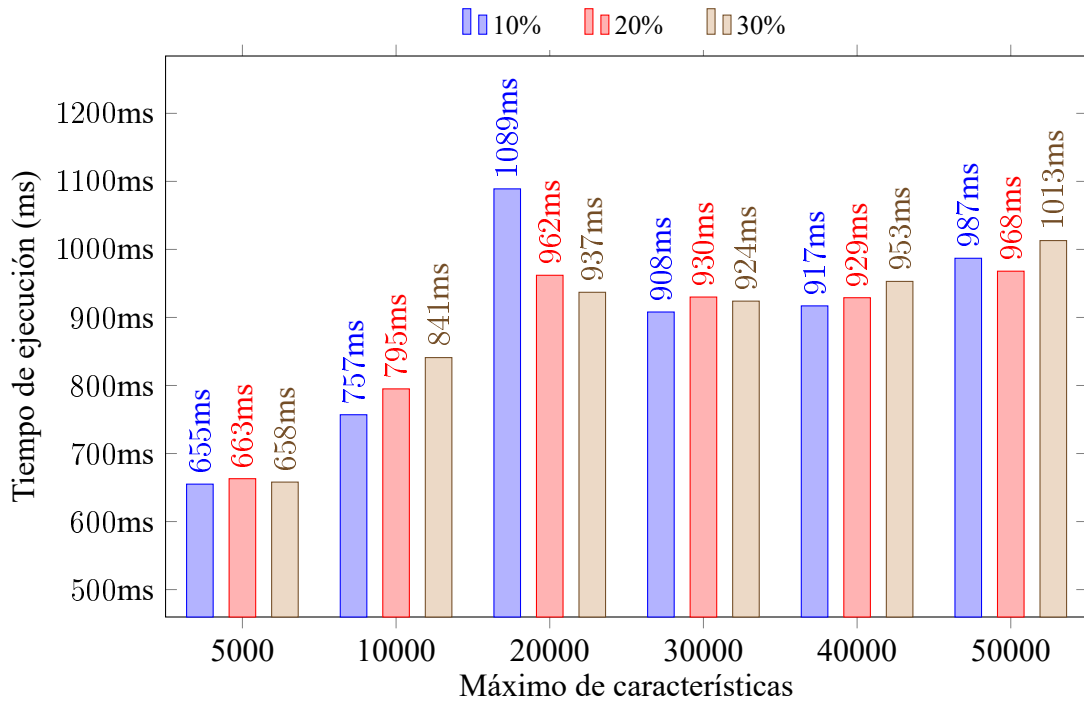


Figura 86. Promedios de tiempo de ejecución para cada configuración de max\_features y keep\_percent en la cedula nueva

En la segunda etapa de pruebas se pudo concluir que en la región de interés “second\_surname” los métodos de preprocesamiento que mejoraron la precisión en palabras fueron la conversión a escala de grises, filtro de suavizado (Gaussian blur) y umbralización adaptativa, en cuanto a la precisión en caracteres, esta se vio aumentada al aplicar conversión a escala de grises y una umbralización adaptativa. Para la región “first\_surname” no se observaron mejoras en cuanto a la precisión en palabras, sin embargo, la precisión en caracteres aumentó al emplear conversión a escala de grises, filtro de suavizado (Gaussian blur) y umbralización adaptativa. Para la región “names” se percibieron mejoras en caracteres al usar una conversión a escala de grises, en cuanto a palabras no se notaron aumentos. En la región “id”, no se evidenciaron aumentos en la precisión en caracteres, pese a eso, la precisión en palabras aumento al aplicarse conversión escala de grises, filtro de suavizado (Gaussian blur) y una umbralización adaptativa. Finalmente, en la región “birth\_date” se observaron incrementos al usar una conversión a escala de grises. En el Anexo N se encuentran los resultados de esta fase de pruebas.

Tabla 34. Primera prueba de OCR en la cédula de identidad nueva (sin preprocesamiento)

Region de interés	Palabras correctas	Palabras incorrectas	Precisión en palabras	Caracteres correctos	Caracteres incorrectos	Precisión en caracteres
first_surname	15	5	<b>0.75</b>	141	9	<b>0.94</b>
second_surname	17	3	<b>0.85</b>	135	5	<b>0.96</b>
names	22	18	<b>0.55</b>	203	12	<b>0.94</b>
id	12	8	<b>0.6</b>	192	8	<b>0.96</b>
birth_date	57	3	<b>0.95</b>	177	3	<b>0.98</b>

Tabla 35. Segunda prueba de OCR en la cédula de identidad nueva (preprocesamiento general)

Region de interés	Palabras correctas	Palabras incorrectas	Precisión en palabras	Caracteres correctos	Caracteres incorrectos	Precisión en caracteres
first_surname	15	5	<b>0.75</b>	137	13	<b>0.91</b>
second_surname	19	1	<b>0.95</b>	139	1	<b>0.99</b>
names	14	26	<b>0.35</b>	155	60	<b>0.72</b>
id	12	8	<b>0.6</b>	182	18	<b>0.91</b>
birth_date	48	12	<b>0.8</b>	154	26	<b>0.86</b>

Tabla 36. Tercera prueba de OCR en la cédula de identidad nueva (preprocesamiento por región)

Region de interés	Palabras correctas	Palabras incorrectas	Precisión en palabras	Caracteres correctos	Caracteres incorrectos	Precisión en caracteres
first_surname	15	5	<b>0.75</b>	141	9	<b>0.94</b>
second_surname	19	1	<b>0.95</b>	140	0	<b>1.0</b>
names	22	18	<b>0.55</b>	203	12	<b>0.94</b>
id	13	7	<b>0.65</b>	193	7	<b>0.96</b>
birth_date	60	0	<b>1.0</b>	180	0	<b>1.0</b>

Después de aplicar un **preprocesamiento a toda la imagen** se evidencia que la precisión de las predicciones en palabras para las **regiones “names” y “birth\_date” disminuye un 36% y 16% respectivamente**, mientras que, para la **región “second\_surname” aumenta un 12%**. En cuanto a la precisión en caracteres en las regiones **“first\_surname”, “names”, “id” y “birth\_date” se observa una reducción de un 3%, 23%, 5% y 12% respectivamente**.

Al ejecutar un **preprocesamiento específico por región** se revela que la precisión de la predicción del texto aumentó en todas las regiones de interés en las que se aplicó. En las regiones “**second\_surname**”, “**id**” y “**birth\_date**” se notaron aumentos de un **12%**, **8%** y **5%** respectivamente en la precisión de palabras. En precisión de caracteres solo se observaron **incrementos en la region “second\_surname” de un 4%** y en la región “**birth\_date**” de un **2%**. Estos resultados son visibles en la Figura 87.

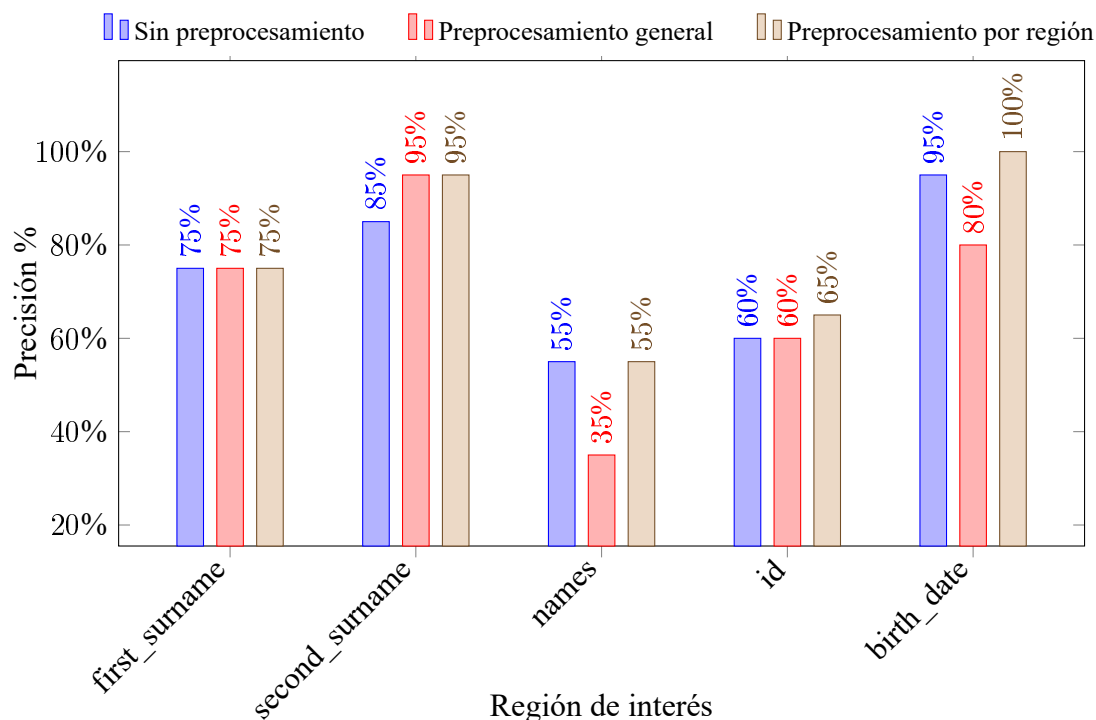


Figura 87. Comparación de precisión en palabras para las regiones de interés de la cedula nueva

- **Comprobante de deposito.** En la primera fase de pruebas para el comprobante de deposito se definió la combinación de max\_features y keep\_percent con valores de 10000 y 10% respectivamente, los cuales, como se observa en la Figura 88 y la Figura 89, son los valores que ofrecen el mayor promedio de precisión con el menor tiempo de ejecución.

En la siguiente fase de pruebas se identificó que los métodos de conversión a escala de grises, filtro de suavizado (Gaussian blur) y umbralización con el método de Otsu mejoraron tanto la precisión en palabras como en caracteres para la región “total”. En la región “date” no se observaron incrementos. Para la región “ruc” la aplicación de conversión a escala de grises y umbralización con el método de Otsu resultó en un aumento en precisión tanto en palabras como caracteres. En la región “customer” se

percibieron mejoras al aplicar una conversión a escala de grises, y para la región “ref” al aplicar una conversión a escala de grises y umbralización con el método de Otsu se aumento la precisión en caracteres, la precisión en palabras no se vio afectada ni positiva ni negativamente. Estos resultados pueden ser visualizados en el Anexo P.

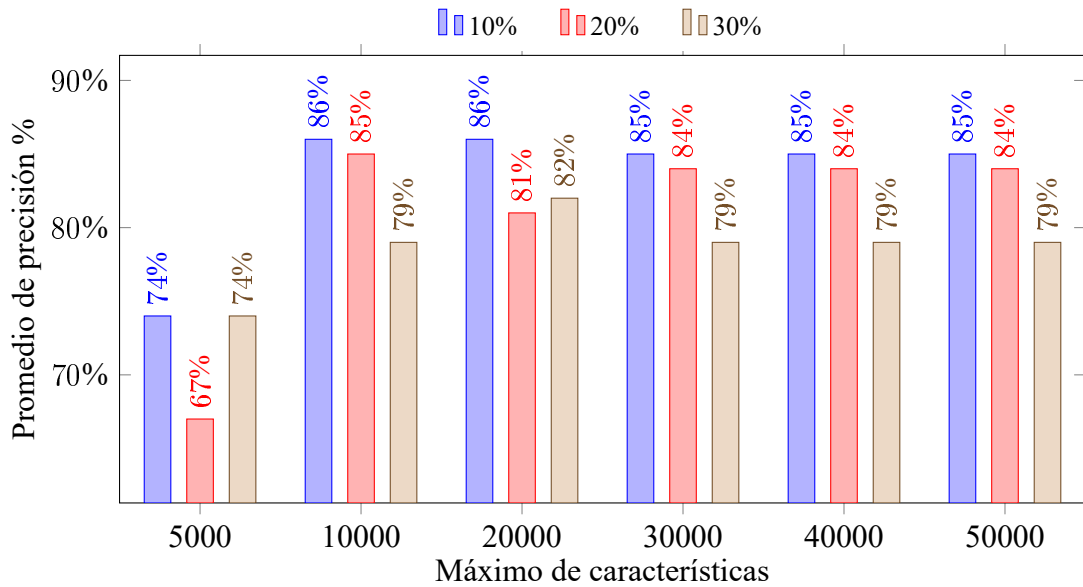


Figura 88. Promedios de precisión para cada configuración de max\_features y keep\_percent en el comprobante de deposito

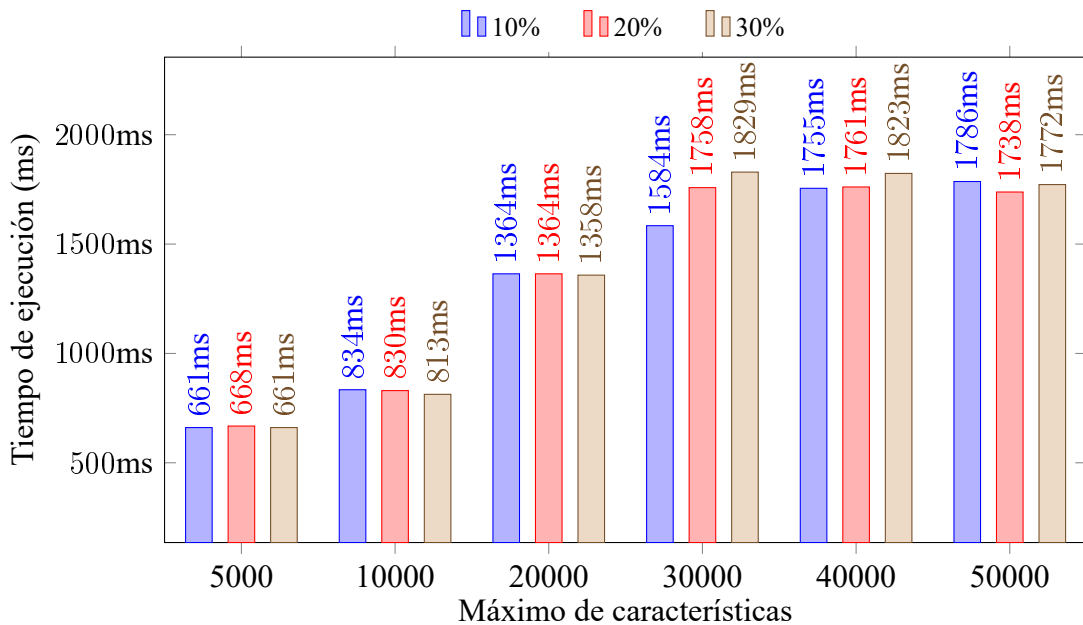


Figura 89. Promedios de tiempo de ejecución para cada configuración de max\_features y keep\_percent en el comprobante de deposito

Tabla 37. Primera prueba de OCR en el comprobante de deposito (sin preprocesamiento)

Region de interés	de	Palabras correctas	Palabras incorrectas	Precisión en palabras	Caracteres correctos	Caracteres incorrectos	Precisión en caracteres
total		10	2	<b>0.83</b>	58	10	<b>0.85</b>
date		12	0	<b>1.0</b>	120	0	<b>1.0</b>
ruc		9	3	<b>0.75</b>	152	4	<b>0.97</b>
customer		10	2	<b>0.83</b>	115	5	<b>0.96</b>
ref		7	5	<b>0.58</b>	50	10	<b>0.83</b>

Tabla 38. Segunda prueba de OCR en el comprobante de deposito (preprocesamiento general)

Region de interés	de	Palabras correctas	Palabras incorrectas	Precisión en palabras	Caracteres correctos	Caracteres incorrectos	Precisión en caracteres
total		7	5	<b>0.58</b>	50	18	<b>0.74</b>
date		11	1	<b>0.92</b>	119	1	<b>0.99</b>
ruc		7	5	<b>0.58</b>	145	11	<b>0.93</b>
customer		10	2	<b>0.83</b>	118	2	<b>0.98</b>
ref		6	6	<b>0.5</b>	52	8	<b>0.87</b>

Tabla 39. Tercera prueba de OCR en el comprobante de deposito (preprocesamiento por región)

Region de interés	de	Palabras correctas	Palabras incorrectas	Precisión en palabras	Caracteres correctos	Caracteres incorrectos	Precisión en caracteres
total		12	0	<b>1.0</b>	68	0	<b>1.0</b>
date		12	0	<b>1.0</b>	120	0	<b>1.0</b>
ruc		11	1	<b>0.92</b>	155	1	<b>0.99</b>
customer		11	1	<b>0.92</b>	119	1	<b>0.99</b>
ref		7	5	<b>0.58</b>	50	10	<b>0.83</b>

Tras la implementación de un **preprocesamiento en la totalidad de la imagen**, se observa una notable **reducción en la precisión en palabras en las regiones “total”, “date”, “ruc” y “ref” de 30%, 8%, 23% y 14% respectivamente**. La **precisión en caracteres** también se vio afectada **negativamente en un 13% en la región “total”, un 1% en la región “date” y un 4% en la región “ruc”**. Sin embargo, las regiones **“customer” y “ref” presentan aumentos en la precisión de caracteres, concretamente un 2% y 5% respectivamente**.



Después de aplicar un **preprocesamiento específico por región**, se notó un aumento general en las predicciones de texto en todas las regiones de interés en las que se aplicó. En términos de **precisión de palabras** se observaron **mejoras en las regiones “total”, “ruc” y “customer” con aumentos respectivos de 20%, 23% y 11%**. En cuanto a la **precisión de caracteres**, se registró un **aumento del 18% para “total”, 2% para “ruc” y 3% para “customer”**. Los resultados obtenidos se comparan en la Figura 90.

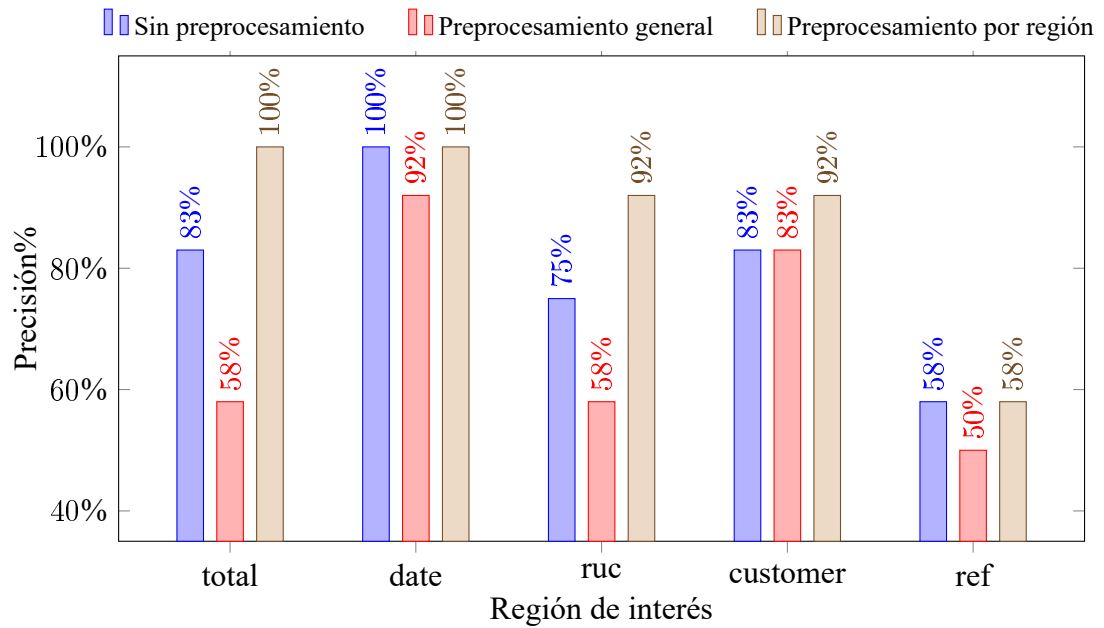


Figura 90. Comparación de precisión en palabras para las regiones de interés del comprobante de depósito

## CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

La presente investigación se desarrolló con el propósito de implementar una aplicación web que permita agilizar el proceso de adquisición y gestión de pagos de servicios y productos de las Unidades de Producción de la Universidad Técnica de Ambato durante el periodo octubre 2023 - febrero 2024.

- A través de las entrevistas llevadas a cabo con los encargados de las unidades de producción, se logró desarrollar un proceso que posibilita la generalización de los procesos de gestión de servicios y productos. La entrevista con el Director de la DIVISO fue especialmente esclarecedora para determinar el proceso de verificación y gestión de pagos, revelando deficiencias como la carencia de comunicación entre la dirección financiera y las Unidades de Producción. Este análisis permitió identificar oportunidades de mejora en el proceso, destacando la importancia de fortalecer la coordinación entre los diferentes actores involucrados.
- La implementación de técnicas de procesamiento de imágenes con OpenCV en la fase de preprocesamiento del sistema de OCR ha demostrado ser fundamental para mejorar significativamente la precisión en las predicciones. Sin embargo, se observaron disminuciones notables en los resultados cuando el preprocesamiento se llevó a cabo en la totalidad de la imagen. Los resultados más destacados se obtuvieron al emplear un enfoque de preprocesamiento específico según la región de interés. Este hallazgo subraya la importancia de adaptar contextualmente el preprocesamiento para optimizar la precisión en las predicciones.
- Es destacable señalar que la aplicación de la técnica de registro de imágenes en este proyecto se reveló como un proceso sumamente conveniente. Su aplicación eficiente no solo simplifica el flujo de trabajo, sino que también requiere de una cantidad menor de imágenes en comparación con técnicas más complejas, como la detección de objetos, para la extracción de información concreta de una imagen con OCR. No obstante, es importante subrayar que el proceso implementado se basa en que el registro y alineación de la imagen sea correcto, en caso de

que este no sea exitoso la precisión de las predicciones de texto se ve afectada negativamente.

- Adicionalmente, es importante destacar que la implementación del proceso de OCR en esta aplicación no solo beneficia la gestión de pagos en las Unidades de Producción, sino que también sienta las bases para posibles aplicaciones futuras en distintos ámbitos. La capacidad de aplicar OCR no solo a cédulas de identidad y comprobantes de depósitos, sino también a otros documentos administrativos, podría ser un recurso valioso en futuros proyectos relacionados con la optimización de procesos y la digitalización de la documentación universitaria.
- Un elemento esencial de la aplicación es la capacidad que otorga a las Unidades de Producción para acceder de inmediato a la información de verificación de pagos y requisitos. Este elemento representa un progreso significativo en comparación con el método convencional, donde la confirmación de los pagos solo se llevaba a cabo cuando los clientes proporcionaban copias de las facturas generadas. La aplicación desarrollada permite a las Unidades de Producción monitorear de forma continua el estado de los pagos, lo cual contribuye a una gestión más dinámica y eficiente.
- La información recopilada de órdenes, pagos, clientes, entre otros, a través de esta aplicación, ahora se convierte en un recurso valioso para análisis estratégicos y empresariales más profundos. Este enfoque no solo facilita la toma de decisiones basada en datos, sino que también abre la puerta a la identificación de patrones, tendencias y oportunidades para el desarrollo de estrategias informadas.

## **4.2 Recomendaciones**

- Se sugiere realizar una revisión constante y ajustes periódicos en los algoritmos de OCR, así como en las técnicas de procesamiento de imágenes. La evolución tecnológica puede ofrecer mejoras adicionales para aumentar la precisión y eficiencia del reconocimiento óptico de caracteres.
- Se recomienda llevar a cabo programas de capacitación para los usuarios finales,

en especial para las Unidades de Producción. La adopción exitosa del sistema depende en gran medida de la comprensión y familiarización de los usuarios con las funcionalidades y beneficios que ofrece la aplicación.

- Dada la identificación de fallos en la comunicación entre la dirección financiera y las Unidades de Producción, se aconseja establecer mecanismos efectivos de comunicación interna. La implementación de sistemas de información adicionales o reuniones regulares podría mejorar la coordinación y reducir posibles lagunas de información.
- Considerando la naturaleza de la información financiera manejada por la aplicación, se sugiere reforzar las medidas de seguridad de datos. La implementación de protocolos de encriptación y el establecimiento de prácticas de seguridad robustas garantizarán la integridad y confidencialidad de la información almacenada.
- Dada la riqueza de datos recopilados, se recomienda explorar oportunidades para implementar herramientas de inteligencia de negocios. El análisis de datos más profundo podría proporcionar información estratégica valiosa para la toma de decisiones y la identificación de áreas de mejora continua.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] J. Domínguez, “El financiamiento de la educación superior,” *Uniandes EPISTEME*, vol. 5, pp. 404–420, Oct. 2018. [En línea]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6756285>
- [2] P. Baldeón, P. Albuja, y Y. Rivero, “Las tecnologías de la información y la comunicación en la gestión estratégica universitaria: experiencias en la universidad tecnológica israel,” *Conrado*, vol. 15, pp. 83–88, May 2019. [En línea]. Disponible en: <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/987>
- [3] M. M. L. Ulloa, “Desarrollo de un sistema de digitalización y reconocimiento óptico de caracteres (OCR) para los documentos de la notaria primera de Quilanga-Loja,” Trabajo de Titulación, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Sep. 2019. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/45340>
- [4] J. I. D. Albuérne, L. Heliodoro, y B. Game, “El financiamiento a la educación superior en el contexto de las políticas públicas en Ecuador,” *Cofin Habana*, vol. 14, Jul. 2019. [En línea]. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2073-60612020000100008&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2073-60612020000100008&lng=es&nrm=iso)
- [5] J. Pérez, “Reconocimiento de placas vehiculares mediante procesamiento de imágenes para optimizar el acceso a los parqueaderos de la uta, campus huachi,” Trabajo de Titulación, U. Téc. Amb., Ambato, Jul. 2014. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/7792>
- [6] C. Irimia, F. Harbuzariu, I. Hazi, y A. Iftene, “Official document identification and data extraction using templates and ocr,” en *Procedia Computer Science*, vol. 207. Elsevier B.V., Oct. 2022, pp. 1571–1580. [En línea]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050922010973>
- [7] W. Satyawan, M. O. Pratama, R. Jannati, G. Muhammad, B. Fajar, H. Hamzah, R. Fikri, y K. Kristian, “Citizen id card detection using image processing and optical character recognition,” en *Journal of Physics: Conference Series*, vol.

1235. Institute of Physics Publishing, Jul. 2019. [En línea]. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1235/1/012049/pdf>
- [8] H. Zhang, B. Dong, B. Feng, F. Yang, y B. Xu, “Classification of financial tickets using weakly supervised fine-grained networks,” *IEEE Access*, vol. 8, pp. 129 469–129 477, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3007528>
- [9] H. Zhang, B. Dong, Q. Zheng, B. Feng, B. Xu, y H. Wu, “All-content text recognition method for financial ticket images,” *Multimedia Tools and Applications*, vol. 81, pp. 28 327–28 346, 8 2022. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11042-022-12741-2>
- [10] F. Tian, H. Wu, y B. Xu, “Financial ticket intelligent recognition system based on deep learning,” *CoRR*, 10 2020. [En línea]. Disponible en: <http://arxiv.org/abs/2010.15356>
- [11] M. Gomez, J. Cervantes, y P. Gonzalez, *Fundamentos de Ingeniería de Software*, 1st ed., M. Gomez, J. Cervantes, y P. Gonzalez, Eds. México: UAM, Unidad Cuajimalpa, 2019. [En línea]. Disponible en: <http://ilitia.cua.uam.mx:8080/jspui/handle/123456789/1000>
- [12] F. A. Amo, L. M. Normand, y J. S. Pérez, *Introducción a la ingeniería del software: modelos de desarrollo de programas*, 1st ed., J. B. Rubio, Ed. España: Delta Publicaciones, 2005. [En línea]. Disponible en: <https://books.google.co.ve/books?id=rXU-WS4UatYC&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false>
- [13] J. R. M. Ríos, J. A. H. Tapia, N. Pedreira-Souto, y H. P. P. León, “Estado del arte: metodologías de desarrollo de aplicaciones móviles,” *3C Glosas de innovación aplicadas a la pyme*, vol. 10, pp. 17–45, 6 2021. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.17993/3ctecno/2021.v10n2e38.17-45>
- [14] O. Fonseca, “Sitio web para la administración de congresos internacionales en la facultad de ingeniería en sistemas, electrónica e industrial.” Trabajo de Titulación, U. Téc. Amb., Ambato, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/38481>

- [15] Huawei Technologies Co.,Ltd., *Database Principles and Technologies – Based on Huawei GaussDB*. Singapore: Springer Nature Singapore, 2023, pp. 1–39. [En línea]. Disponible en: [https://doi.org/10.1007/978-981-19-3032-4\\_1](https://doi.org/10.1007/978-981-19-3032-4_1)
- [16] S. R. Taylor, “Object storage, persistent memory, and data infrastructure for hpc materials informatics,” 2022. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2210.07929>
- [17] C. Symvoulidis, A. Kiourtis, A. Mavrogiorgou, y D. Kyriazis, “Healthcare provision in the cloud: An ehr object store-based cloud used for emergency.” SciTePress, 2021, pp. 435–442. [En línea]. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/1245/ca9b3413835b8a6072a0b7d2afe80856eba3.pdf>
- [18] IBM Cloud Education, “Object vs. file vs. block storage: What’s the difference?” Oct. 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.ibm.com/blog/object-vs-file-vs-block-storage>
- [19] L. Barriga, “Sistema de gestión de historias clínicas y telemedicina orientado al departamento médico gad municipalidad de ambato,” Trabajo de Titulación, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 8 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/39584>
- [20] M. Escarcena, *Programacion paginas Web: JavaScript y PHP*. Paracuellos de Jarama, Madrid: RA-MA Editorial, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://elibro.net/es/lc/uta/titulos/222656>
- [21] L. Barzola, J. Jara, y P. Aviles, “Importancia del marketing digital en el comercio electrónico,” *E-IDEA Journal of Business Sciences*, vol. 1, pp. 24–33, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://revista.estudioidea.org/ojs/index.php/eidea/article/view/14>
- [22] P. Martín, *Teletrabajo y comercio electronico*. España Madrid: Ministerio de Educacion y Formacion Profesional de España, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://elibro.net/en/ereader/uta/49474?page=184>.
- [23] I. Sesmilo Sarabia, “Los sistemas de pago online,” Tesis de Maestria, Universidad de Cantabria, Jul. 2019. [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10902/17558>

- [24] G. R. Bradski y A. Kaehler, *Learning OpenCV : computer vision with the OpenCV library*. O'Reilly, 2008. [En línea]. Disponible en: [https://books.google.com.ec/books?hl=en&lr=&id=seAgiOfu2EIC&oi=fnd&pg=PR3&dq=openvcv&ots=hVM75kiERh&sig=oeBb8FPqoU4iBAucOZF63xghp18&redir\\_esc=y#v=onepage&q=openvcv&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=en&lr=&id=seAgiOfu2EIC&oi=fnd&pg=PR3&dq=openvcv&ots=hVM75kiERh&sig=oeBb8FPqoU4iBAucOZF63xghp18&redir_esc=y#v=onepage&q=openvcv&f=false)
- [25] J. Memon, M. Sami, R. A. Khan, y M. Uddin, “Handwritten optical character recognition (OCR): A comprehensive systematic literature review (slr),” *IEEE Access*, vol. 8, pp. 142 642–142 668, Jul. 2020. [En línea]. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9151144>
- [26] D. García, “Aplicación móvil usando tecnologías multiplataforma para la difusión y búsqueda de arriendos universitarios en los alrededores de la universidad técnica de ambato campus huachi,” Trabajo de Titulación, 8 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/39383>
- [27] R. Toro, M. Peña-Sarmiento, B. Avendaño, S. Mejía Vélez, y A. Bernal-Torres, “Análisis empírico del coeficiente alfa de cronbach según opciones de respuesta, muestra y observaciones atípicas,” *Revista iberoamericana de diagnóstico y evaluación psicológica*, vol. 63, p. 17, 01 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/4596/459671926003/movil/>
- [28] H. Chen, Y. Wang, T. Guo, C. Xu, Y. Deng, Z. Liu, S. Ma, C. Xu, C. Xu, y W. Gao, “Pre-trained image processing transformer,” en *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 2021, pp. 12 299–12 310. [En línea]. Disponible en: [https://openaccess.thecvf.com/content/CVPR2021/html/Chen\\_Pre-Trained\\_Image\\_Processing\\_Transformer\\_CVPR\\_2021\\_paper.html](https://openaccess.thecvf.com/content/CVPR2021/html/Chen_Pre-Trained_Image_Processing_Transformer_CVPR_2021_paper.html)
- [29] C. T. F. Misas, “Desarrollo de un prototipo para la identificación de referencias en dispositivos médicos mediante el uso de herramientas open source y técnicas de visión por computadora,” Trabajo de Titulación, Universidad de Antioquia, Medellín, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/10495/19596>
- [30] E. L. Portiansky, *Análisis multidimensional de imágenes digitales*. D - Editorial de la Universidad de La Plata, 2013. [En línea]. Disponible en: <https://elibro.net/es/lc/uta/titulos/66409>



- [31] R. M. O. Molina y A. J. A. Martínez, *Procesamiento digital de imagen para la caracterización morfológica de la especie *Frankliniella occidentalis**. España: Editorial Universidad de Almería, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://elibro.net/es/lc/uta/titulos/45117>
- [32] M. Nixon y A. Aguado, *Feature Extraction and Image Processing*, 2nd ed., 2019. [En línea]. Disponible en: [https://books.google.com.ec/books?hl=en&lr=&id=KcW-DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=image+processing+technologies&ots=10qB7lQG2Q&sig=0nTRqboMNcy82kCo37\\_ITNt67AU&redir\\_esc=y#v=onepage&q=image%20processing%20technologies&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=en&lr=&id=KcW-DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=image+processing+technologies&ots=10qB7lQG2Q&sig=0nTRqboMNcy82kCo37_ITNt67AU&redir_esc=y#v=onepage&q=image%20processing%20technologies&f=false)
- [33] The MathWorks Inc., “Image processing toolbox,” Natick, Massachusetts, United States, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://la.mathworks.com/products/image.html>
- [34] S. V. D. Walt, J. L. Schönberger, J. Nunez-Iglesias, F. Boulogne, J. D. Warner, N. Yager, E. Gouillart, y T. Yu, “Scikit-image: Image processing in python,” *PeerJ*, vol. 2014, 2014. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.7717/peerj.453>
- [35] B. Alhafni, S. F. Guedes, L. C. Ribeiro, J. Park, y J. Lee, “Mapping areas using computer vision algorithms and drones,” 1 2019. [En línea]. Disponible en: <http://arxiv.org/abs/1901.00211>
- [36] M. Ahmed, M. A. Awel, y A. I. Abidi, “Review on optical character recognition,” *International Research Journal of Engineering and Technology*, vol. 6, 2019. [En línea]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Muna-Ahmed/publication/334162853\\_REVIEW\\_ON\\_OPTICAL\\_CHARACTER\\_RECOGNITION/links/5d1af333a6fdcc2462b74595/REVIEW-ON-OPTICAL-CHARACTER-RECOGNITION.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Muna-Ahmed/publication/334162853_REVIEW_ON_OPTICAL_CHARACTER_RECOGNITION/links/5d1af333a6fdcc2462b74595/REVIEW-ON-OPTICAL-CHARACTER-RECOGNITION.pdf)
- [37] K. Karthick, K. B. Ravindrakumar, R. Francis, y S. Ilankannan, “Steps involved in text recognition and recent research in ocr; a study,” *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*, pp. 2277–3878, 2019. [En línea]. Disponible en: [https://www.academia.edu/download/67425903/Steps\\_Involved\\_in\\_Text\\_Recognition\\_and\\_Recent\\_Research\\_in\\_OCR\\_A\\_Study.pdf](https://www.academia.edu/download/67425903/Steps_Involved_in_Text_Recognition_and_Recent_Research_in_OCR_A_Study.pdf)

- [38] S. Cakic, T. Popovic, S. Sandi, S. Krco, y A. Gazivoda, “The use of tesseract ocr number recognition for food tracking and tracing,” en *2020 24th International Conference on Information Technology, IT 2020*. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2 2020. [En línea]. Disponible en: [10.1109/IT48810.2020.9070558](https://doi.org/10.1109/IT48810.2020.9070558)
- [39] A. Khormi, M. Alahmadi, y S. Haiduc, “A study on the accuracy of ocr engines for source code transcription from programming screencasts.” Association for Computing Machinery, Inc, 6 2020, pp. 65–75. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1145/3379597.3387468>
- [40] P. Jain, K. Taneja, y H. Taneja, “Which ocr toolset is good and why? a comparative study,” *Kuwait Journal of Science*, vol. 48, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.48129/kjs.v48i2.9589>
- [41] C. Reul, D. Christ, A. Hartelt, N. Balbach, M. Wehner, U. Springmann, C. Wick, C. Grundig, A. Büttner, y F. Puppe, “Ocr4all—an open-source tool providing a (semi-)automatic ocr workflow for historical printings,” *Applied Sciences*, vol. 9, no. 22, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-3417/9/22/4853>
- [42] S. Al-Saqqa, S. Sawalha, y H. Abdelnabi, “Agile software development: Methodologies and trends,” *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, vol. 14, pp. 246–270, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://online-journals.org/index.php/i-jim/article/view/13269/7405>
- [43] G. Devndra, “Comparative study on python web frameworks: Flask and django,” Trabajo de Titulación, Metropolia University of Applied Sciences, 5 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.theseus.fi/handle/10024/339796>
- [44] M. Malhotra, “Internship Report At Paxcom India Pvt. Ltd.” Trabajo de Titulación, Jaypee University of Information Technology Waknaghat, 5 2022.
- [45] J. Cincović y M. Punt, “Comparison: Angular vs. react vs. vue. which framework is the best choice?” University of Belgrade, Rep. Tec., 2020. [En línea]. Disponible en: <http://www.eventiotic.com/eventiotic/files/Papers/URL/50173409-699e-4b17-8edb-9764ecc53160.pdf>

- [46] V. Hutagikar y V. Hegde, “Analysis of front-end frameworks for web applications,” *International Research Journal of Engineering and Technology*, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://existek.com/blog/top-front-end->
- [47] S. Agrawal, “Using rapid application development for software development projects,” 2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.proquest.com/openview/b8a4bf95509a0c8699b48e4c1cef2618/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>
- [48] R. Maulany, B. Hasan, A. G. Abdullah, y D. Rohendi, “Design of learning applications using the rapid application development method,” *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 1098, no. 2, p. 022090, mar 2021. [En línea]. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/1098/2/022090>
- [49] M. A. Fauzi, H. Tribiakto, A. Moniva, I. K. Ilyas, y E. Utami, “Systematic literature reviews on rapid application development information system,” *Bulletin of Computer Science and Electrical Engineering*, vol. 4, pp. 57–64, 2023. [En línea]. Disponible en: <http://bcsee.org/index.php/bcsee/article/view/1181>

## ANEXOS

### Anexo A. Guía de entrevista aplicada al director de la DIVISO

Tabla A1. Guía de entrevista aplicada al director de la DIVISO

<b>N.</b>	<b>Pregunta</b>	<b>Respuesta</b>	<b>Observación</b>
1	¿Cuál es la función de los encargados de las Unidades de Producción en el proceso de pagos y gestión de servicios y productos?		
2	¿Cuál es la función de los funcionarios de la DIVISO en el proceso de pagos y gestión de servicios y productos?		
3	¿Cuál es el proceso actual para la adquisición de servicios y/o productos?		
4	¿Cuál es el proceso actual que siguen para recibir y registrar los pagos de servicios y productos?		
5	¿De qué manera validan y verifican los pagos de servicios y productos?		
6	¿Qué problemas o inconvenientes han tenido con el proceso actual de adquisición y gestión de pagos?		
7	¿Cómo manejan la información de servicios, productos, clientes y pagos?		

Anexo B. Guía de entrevista aplicada a los responsables de las Unidades de  
Producción

Tabla B1. Guía de entrevista aplicada a los responsables de las Unidades de  
Producción

N	Pregunta	Respuesta	Observación
1	¿Cuál es el proceso actual que siguen los clientes para la adquisición de servicios y/o productos?		
2	¿Cuáles son los requisitos de información o documentos necesarios para llevar a cabo el proces de adquisición de servicios y/o productos?		
3	¿Cuál es el proceso actual que siguen para recibir y registrar los pagos de servicios y/o productos?		
4	¿De que manera validan y verifican los pagos de servicios y/o productos?		
5	¿Qué problemas o inconvenientes han tenido con el proceso actual de gestión de pagos?		
6	¿Cómo manejan la información de su Unidad de Producción (servicios, productos, clientes y pagos entre otros)?		

### Anexo C. Cuestionario realizado para la encuesta a clientes

**Objetivo:** Identificar los problemas en el proceso de gestión de pagos para la adquisición de servicios y productos de las unidades de producción de la DIVISO.

1. ¿Cree usted que el proceso actual para realizar pagos y adquirir servicios y productos en las unidades de producción es sencillo y eficiente?
  - (a) Totalmente de acuerdo
  - (b) De acuerdo
  - (c) Ni de acuerdo ni en desacuerdo
  - (d) En desacuerdo
  - (e) Totalmente en desacuerdo
  
2. ¿Ha experimentado retrasos o problemas en el proceso actual de pagos y adquisición de servicios y productos en las unidades de producción?
  - (a) Sí
  - (b) No
  
3. ¿Cuánto tiempo dedica en promedio para completar el proceso de adquisición de servicios y productos en las unidades de producción?
  - (a) Menos de media hora
  - (b) Entre media hora y una hora
  - (c) De dos a tres horas
  - (d) De tres a cuatro horas
  - (e) Más de cuatro horas
  
4. ¿Considera usted un inconveniente la movilización a las instalaciones de la institución para la generación de ordenes y la entrega de comprobantes de pagos de servicios y productos en las unidades de producción?
  - (a) Sí
  - (b) No

5. ¿Con qué frecuencia ha adquirido servicios y/o productos en las Unidades de Producción en los últimos seis meses?
- (a) Al menos una vez
  - (b) Dos veces
  - (c) Tres veces
  - (d) Cuatro veces
  - (e) Más de cuatro veces
6. ¿Con qué frecuencia ha tenido que entregar datos o documentos (copia de cedula, requerimientos, comprobantes de pago, etc.) al momento de adquirir servicios y/o productos en las Unidades de Producción?
- (a) Muy frecuentemente
  - (b) Frecuentemente
  - (c) Ocasionalmente
  - (d) Raramente
  - (e) Nunca
7. ¿Cree usted que seria útil una aplicacion web que le permita gestionar la documentacion necesaria (comprobantes de pago, facturas, datos personales, etc.) para la adquisición de servicios y productos?
- (a) Totalmente de acuerdo
  - (b) De acuerdo
  - (c) Ni de acuerdo ni en desacuerdo
  - (d) En desacuerdo
  - (e) Totalmente en desacuerdo
8. ¿Preferiría utilizar una aplicación web que le permita solicitar ordenes de servicios y productos y gestionar sus pagos en lugar de acudir físicamente a la institución?
- (a) Sí
  - (b) No

### Anexo D. Cálculo del Kuder-Richardson en Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	0	1	2			p1	p2	p2							POBLACION
2	1	1	1	3		73	62	102		1,206822		0,768889			116
3	1	1	1	3		0,62931	0,534483	0,87931							
4	0	0	1	1		0,37069	0,465517	0,12069							
5	0	0	1	1		0,233279	0,248811	0,106124	0,588213						
6	0	0	1	1											
7	0	0	0	0											
8	0	0	1	1											
9	1	1	1	3											
10	1	0	1	2											
11	0	0	0	0											
12	0	0	0	0											
13	1	1	1	3											
14	1	1	1	3											
15	1	1	1	3											
16	0	0	0	0											
17	1	0	1	2											
18	0	0	1	1											
19	1	1	1	3											
20	1	1	1	3											
21	1	1	1	3											
22	0	0	0	0											
23	1	1	1	3											
24	1	1	1	3											
25	1	0	1	2											
26	1	1	1	3											
27	1	1	1	3											
28	1	1	1	3											
29	1	1	1	3											
30	1	1	1	3											
31	1	1	1	3											
32	0	0	0	0											
33	1	0	1	2											

Figura D1. Hoja de cálculo en Excel con el cálculo del Kuder-Richardson en Excel



### Anexo E. Cálculo del Alfa de Cronbach en Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	0	1	2	3	4		vi				sum vi		vt	alpha		poblacion
2	4	1	2	1	1	9	1,342672	2,531139	2,551353	0,916394	7,341558		20,73209	0,807355		116
3	4	5	5	3	5	22										
4	3	5	5	3	2	18										
5	1	2	1	1	2	7										
6	1	3	1	1	2	8										
7	3	2	1	2	1	9										
8	4	5	5	5	5	24										
9	4	4	5	1	2	16										
10	3	1	1	1	1	7										
11	1	2	3	1	2	9										
12	4	5	3	3	2	17										
13	4	3	5	2	2	16										
14	5	3	5	2	2	17										
15	3	4	5	2	2	16										
16	2	2	5	2	2	13										
17	2	3	1	3	2	11										
18	1	2	1	3	2	9										
19	1	3	1	2	2	9										
20	4	5	5	2	1	17										
21	4	2	5	5	4	20										
22	2	1	2	2	2	9										
23	3	1	2	1	1	8										
24	4	4	4	3	4	19										
25	1	1	5	2	1	10										
26	4	5	5	5	3	22										
27	2	5	5	2	2	16										
28	3	5	4	2	3	17										
29	4	4	5	2	5	20										
30	1	5	5	1	1	13										
31	4	5	5	2	2	18										
32	4	5	5	3	1	18										
33	4	3	5	2	2	16										

Figura E1. Hoja de cálculo en Excel con el cálculo del Alfa de Cronbach en Excel

## Anexo F. Dependencias usadas en el backend

```
1 alembic==1.11.1
2 annotated-types==0.5.0
3 anyio==3.7.1
4 bcrypt==4.0.1
5 certifi==2023.7.22
6 cffi==1.16.0
7 chardet==5.2.0
8 click==8.1.6
9 cryptography==41.0.5
10 dependency-injector==4.41.0
11 ecdsa==0.18.0
12 fastapi==0.100.1
13 greenlet==2.0.2
14 h11==0.14.0
15 httpcore==0.17.3
16 httptools==0.6.0
17 httpx==0.24.1
18 idna==3.4
19 imutils==0.5.4
20 iniconfig==2.0.0
21 Jinja2==3.1.2
22 Mako==1.2.4
23 MarkupSafe==2.1.3
24 minio==7.1.15
25 numpy==1.26.1
26 opencv-python-headless==4.8.1.78
27 packaging==23.1
28 passlib==1.7.4
29 pdf2image==1.16.3
30 Pillow==10.1.0
31 pluggy==1.2.0
32 psychopg2-binary==2.9.6
33 pyasn1==0.5.0
34 pycparser==2.21
35 pydantic==2.1.1
36 pydantic-settings==2.0.2
37 pydantic_core==2.4.0
38 pytesseract==0.3.10
39 pytest==7.4.0
40 python-dotenv==1.0.0
41 python-jose==3.3.0
42 python-multipart==0.0.6
43 PyYAML==6.0.1
44 reportlab==4.0.9
45 rsa==4.9
46 six==1.16.0
47 sniffio==1.3.0
48 SQLAlchemy==2.0.19
49 starlette==0.27.0
50 tenacity==8.2.2
51 typing_extensions==4.7.1
52 urllib3==2.0.4
53 uvicorn==0.23.1
54 uvloop==0.17.0
55 watchfiles==0.19.0
56 websockets==11.0.3
```

Código F1. Dependencias usadas en la API

## Anexo G. Configuración de servicios en el archivo docker-compose.yml

```
1 version: "2.20.2"
2 services:
3   nginx:
4     image: nginx
5     container_name: nginx
6     ports:
7       - "80:80"
8     volumes:
9       - ./nginx/default.conf:/etc/nginx/conf.d/default.conf
10    networks:
11      market-api:
12        aliases:
13          - nginx
14    depends_on:
15      - api
16      - minio
17      - pgadmin4
18
19  api:
20    build:
21      context: .
22      target: dev
23    container_name: api
24    entrypoint: ./entrypoint.sh
25    expose:
26      - "80"
27    volumes:
28      - ./app
29    networks:
30      market-api:
31        aliases:
32          - api
33    environment:
34      DATABASE_URI: "postgresql://${POSTGRES_USER}:${POSTGRES_PASSWORD}@${POSTGRES_CONTAINER}/${POSTGRES_DB}"
35    env_file:
36      - .env
37    depends_on:
38      postgres:
39        condition: service_healthy
40      minio:
41        condition: service_started
42
43  minio:
44    image: "quay.io/minio/minio"
45    container_name: minio
46    command: server /data --console-address ":9090"
47    ports:
48      - "9000:9000"
49      - "9090:9090"
50    volumes:
51      - ${DOCKER_DATA_PATH}/minio/data:/data
52    environment:
53      MINIO_ROOT_USER: ${MINIO_ROOT_USER}
54      MINIO_ROOT_PASSWORD: ${MINIO_ROOT_PASSWORD}
55    networks:
56      market-api:
57        aliases:
58          - minio
59
60  postgres:
61    image: postgres
62    container_name: postgres
63    restart: always
64    ports:
65      - "5432:5432"
66    volumes:
67      - ${DOCKER_DATA_PATH}/postgres/data:/var/lib/postgres/data
```

```
68     - ./scripts/initdb:/docker-entrypoint-initdb.d
69   environment:
70     POSTGRES_PASSWORD: ${POSTGRES_PASSWORD}
71     POSTGRES_USER: ${POSTGRES_USER}
72     POSTGRES_DB: ${POSTGRES_DB}
73   healthcheck:
74     test:
75       [
76         "CMD-SHELL",
77         "pg_isready --username=${POSTGRES_USER} --dbname=${POSTGRES_DB}",
78       ]
79     interval: 10s
80     timeout: 5s
81     retries: 5
82   networks:
83     market-api:
84       aliases:
85         - postgres
86
87   networks:
88     market-api:
89       name: market-api
90       driver: bridge
```

Código G1. Archivo docker-compose.yml

## Anexo H. Dependencias usadas en el frontend

```
1  "dependencies": {
2    "@hookform/devtools": "^4.3.1",
3    "@hookform/resolvers": "^3.2.0",
4    "@radix-ui/react-accordion": "^1.1.2",
5    "@radix-ui/react-alert-dialog": "^1.0.4",
6    "@radix-ui/react-avatar": "^1.0.3",
7    "@radix-ui/react-checkbox": "^1.0.4",
8    "@radix-ui/react-collapsible": "^1.0.3",
9    "@radix-ui/react-dialog": "^1.0.4",
10   "@radix-ui/react-dropdown-menu": "^2.0.5",
11   "@radix-ui/react-icons": "^1.3.0",
12   "@radix-ui/react-label": "^2.0.2",
13   "@radix-ui/react-navigation-menu": "^1.1.3",
14   "@radix-ui/react-popover": "^1.0.6",
15   "@radix-ui/react-radio-group": "^1.1.3",
16   "@radix-ui/react-select": "^1.2.2",
17   "@radix-ui/react-separator": "^1.0.3",
18   "@radix-ui/react-slot": "^1.0.2",
19   "@radix-ui/react-toast": "^1.1.4",
20   "@radix-ui/react-toggle": "^1.0.3",
21   "@tanstack/react-query": "^4.32.6",
22   "@tanstack/react-query-devtools": "^5.8.3",
23   "@tanstack/react-table": "^8.9.3",
24   "@types/node": "^20.4.7",
25   "@types/react-router-dom": "^5.3.3",
26   "axios": "^1.4.0",
27   "class-variance-authority": "^0.7.0",
28   "clsx": "^2.0.0",
29   "cmdk": "^0.2.0",
30   "i18next": "^23.7.16",
31   "lucide-react": "^0.292.0",
32   "react": "^18.2.0",
33   "react-dom": "^18.2.0",
34   "react-dropzone": "^14.2.3",
35   "react-hook-form": "^7.45.4",
36   "react-icons": "^4.10.1",
37   "react-pdf": "^7.7.0",
38   "react-router-dom": "^6.14.2",
39   "tailwind-merge": "^1.14.0",
40   "tailwindcss-animate": "^1.0.6",
41   "uuid": "^9.0.1",
42   "zod": "^3.21.4",
43   "zod-i18n-map": "^2.25.0"
44 },
45 "devDependencies": {
46   "@testing-library/jest-dom": "^5.17.0",
47   "@testing-library/react": "^14.0.0",
48   "@types/react": "^18.2.15",
49   "@types/react-dom": "^18.2.7",
50   "@types/uuid": "^9.0.6",
51   "@typescript-eslint/eslint-plugin": "^6.4.0",
52   "@typescript-eslint/parser": "^6.4.0",
53   "@vitejs/plugin-react": "^4.0.3",
54   "autoprefixer": "^10.4.14",
55   "daisyui": "^3.5.1",
56   "eslint": "^8.47.0",
57   "eslint-plugin-react": "^7.33.1",
58   "eslint-plugin-react-hooks": "^4.6.0",
59   "eslint-plugin-react-refresh": "^0.4.3",
60   "eslint-plugin-simple-import-sort": "^10.0.0",
61   "eslint-plugin-unused-imports": "^3.0.0",
62   "jsdom": "^22.1.0",
63   "postcss": "^8.4.27",
64   "prettier": "^3.0.1",
65   "prettier-plugin-tailwindcss": "^0.5.2",
66   "rollup-plugin-visualizer": "^5.9.2",
```

```
67 "tailwindcss": "~3.3.3",
```

Código H1. Dependencias en el archivo package.json del proyecto frontend

## Anexo I. Funciones para la ejecución de pruebas en el proceso de OCR implementado

```
24
25
26 class AccuracyMetric:
27
28     def __init__(self, full_correct: int = 0, incorrect_characters: int = 0, correct_characters: int = 0, incorrect_words:
29         ↪ int = 0, correct_words: int = 0):
30         self.full_correct = full_correct
31         self.incorrect_characters = incorrect_characters
32         self.incorrect_words = incorrect_words
33         self.correct_characters = correct_characters
34         self.correct_words = correct_words
35
36 class TestResults:
37
38     def __init__(self, results: dict[str, int], total_cases: int, avg_time, metrics: dict[str, AccuracyMetric] = {}) -> None
39         ↪ :
40         self.results = results
41         self.total_cases = total_cases
42         self.metrics = metrics
43         self.avg_time = avg_time
44
45
46 def execute_accuracy_test(
47     cases_path: str,
48     rois: list[ROI],
49     resize_dims: tuple[int, int],
50     template_path: str,
51     max_features: int = 20000,
52     keep_percent: float = 0.2,
53     preprocess: Callable | None = None,
54     print_errors: bool = False,
55     roi_pre: bool = True,
56 ) -> TestResults:
57     print(f"\nmax features {max_features} keep percent {keep_percent}")
58     aligner = OpenCVAligner()
59     count = 0
60     prom_time = 0
61     accuracy = {}
62     metrics: dict[str, AccuracyMetric] = {}
63     for roi in rois:
64         accuracy[roi.id] = 0
65         metrics[roi.id] = AccuracyMetric()
66
67     test_cases = [a for a in os.listdir(
68         cases_path) if (os.path.isdir(f"{cases_path}/{a}") and a != "__pycache__")]
69     for test_case in test_cases:
70
71         test_path = f"{cases_path}/{test_case}"
72
73         expected_file_path = f"{test_path}/expected.json"
74
75         json_file = open(expected_file_path)
76         expected_data = json.load(json_file)
77
78         for file in os.listdir(test_path):
79
80             if file.endswith(".jpeg") or file.endswith(".jpg"):
81
82                 count += 1
83                 if print_errors:
84                     print(f"\nCASE: {count}\n")
85
86                 template = cv2.imread(template_path)
87                 image = cv2.imread(f"{test_path}/{file}")
88
```

```

89     start_time = time.time()
90     fields_prediction = ocr_template_based(
91         template,
92         image,
93         rois,
94         resize_dims,
95         max_features,
96         keep_percent,
97         preprocess,
98         roi_pre,
99     )
100     end_time = time.time() - start_time
101     prom_time += end_time
102     for key, predicted_words in fields_prediction.items():
103
104         metric = metrics[key]
105
106         expected_words = expected_data[key]
107
108         expected_words_splitted = expected_words.split(" ")
109         if predicted_words:
110             predicted_words_splitted = predicted_words.split(" ")
111
112             for i in range(len(expected_words_splitted)):
113                 try:
114                     expected_word = expected_words_splitted[i]
115                     predicted_word = predicted_words_splitted[i]
116
117                     if expected_word == predicted_word:
118                         metric.correct_words += 1
119                     else:
120                         metric.incorrect_words += 1
121
122                     for j in range(len(expected_word)):
123                         try:
124                             expected_char = expected_word[j]
125                             predicted_char = predicted_word[j]
126
127                             if predicted_char == expected_char:
128                                 metric.correct_characters += 1
129                             else:
130                                 metric.incorrect_characters += 1
131                         except IndexError as e:
132                             metric.incorrect_characters += 1
133
134                     except IndexError as e:
135                         metric.incorrect_words += 1
136                         metric.incorrect_characters += len(
137                             expected_words_splitted[i])
138
139                 else:
140                     metric.incorrect_words += len(expected_words_splitted)
141                     for word in expected_words_splitted:
142                         metric.incorrect_characters += len(word)
143
144             if predicted_words == expected_words:
145                 accuracy[key] += 1
146                 metric.full_correct += 1
147             else:
148                 if print_errors:
149                     print(f"{key}: {predicted_words} ({expected_words})")
150             metrics[key] = metric
151
152     avg_time = (prom_time / count)
153     print("Avg time: %.2f seconds ---" % avg_time)
154     print("Total cases: ", count)
155     return TestResults(accuracy, count, avg_time, metrics)

```



## Código I1. Función para la ejecución del proceso de pruebas de OCR

```

1 def multiple(
2     preprocessings: list[list[Callable]],
3     rois: list[ROI],
4     cases_path: str,
5     resize_dims: tuple[int, int],
6     template_path: str,
7     max_features: int,
8     keep_percent: float,
9     preprocess: Callable | None = None,
10    print_tables: bool = True,
11 ) -> dict[str, tuple[float, int]]:
12     count = 0
13
14     bests = {}
15
16     for prep in preprocessings:
17         for roi in rois:
18             roi.pre = prep
19             start_time = time.time()
20             results_new = execute_accuracy_test(
21                 cases_path=cases_path,
22                 rois=rois,
23                 resize_dims=resize_dims,
24                 template_path=template_path,
25                 max_features=max_features,
26                 keep_percent=keep_percent,
27                 preprocess=preprocess
28             )
29             print("--- for all cases %.2f seconds ---" % (time.time() - start_time))
30             if print_tables:
31                 print("Preprocessings: ", end="")
32                 for method in prep:
33                     print(f"{method.__name__}", end=" ")
34                 print_results(results_new)
35
36             bests = calculate_bests(results_new, bests, count)
37             count += 1
38
39     return bests
40

```

## Código I2. Función para ejecutar múltiples conjuntos de pruebas con diferentes preprocesamientos

```

1 def multiple_feat_keep(
2     configs: list[tuple[int, float]],
3     rois: list[ROI],
4     cases_path: str,
5     resize_dims: tuple[int, int],
6     template_path: str,
7     preprocess: Callable | None = None,
8     print_tables: bool = True,
9     roi_pre: bool = False,
10 ) -> dict[str, tuple[float, int]]:
11     count = 0
12
13     bests = {}
14
15     for config in configs:
16
17         start_time = time.time()
18         results_new = execute_accuracy_test(
19             cases_path=cases_path,

```

```

20     rois=rois,
21     resize_dims=resize_dims,
22     template_path=template_path,
23     max_features=config[0],
24     keep_percent=config[1],
25     preprocess=preprocess,
26     roi_pre=roi_pre,
27 )
28 print("--- for all cases %.2f seconds ---" % (time.time() - start_time))
29 if print_tables:
30     print_results(results_new)
31
32     bests = calculate_bests(results_new, bests, count)
33     count += 1
34
35 return bests
36

```

Código I3. Función para ejecutar múltiples conjuntos de pruebas con diferentes configuraciones de máximo de características y porcentaje de conservación

## Anexo J. Regiones de interés predefinidas

```
1 rois = [  
2 ROI('last_names', 440, 260, 800, 35,  
3     config=f"--oem 3 --psm 6 -c tesseract_char_whitelist='{LETTERS}'",  
4     post=[  
5         tp.delete_jump,  
6         tp.two_words_post  
7     ],  
8     pre=[  
9         ih.gray_scale,  
10    ]  
11    ),  
12 ROI('names', 440, 295, 800, 35,  
13     config=f"--oem 3 --psm 6 -c tesseract_char_whitelist='{LETTERS}'",  
14     post=[  
15         tp.delete_jump,  
16         tp.two_words_post  
17     ],  
18     pre=[  
19         ih.gray_scale,  
20     ]  
21    ),  
22 ROI('id', 880, 150, 350, 60,  
23     config=f"--oem 3 --psm 6 -c tesseract_char_whitelist='{NUMBERS}'",  
24     post=[  
25         tp.delete_jump  
26     ],  
27     pre=[  
28         ih.noise_remove,  
29         ih.gray_scale,  
30         ih.threshold,  
31     ]  
32    ),  
33 ROI('birth_date', 745, 470, 200, 40,  
34     config=f"--oem 3 --psm 6 -c tesseract_char_whitelist='{NUMBERS}'-",  
35     post=[  
36         tp.delete_jump  
37     ],  
38     pre=[  
39     ]  
40    ),  
41 ]
```

## Código J1. Regiones de interés para la cédula de identidad antigua

```
1 ROI('first_surname', 400, 135, 250, 40,  
2     config=f"--oem 3 --psm 8 -c tesseract_char_whitelist='{LETTERS}'",  
3     post=[  
4         tp.delete_jump  
5     ],  
6     pre=[  
7     ]  
8    ),  
9 ROI('second_surname', 400, 170, 250, 40,  
10     config=f"--oem 3 --psm 8 -c tesseract_char_whitelist='{LETTERS}'",  
11     post=[  
12         tp.delete_jump  
13     ],  
14     pre=[  
15     ]  
16    ),  
17 ROI('names', 400, 240, 370, 40,  
18     config=f"--oem 3 --psm 7 -c tesseract_char_whitelist='{LETTERS}'",  
19     post=[  
20     ],  
21     pre=[  
22         ih.gray_scale,
```

```

23 ]
24 ),
25 ROI('id', 145, 600, 260, 70,
26   config=f"--oem 3 --psm 8 -c tessedit_char_whitelist='{NUMBERS}'",
27   post=[
28     tp.delete_jump,
29     tp.id_post
30   ],
31   pre=[
32     ih.gray_scale, ih.upscaling, ih.threshold, ih.erode,
33   ]
34 ),
35 ROI('birth_date', 400, 385, 240, 45,
36   config=f"--oem 3 --psm 6 -c tessedit_char_whitelist='{NUMBERS}{LETTERS}-'",
37   post=[
38     tp.delete_jump,
39   ],
40   pre=[
41     ih.gray_scale,
42   ]
43 ),

```

## Código J2. Regiones de interés para la cédula de identidad nueva

```

1 tickest_rois = [
2   ROI('total', 510, 520, 450, 150,
3     config=f"--oem 3 --psm 6 -c tessedit_char_whitelist='{NUMBERS}.'",
4     post=[deposit_total_post],
5     pre=[]
6   ),
7   ROI('date', 380, 185, 180, 45,
8     config=f"--oem 3 --psm 7 -c tessedit_char_whitelist='{NUMBERS}-'",
9     post=[tp.delete_jump],
10    pre=[ih.gray_scale, ih.threshold]
11  ),
12  ROI('ruc', 70, 425, 300, 35,
13    config=f"--oem 3 --psm 7 -c tessedit_char_whitelist='{NUMBERS}'",
14    post=[tp.delete_jump],
15    pre=[]
16  ),
17  ROI('customer', 70, 490, 250, 35,
18    config=f"--oem 3 --psm 7 -c tessedit_char_whitelist='{NUMBERS}'",
19    post=[tp.delete_jump],
20    pre=[
21      ih.gray_scale,
22      ih.upscaling,
23      ih.threshold,
24    ]
25  ),
26  ROI('ref', 600, 225, 185, 35,
27    config=f"--oem 3 --psm 6 -c tessedit_char_whitelist='{NUMBERS}'",
28    post=[tp.delete_jump],
29    pre=[
30      ih.gray_scale,
31      ih.threshold,
32    ],
33  ),
34 ]

```

## Código J3. Configuración de regiones de interés para el comprobante de deposito

## Anexo K. Resumen de los resultados obtenidos en la ejecución de pruebas de configuración de máximo de características y porcentaje de conservación en la cédula antigua

```

1
2 max features 5000 keep percent 0.1
3 Avg time: 0.59 seconds ---
4 Total cases: 20
5 --- for all cases 13.27 seconds ---
6
7 FIELD                CORRECT_WORDS  INCORRECT_WORDS  WORD_ACCURACY  CORRECT_CHARS  INCORRECT_CHARS  CHAR_ACCURACY
8 last_names           28              12                0.7            218            87               0.71
9 names                24              16                0.6            141            86               0.62
10 id                   15              5                 0.75           161            39               0.81
11 birth_date          19              1                 0.95           190            10               0.95
12
13
14 max features 10000 keep percent 0.2
15 Avg time: 0.71 seconds ---
16 Total cases: 20
17 --- for all cases 15.63 seconds ---
18
19 FIELD                CORRECT_WORDS  INCORRECT_WORDS  WORD_ACCURACY  CORRECT_CHARS  INCORRECT_CHARS  CHAR_ACCURACY
20 last_names           28              12                0.7            213            92               0.7
21 names                24              16                0.6            140            87               0.62
22 id                   15              5                 0.75           160            40               0.8
23 birth_date          17              3                 0.85           170            30               0.85
24
25 max features 20000 keep percent 0.3
26 Avg time: 0.95 seconds ---
27 Total cases: 20
28 --- for all cases 20.47 seconds ---
29
30 FIELD                CORRECT_WORDS  INCORRECT_WORDS  WORD_ACCURACY  CORRECT_CHARS  INCORRECT_CHARS  CHAR_ACCURACY
31 last_names           34              6                 0.85           254            51               0.83
32 names                25              15                0.62           147            80               0.65
33 id                   18              2                 0.9            180            20               0.9
34 birth_date          18              2                 0.9            189            11               0.94
35
36 max features 30000 keep percent 0.1
37 Avg time: 1.19 seconds ---
38 Total cases: 20
39 --- for all cases 25.39 seconds ---
40
41 FIELD                CORRECT_WORDS  INCORRECT_WORDS  WORD_ACCURACY  CORRECT_CHARS  INCORRECT_CHARS  CHAR_ACCURACY
42 last_names           34              6                 0.85           270            35               0.89
43 names                26              14                0.65           149            78               0.66
44 id                   19              1                 0.95           192            8                0.96
45 birth_date          19              1                 0.95           190            10               0.95
46
47 max features 40000 keep percent 0.2
48 Avg time: 1.28 seconds ---
49 Total cases: 20
50 --- for all cases 27.11 seconds ---
51
52 FIELD                CORRECT_WORDS  INCORRECT_WORDS  WORD_ACCURACY  CORRECT_CHARS  INCORRECT_CHARS  CHAR_ACCURACY
53 last_names           37              3                 0.93           284            21               0.93
54 names                25              15                0.62           149            78               0.66
55 id                   18              2                 0.9            180            20               0.9
56 birth_date          18              2                 0.9            189            11               0.94
57
58 max features 50000 keep percent 0.3
59 Avg time: 1.34 seconds ---
60 Total cases: 20
61 --- for all cases 28.27 seconds ---
62
63 FIELD                CORRECT_WORDS  INCORRECT_WORDS  WORD_ACCURACY  CORRECT_CHARS  INCORRECT_CHARS  CHAR_ACCURACY

```

```

64 last_names          34         6         0.85         257         48         0.84
65 names              31         9         0.78         178         49         0.78
66 id                 18         2         0.9          180         20         0.9
67 birth_date         20         0         1.0          200         0          1.0
68 last_names_words: 0.93, (40000, 0.2)
69 last_names_chars: 0.93, (40000, 0.2)
70 names_words: 0.78, (50000, 0.3)
71 names_chars: 0.78, (50000, 0.3)
72 id_words: 0.95, (30000, 0.1)
73 id_chars: 0.96, (30000, 0.1)
74 birth_date_words: 1.0, (10000, 0.1)
75 birth_date_chars: 1.0, (10000, 0.1)
76
77 best_avg (30000, 0.3) 0.89 word_avg 0.88 char_avg 0.89
78
79 name , total_average, word_average, char_average, avg_time
80
81 ((5000, 0.1), 0.76, 0.75, 0.77, 0.5879270553588867 )
82 ((5000, 0.2), 0.77, 0.76, 0.77, 0.5898482322692871 )
83 ((5000, 0.3), 0.77, 0.75, 0.78, 0.5906580805778503 )
84 ((10000, 0.1), 0.83, 0.81, 0.85, 0.7076024174690246 )
85 ((10000, 0.2), 0.73, 0.72, 0.74, 0.7076881170272827 )
86 ((10000, 0.3), 0.76, 0.74, 0.78, 0.7095387697219848 )
87 ((20000, 0.1), 0.81, 0.8, 0.83, 0.9399116158485412 )
88 ((20000, 0.2), 0.81, 0.8, 0.83, 0.9481564283370971 )
89 ((20000, 0.3), 0.82, 0.82, 0.83, 0.9496063232421875 )
90 ((30000, 0.1), 0.85, 0.85, 0.86, 1.1948206663131713 )
91 ((30000, 0.2), 0.82, 0.81, 0.83, 1.2988474726676942 )
92 ((30000, 0.3), 0.89, 0.88, 0.89, 1.2719519972801208 )
93 ((40000, 0.1), 0.82, 0.81, 0.83, 1.3229122161865234 )
94 ((40000, 0.2), 0.85, 0.84, 0.86, 1.281013286113739 )
95 ((40000, 0.3), 0.82, 0.81, 0.83, 1.323006236553192 )
96 ((50000, 0.1), 0.88, 0.86, 0.89, 1.4543766617774962 )
97 ((50000, 0.2), 0.81, 0.8, 0.81, 1.3728757619857788 )
98 ((50000, 0.3), 0.88, 0.88, 0.88, 1.337633728981018 )
99

```

## Anexo L. Resultados de la ejecución de pruebas de preprocesamiento en la cédula antigua

```

1 old_cedula
2
3 max features 30000 keep percent 0.3
4 Avg time: 1.39 seconds ---
5 Total cases: 20
6 --- for all cases 29.51 seconds ---
7 Preprocessings:
8 FIELD                CORRECT_WORDS  INCORRECT_WORDS  WORD_ACCURACY  CORRECT_CHARS  INCORRECT_CHARS  CHAR_ACCURACY
9 last_names           36              4                 0.9            274             31                0.9
10 names                29              11                0.72           167             60                0.74
11 id                   19              1                 0.95           190             10                0.95
12 birth_date          19              1                 0.95           190             10                0.95
13
14 max features 30000 keep percent 0.3
15 Avg time: 1.38 seconds ---
16 Total cases: 20
17 --- for all cases 29.39 seconds ---
18 Preprocessings: gray_scale
19 FIELD                CORRECT_WORDS  INCORRECT_WORDS  WORD_ACCURACY  CORRECT_CHARS  INCORRECT_CHARS  CHAR_ACCURACY
20 last_names           38              2                 0.95           285             20                0.93
21 names                36              4                 0.9            205             22                0.9
22 id                   18              2                 0.9            190             10                0.95
23 birth_date          18              2                 0.9            180             20                0.9
24
25 max features 30000 keep percent 0.3
26 Avg time: 1.43 seconds ---
27 Total cases: 20
28 --- for all cases 30.39 seconds ---
29 Preprocessings: gray_scale otsu_threshold
30 FIELD                CORRECT_WORDS  INCORRECT_WORDS  WORD_ACCURACY  CORRECT_CHARS  INCORRECT_CHARS  CHAR_ACCURACY
31 last_names           22              18                0.55           200             105               0.66
32 names                19              21                0.47           159             68                0.7
33 id                   18              2                 0.9            183             17                0.92
34 birth_date          9               11                0.45           139             61                0.69
35
36 max features 30000 keep percent 0.3
37 Avg time: 1.48 seconds ---
38 Total cases: 20
39 --- for all cases 31.25 seconds ---
40 Preprocessings: gray_scale adaptative_threshold
41 FIELD                CORRECT_WORDS  INCORRECT_WORDS  WORD_ACCURACY  CORRECT_CHARS  INCORRECT_CHARS  CHAR_ACCURACY
42 last_names           30              10                0.75           264             41                0.87
43 names                25              15                0.62           181             46                0.8
44 id                   17              3                 0.85           189             11                0.94
45 birth_date          13              7                 0.65           173             27                0.86
46
47 max features 30000 keep percent 0.3
48 Avg time: 1.48 seconds ---
49 Total cases: 20
50 --- for all cases 31.30 seconds ---
51 Preprocessings: gray_scale gaussian_blur adaptative_threshold
52 FIELD                CORRECT_WORDS  INCORRECT_WORDS  WORD_ACCURACY  CORRECT_CHARS  INCORRECT_CHARS  CHAR_ACCURACY
53 last_names           31              9                 0.78           288             17                0.94
54 names                29              11                0.72           189             38                0.83
55 id                   18              2                 0.9            197             3                 0.98
56 birth_date          17              3                 0.85           182             18                0.91
57
58 max features 30000 keep percent 0.3
59 Avg time: 1.44 seconds ---
60 Total cases: 20
61 --- for all cases 30.63 seconds ---
62 Preprocessings: gray_scale gaussian_blur otsu_threshold
63 FIELD                CORRECT_WORDS  INCORRECT_WORDS  WORD_ACCURACY  CORRECT_CHARS  INCORRECT_CHARS  CHAR_ACCURACY
64 last_names           14              26                0.35           146             159               0.48
65 names                12              28                0.3            101             126               0.44

```

```

66 id 18 2 0.9 183 17 0.92
67 birth_date 6 14 0.3 138 62 0.69
68
69 max features 30000 keep percent 0.3
70 Avg time: 1.58 seconds ---
71 Total cases: 20
72 --- for all cases 33.39 seconds ---
73 Preprocessings: gray_scale upscaling otsu_threshold erode
74 FIELD CORRECT_WORDS INCORRECT_WORDS WORD_ACCURACY CORRECT_CHARS INCORRECT_CHARS CHAR_ACCURACY
75 last_names 0 40 0.0 18 287 0.06
76 names 0 40 0.0 14 213 0.06
77 id 18 2 0.9 183 17 0.92
78 birth_date 5 15 0.25 110 90 0.55
79
80 max features 30000 keep percent 0.3
81 Avg time: 1.70 seconds ---
82 Total cases: 20
83 --- for all cases 36.03 seconds ---
84 Preprocessings: gray_scale upscaling gaussian_blur otsu_threshold erode
85 FIELD CORRECT_WORDS INCORRECT_WORDS WORD_ACCURACY CORRECT_CHARS INCORRECT_CHARS CHAR_ACCURACY
86 last_names 0 40 0.0 19 286 0.06
87 names 1 39 0.03 18 209 0.08
88 id 18 2 0.9 183 17 0.92
89 birth_date 10 10 0.5 135 65 0.68
90
91 last_names_words: 0.95, ['gray_scale']
92 last_names_chars: 0.94, ['gray_scale', 'gaussian_blur', 'adaptative_threshold']
93 names_words: 0.9, ['gray_scale']
94 names_chars: 0.9, ['gray_scale']
95 id_words: 0.95, []
96 id_chars: 0.98, ['gray_scale', 'gaussian_blur', 'adaptative_threshold']
97 birth_date_words: 0.95, []
98 birth_date_chars: 0.95, []
99
100 best_avg ['gray_scale'] 0.92 word_avg 0.91 char_avg 0.92
101
102 name , total_average, word_average, char_average, avg_time
103
104 ([, 0.89, 0.88, 0.89, 1.3937981724739075 )
105 (['gray_scale'], 0.92, 0.91, 0.92, 1.3815316915512086 )
106 (['gray_scale', 'otsu_threshold'], 0.67, 0.59, 0.74, 1.4341957569122314 )
107 (['gray_scale', 'adaptative_threshold'], 0.79, 0.72, 0.87, 1.476414406299591 )
108 (['gray_scale', 'gaussian_blur', 'adaptative_threshold'], 0.86, 0.81, 0.92, 1.4802298545837402 )
109 (['gray_scale', 'gaussian_blur', 'otsu_threshold'], 0.55, 0.46, 0.63, 1.444437779960633 )
110 (['gray_scale', 'upscaling', 'otsu_threshold', 'erode'], 0.34, 0.29, 0.4, 1.5770690202713014 )
111 (['gray_scale', 'upscaling', 'gaussian_blur', 'otsu_threshold', 'erode'], 0.4, 0.36, 0.44, 1.7033674240112304 )
112
113

```



Anexo M. Resumen de los resultados obtenidos en la ejecución de pruebas de configuración de máximo de características y porcentaje de conservación en la cédula nueva

```

1 max features 5000 keep percent 0.1
2 Avg time: 0.66 seconds ---
3 Total cases: 20
4 --- for all cases 13.91 seconds ---
5
6 FIELD                CORRECT_WORDS  INCORRECT_WORDS  WORD_ACCURACY  CORRECT_CHARS  INCORRECT_CHARS  CHAR_ACCURACY
7 first_surname        15              5                 0.75           141            9                 0.94
8 second_surname       17              3                 0.85           135            5                 0.96
9 names                22              18                0.55           203            12                0.94
10 id                  12              8                 0.6            192            8                 0.96
11 birth_date          57              3                 0.95           177            3                 0.98
12
13 max features 10000 keep percent 0.2
14 Avg time: 0.80 seconds ---
15 Total cases: 20
16 --- for all cases 16.61 seconds ---
17
18 FIELD                CORRECT_WORDS  INCORRECT_WORDS  WORD_ACCURACY  CORRECT_CHARS  INCORRECT_CHARS  CHAR_ACCURACY
19 first_surname        15              5                 0.75           142            8                 0.95
20 second_surname       17              3                 0.85           128            12                0.91
21 names                23              17                0.57           203            12                0.94
22 id                  11              9                 0.55           191            9                 0.95
23 birth_date          57              3                 0.95           177            3                 0.98
24
25 max features 20000 keep percent 0.3
26 Avg time: 0.94 seconds ---
27 Total cases: 20
28 --- for all cases 19.51 seconds ---
29
30 FIELD                CORRECT_WORDS  INCORRECT_WORDS  WORD_ACCURACY  CORRECT_CHARS  INCORRECT_CHARS  CHAR_ACCURACY
31 first_surname        15              5                 0.75           143            7                 0.95
32 second_surname       16              4                 0.8            133            7                 0.95
33 names                19              21                0.47           208            7                 0.97
34 id                  11              9                 0.55           191            9                 0.95
35 birth_date          57              3                 0.95           175            5                 0.97
36
37 max features 30000 keep percent 0.1
38 Avg time: 0.91 seconds ---
39 Total cases: 20
40 --- for all cases 18.85 seconds ---
41
42 FIELD                CORRECT_WORDS  INCORRECT_WORDS  WORD_ACCURACY  CORRECT_CHARS  INCORRECT_CHARS  CHAR_ACCURACY
43 first_surname        15              5                 0.75           143            7                 0.95
44 second_surname       15              5                 0.75           135            5                 0.96
45 names                20              20                0.5            192            23                0.89
46 id                  11              9                 0.55           190            10                0.95
47 birth_date          58              2                 0.97           178            2                 0.99
48
49 max features 40000 keep percent 0.2
50 Avg time: 0.93 seconds ---
51 Total cases: 20
52 --- for all cases 19.27 seconds ---
53
54 FIELD                CORRECT_WORDS  INCORRECT_WORDS  WORD_ACCURACY  CORRECT_CHARS  INCORRECT_CHARS  CHAR_ACCURACY
55 first_surname        15              5                 0.75           143            7                 0.95
56 second_surname       15              5                 0.75           133            7                 0.95
57 names                21              19                0.53           201            14                0.93
58 id                  11              9                 0.55           190            10                0.95
59 birth_date          58              2                 0.97           178            2                 0.99
60
61 max features 50000 keep percent 0.3
62 Avg time: 1.01 seconds ---
63 Total cases: 20

```

```

64 --- for all cases 20.98 seconds ---
65
66 FIELD                CORRECT_WORDS  INCORRECT_WORDS  WORD_ACCURACY  CORRECT_CHARS  INCORRECT_CHARS  CHAR_ACCURACY
67 first_surname         14              6                 0.7            136            14               0.91
68 second_surname       15              5                 0.75           126            14               0.9
69 names                 17              23                0.42           196            19               0.91
70 id                    10              10                0.5            181            19               0.91
71 birth_date            57              3                 0.95           175            5                0.97
72 first_surname_words: 0.75, (5000, 0.1)
73 first_surname_chars: 0.97, (5000, 0.2)
74 second_surname_words: 0.9, (5000, 0.2)
75 second_surname_chars: 0.96, (5000, 0.1)
76 names_words: 0.57, (10000, 0.2)
77 names_chars: 0.97, (20000, 0.3)
78 id_words: 0.6, (5000, 0.1)
79 id_chars: 0.96, (5000, 0.1)
80 birth_date_words: 0.97, (5000, 0.2)
81 birth_date_chars: 0.99, (5000, 0.2)
82
83 best_avg (5000, 0.1) 0.85 word_avg 0.74 char_avg 0.96
84
85 name , total_average, word_average, char_average, avg_time
86
87 ((5000, 0.1), 0.85, 0.74, 0.96, 0.6551629662513733 )
88 ((5000, 0.2), 0.83, 0.73, 0.94, 0.6637527346611023 )
89 ((5000, 0.3), 0.82, 0.71, 0.93, 0.6585500597953796 )
90 ((10000, 0.1), 0.82, 0.71, 0.93, 0.7574126482009887 )
91 ((10000, 0.2), 0.84, 0.73, 0.95, 0.795349657535553 )
92 ((10000, 0.3), 0.82, 0.7, 0.94, 0.8415172815322876 )
93 ((20000, 0.1), 0.84, 0.72, 0.96, 1.0898109674453735 )
94 ((20000, 0.2), 0.83, 0.72, 0.94, 0.9620362997055054 )
95 ((20000, 0.3), 0.83, 0.7, 0.96, 0.9374044060707092 )
96 ((30000, 0.1), 0.82, 0.7, 0.95, 0.90834538936615 )
97 ((30000, 0.2), 0.81, 0.7, 0.93, 0.9301215648651123 )
98 ((30000, 0.3), 0.82, 0.69, 0.95, 0.9240569591522216 )
99 ((40000, 0.1), 0.83, 0.71, 0.96, 0.9173384189605713 )
100 ((40000, 0.2), 0.83, 0.71, 0.95, 0.9292087078094482 )
101 ((40000, 0.3), 0.83, 0.71, 0.95, 0.9534182667732238 )
102 ((50000, 0.1), 0.82, 0.7, 0.94, 0.9871213793754577 )
103 ((50000, 0.2), 0.82, 0.71, 0.94, 0.9684613585472107 )
104 ((50000, 0.3), 0.79, 0.66, 0.92, 1.0130390524864197 )
105

```

## Anexo N. Resultados de la ejecución de pruebas de preprocesamiento en la cédula nueva

```

1 new_cedula
2
3 max features 5000 keep percent 0.1
4 Avg time: 0.88 seconds ---
5 Total cases: 20
6 --- for all cases 18.56 seconds ---
7 Preprocessings:
8 FIELD                CORRECT_WORDS  INCORRECT_WORDS  WORD_ACCURACY  CORRECT_CHARS  INCORRECT_CHARS  CHAR_ACCURACY
9 first_surname        15              5                 0.75           141             9                 0.94
10 second_surname       17              3                 0.85           135             5                 0.96
11 names                22              18                0.55           203             12                0.94
12 id                   12              8                 0.6            192             8                 0.96
13 birth_date           57              3                 0.95           177             3                 0.98
14
15 max features 5000 keep percent 0.1
16 Avg time: 0.83 seconds ---
17 Total cases: 20
18 --- for all cases 17.48 seconds ---
19 Preprocessings: gray_scale
20 FIELD                CORRECT_WORDS  INCORRECT_WORDS  WORD_ACCURACY  CORRECT_CHARS  INCORRECT_CHARS  CHAR_ACCURACY
21 first_surname        15              5                 0.75           143             7                 0.95
22 second_surname       16              4                 0.8            128             12                0.91
23 names                18              22                0.45           205             10                0.95
24 id                   12              8                 0.6            192             8                 0.96
25 birth_date           60              0                 1.0            180             0                 1.0
26
27 max features 5000 keep percent 0.1
28 Avg time: 0.81 seconds ---
29 Total cases: 20
30 --- for all cases 16.99 seconds ---
31 Preprocessings: gray_scale otsu_threshold
32 FIELD                CORRECT_WORDS  INCORRECT_WORDS  WORD_ACCURACY  CORRECT_CHARS  INCORRECT_CHARS  CHAR_ACCURACY
33 first_surname        11              9                 0.55           105             45                0.7
34 second_surname       12              8                 0.6            104             36                0.74
35 names                19              21                0.47           186             29                0.87
36 id                   11              9                 0.55           164             36                0.82
37 birth_date           44              16                0.73           150             30                0.83
38
39 max features 5000 keep percent 0.1
40 Avg time: 0.77 seconds ---
41 Total cases: 20
42 --- for all cases 16.32 seconds ---
43 Preprocessings: gray_scale adaptative_threshold
44 FIELD                CORRECT_WORDS  INCORRECT_WORDS  WORD_ACCURACY  CORRECT_CHARS  INCORRECT_CHARS  CHAR_ACCURACY
45 first_surname        13              7                 0.65           132             18                0.88
46 second_surname       17              3                 0.85           140             0                 1.0
47 names                9               31                0.23           127             88                0.59
48 id                   12              8                 0.6            191             9                 0.95
49 birth_date           40              20                0.67           144             36                0.8
50
51 max features 5000 keep percent 0.1
52 Avg time: 0.76 seconds ---
53 Total cases: 20
54 --- for all cases 16.06 seconds ---
55 Preprocessings: gray_scale gaussian_blur adaptative_threshold
56 FIELD                CORRECT_WORDS  INCORRECT_WORDS  WORD_ACCURACY  CORRECT_CHARS  INCORRECT_CHARS  CHAR_ACCURACY
57 first_surname        15              5                 0.75           145             5                 0.97
58 second_surname       19              1                 0.95           140             0                 1.0
59 names                12              28                0.3            137             78                0.64
60 id                   13              7                 0.65           193             7                 0.96
61 birth_date           40              20                0.67           136             44                0.76
62
63 max features 5000 keep percent 0.1
64 Avg time: 0.79 seconds ---
65 Total cases: 20

```

```

66 --- for all cases 16.60 seconds ---
67 Preprocessings: gray_scale gaussian_blur otsu_threshold
68 FIELD                CORRECT_WORDS  INCORRECT_WORDS  WORD_ACCURACY  CORRECT_CHARS  INCORRECT_CHARS  CHAR_ACCURACY
69 first_surname        3              17              0.15          55             95              0.37
70 second_surname       6              14              0.3           73             67              0.52
71 names                13            27              0.33          162            53              0.75
72 id                   10            10              0.5           159            41              0.8
73 birth_date           33            27              0.55          125            55              0.69
74
75 max features 5000 keep percent 0.1
76 Avg time: 0.82 seconds ---
77 Total cases: 20
78 --- for all cases 17.29 seconds ---
79 Preprocessings: gray_scale upscaling otsu_threshold erode
80 FIELD                CORRECT_WORDS  INCORRECT_WORDS  WORD_ACCURACY  CORRECT_CHARS  INCORRECT_CHARS  CHAR_ACCURACY
81 first_surname        12             8               0.6           124            26              0.83
82 second_surname       13             7               0.65          115            25              0.82
83 names                16            24              0.4           164            51              0.76
84 id                   11             9               0.55          164            36              0.82
85 birth_date           45            15              0.75          151            29              0.84
86
87 max features 5000 keep percent 0.1
88 Avg time: 0.85 seconds ---
89 Total cases: 20
90 --- for all cases 17.92 seconds ---
91 Preprocessings: gray_scale upscaling gaussian_blur otsu_threshold erode
92 FIELD                CORRECT_WORDS  INCORRECT_WORDS  WORD_ACCURACY  CORRECT_CHARS  INCORRECT_CHARS  CHAR_ACCURACY
93 first_surname        11             9               0.55          115            35              0.77
94 second_surname       13             7               0.65          121            19              0.86
95 names                15            25              0.38          164            51              0.76
96 id                   11             9               0.55          164            36              0.82
97 birth_date           47            13              0.78          155            25              0.86
98 first_surname_words: 0.75, []
99 first_surname_chars: 0.97, ['gray_scale', 'gaussian_blur', 'adaptative_threshold']
100 second_surname_words: 0.95, ['gray_scale', 'gaussian_blur', 'adaptative_threshold']
101 second_surname_chars: 1.0, ['gray_scale', 'adaptative_threshold']
102 names_words: 0.55, []
103 names_chars: 0.95, ['gray_scale']
104 id_words: 0.65, ['gray_scale', 'gaussian_blur', 'adaptative_threshold']
105 id_chars: 0.96, []
106 birth_date_words: 1.0, ['gray_scale']
107 birth_date_chars: 1.0, ['gray_scale']
108
109 best_avg [] 0.85 word_avg 0.74 char_avg 0.96
110
111 name , total_average, word_average, char_average, avg_time
112
113 ([], 0.85, 0.74, 0.96, 0.8821982264518737 )
114 (['gray_scale'], 0.83, 0.72, 0.95, 0.830932879447937 )
115 (['gray_scale', 'otsu_threshold'], 0.69, 0.58, 0.79, 0.8076018214225769 )
116 (['gray_scale', 'adaptative_threshold'], 0.72, 0.6, 0.84, 0.7741330385208129 )
117 (['gray_scale', 'gaussian_blur', 'adaptative_threshold'], 0.77, 0.66, 0.87, 0.7635377764701843 )
118 (['gray_scale', 'gaussian_blur', 'otsu_threshold'], 0.5, 0.37, 0.63, 0.7896612286567688 )
119 (['gray_scale', 'upscaling', 'otsu_threshold', 'erode'], 0.7, 0.59, 0.81, 0.8236199378967285 )
120 (['gray_scale', 'upscaling', 'gaussian_blur', 'otsu_threshold', 'erode'], 0.7, 0.58, 0.81, 0.8542590856552124 )
121

```

## Anexo O. Resumen de los resultados obtenidos en la ejecución de pruebas de configuración de máximo de características y porcentaje de conservación en el comprobante de deposito

```

1 deposit
2
3 max features 5000 keep percent 0.1
4 Avg time: 0.66 seconds ---
5 Total cases: 12
6 --- for all cases 8.28 seconds ---
7
8 FIELD                CORRECT_WORDS  INCORRECT_WORDS  WORD_ACCURACY  CORRECT_CHARS  INCORRECT_CHARS  CHAR_ACCURACY
9 total                9              3                0.75          55             13              0.81
10 date                10            2                0.83          100            20              0.83
11 ruc                  9              3                0.75          141            15              0.9
12 customer             8              4                0.67          96             24              0.8
13 ref                  5              7                0.42          37             23              0.62
14
15 max features 10000 keep percent 0.2
16 Avg time: 0.81 seconds ---
17 Total cases: 12
18 --- for all cases 10.04 seconds ---
19
20 FIELD                CORRECT_WORDS  INCORRECT_WORDS  WORD_ACCURACY  CORRECT_CHARS  INCORRECT_CHARS  CHAR_ACCURACY
21 total                8              4                0.67          56             12              0.82
22 date                12            0                1.0           120            0               1.0
23 ruc                  11            1                0.92          154            2               0.99
24 customer             6              6                0.5           102            18              0.85
25 ref                  5              7                0.42          45             15              0.75
26
27 max features 20000 keep percent 0.3
28 Avg time: 1.36 seconds ---
29 Total cases: 12
30 --- for all cases 16.66 seconds ---
31
32 FIELD                CORRECT_WORDS  INCORRECT_WORDS  WORD_ACCURACY  CORRECT_CHARS  INCORRECT_CHARS  CHAR_ACCURACY
33 total                11            1                0.92          62             6               0.91
34 date                12            0                1.0           120            0               1.0
35 ruc                  7              5                0.58          149            7               0.96
36 customer             8              4                0.67          108            12              0.9
37 ref                  6              6                0.5           42             18              0.7
38
39 max features 30000 keep percent 0.1
40 Avg time: 1.58 seconds ---
41 Total cases: 12
42 --- for all cases 19.32 seconds ---
43
44 FIELD                CORRECT_WORDS  INCORRECT_WORDS  WORD_ACCURACY  CORRECT_CHARS  INCORRECT_CHARS  CHAR_ACCURACY
45 total                10            2                0.83          57             11              0.84
46 date                12            0                1.0           120            0               1.0
47 ruc                  10            2                0.83          147            9               0.94
48 customer             10            2                0.83          114            6               0.95
49 ref                  7              5                0.58          47             13              0.78
50
51 max features 40000 keep percent 0.2
52 Avg time: 1.82 seconds ---
53 Total cases: 12
54 --- for all cases 22.24 seconds ---
55
56 FIELD                CORRECT_WORDS  INCORRECT_WORDS  WORD_ACCURACY  CORRECT_CHARS  INCORRECT_CHARS  CHAR_ACCURACY
57 total                10            2                0.83          56             12              0.82
58 date                11            1                0.92          119            1               0.99
59 ruc                  8              4                0.67          140            16              0.9
60 customer             7              5                0.58          106            14              0.88
61 ref                  7              5                0.58          45             15              0.75
62
63 max features 50000 keep percent 0.3

```

```

64 Avg time: 1.74 seconds ---
65 Total cases: 12
66 --- for all cases 21.22 seconds ---
67
68 FIELD                CORRECT_WORDS  INCORRECT_WORDS  WORD_ACCURACY  CORRECT_CHARS  INCORRECT_CHARS  CHAR_ACCURACY
69 total                10             2                0.83           56             12              0.82
70 date                 12             0                1.0            120            0               1.0
71 ruc                  9              3                0.75           153            3               0.98
72 customer              9              3                0.75           117            3               0.97
73 ref                   6              6                0.5            49             11              0.82
74 total_words: 0.92, (10000, 0.3)
75 total_chars: 0.91, (10000, 0.3)
76 date_words: 1.0, (10000, 0.1)
77 date_chars: 1.0, (10000, 0.1)
78 ruc_words: 0.92, (10000, 0.2)
79 ruc_chars: 0.99, (10000, 0.2)
80 customer_words: 0.83, (10000, 0.1)
81 customer_chars: 0.97, (30000, 0.3)
82 ref_words: 0.58, (10000, 0.1)
83 ref_chars: 0.9, (10000, 0.3)
84
85 best_avg (10000, 0.1) 0.86 word_avg 0.8 char_avg 0.92
86
87 name , total_average, word_average, char_average, avg_time
88
89 ((5000, 0.1), 0.74, 0.68, 0.79, 0.6617136001586914 )
90 ((5000, 0.2), 0.74, 0.68, 0.79, 0.6617024938265482 )
91 ((5000, 0.3), 0.67, 0.62, 0.71, 0.6684226592381796 )
92 ((10000, 0.1), 0.86, 0.8, 0.92, 0.8340358138084412 )
93 ((10000, 0.2), 0.79, 0.7, 0.88, 0.8134748538335165 )
94 ((10000, 0.3), 0.85, 0.78, 0.92, 0.830835203329722 )
95 ((20000, 0.1), 0.86, 0.8, 0.92, 1.3642119765281677 )
96 ((20000, 0.2), 0.82, 0.75, 0.89, 1.3582258820533752 )
97 ((20000, 0.3), 0.81, 0.73, 0.89, 1.3647773067156475 )
98 ((30000, 0.1), 0.85, 0.81, 0.9, 1.584740658601125 )
99 ((30000, 0.2), 0.79, 0.72, 0.87, 1.8294943571090698 )
100 ((30000, 0.3), 0.84, 0.77, 0.92, 1.758310596148173 )
101 ((40000, 0.1), 0.85, 0.81, 0.9, 1.7555220325787861 )
102 ((40000, 0.2), 0.79, 0.72, 0.87, 1.8238516052563984 )
103 ((40000, 0.3), 0.84, 0.77, 0.92, 1.761586348215739 )
104 ((50000, 0.1), 0.85, 0.81, 0.9, 1.7862051526705425 )
105 ((50000, 0.2), 0.79, 0.72, 0.87, 1.7720558842023213 )
106 ((50000, 0.3), 0.84, 0.77, 0.92, 1.738591154416402 )
107

```

## Anexo P. Resultados de la ejecución de pruebas de preprocesamiento en el comprobante de deposito

```

1 deposit
2
3 max features 10000 keep percent 0.1
4 Avg time: 1.04 seconds ---
5 Total cases: 12
6 --- for all cases 12.87 seconds ---
7 Preprocessings:
8 FIELD                CORRECT_WORDS  INCORRECT_WORDS  WORD_ACCURACY  CORRECT_CHARS  INCORRECT_CHARS  CHAR_ACCURACY
9 total                10             2                 0.83           58             10              0.85
10 date                12             0                 1.0            120            0               1.0
11 ruc                 9              3                 0.75           152            4              0.97
12 customer            10             2                 0.83           115            5              0.96
13 ref                 7              5                 0.58           50             10              0.83
14
15 max features 10000 keep percent 0.1
16 Avg time: 1.02 seconds ---
17 Total cases: 12
18 --- for all cases 12.59 seconds ---
19 Preprocessings: gray_scale
20 FIELD                CORRECT_WORDS  INCORRECT_WORDS  WORD_ACCURACY  CORRECT_CHARS  INCORRECT_CHARS  CHAR_ACCURACY
21 total                11             1                 0.92           63             5              0.93
22 date                12             0                 1.0            120            0               1.0
23 ruc                 10             2                 0.83           153            3              0.98
24 customer            11             1                 0.92           119            1              0.99
25 ref                 7              5                 0.58           50             10              0.83
26
27 max features 10000 keep percent 0.1
28 Avg time: 1.04 seconds ---
29 Total cases: 12
30 --- for all cases 12.77 seconds ---
31 Preprocessings: gray_scale otsu_threshold
32 FIELD                CORRECT_WORDS  INCORRECT_WORDS  WORD_ACCURACY  CORRECT_CHARS  INCORRECT_CHARS  CHAR_ACCURACY
33 total                11             1                 0.92           62             6              0.91
34 date                11             1                 0.92           119            1              0.99
35 ruc                 11             1                 0.92           155            1              0.99
36 customer            11             1                 0.92           119            1              0.99
37 ref                 7              5                 0.58           51             9              0.85
38
39 max features 10000 keep percent 0.1
40 Avg time: 1.17 seconds ---
41 Total cases: 12
42 --- for all cases 14.40 seconds ---
43 Preprocessings: gray_scale adaptative_threshold
44 FIELD                CORRECT_WORDS  INCORRECT_WORDS  WORD_ACCURACY  CORRECT_CHARS  INCORRECT_CHARS  CHAR_ACCURACY
45 total                2              10                0.17           36             32              0.53
46 date                10             2                 0.83           109            11              0.91
47 ruc                 5              7                 0.42           151            5              0.97
48 customer            4              8                 0.33           98             22              0.82
49 ref                 6              6                 0.5            45             15              0.75
50
51 max features 10000 keep percent 0.1
52 Avg time: 1.21 seconds ---
53 Total cases: 12
54 --- for all cases 14.89 seconds ---
55 Preprocessings: gray_scale gaussian_blur adaptative_threshold
56 FIELD                CORRECT_WORDS  INCORRECT_WORDS  WORD_ACCURACY  CORRECT_CHARS  INCORRECT_CHARS  CHAR_ACCURACY
57 total                4              8                 0.33           41             27              0.6
58 date                11             1                 0.92           119            1              0.99
59 ruc                 8              4                 0.67           148            8              0.95
60 customer            8              4                 0.67           117            3              0.97
61 ref                 7              5                 0.58           46             14              0.77
62
63 max features 10000 keep percent 0.1
64 Avg time: 1.22 seconds ---
65 Total cases: 12

```

```

66 --- for all cases 15.07 seconds ---
67 Preprocessings: gray_scale gaussian_blur otsu_threshold
68 FIELD                CORRECT_WORDS  INCORRECT_WORDS  WORD_ACCURACY  CORRECT_CHARS  INCORRECT_CHARS  CHAR_ACCURACY
69 total                12             0                 1.0            68              0                 1.0
70 date                 11             1                 0.92           119              1                 0.99
71 ruc                   8              4                 0.67           143              13                0.92
72 customer              10             2                 0.83           118              2                 0.98
73 ref                   7              5                 0.58           45               15                0.75
74
75 max features 10000 keep percent 0.1
76 Avg time: 1.20 seconds ---
77 Total cases: 12
78 --- for all cases 14.73 seconds ---
79 Preprocessings: gray_scale upscaling otsu_threshold erode
80 FIELD                CORRECT_WORDS  INCORRECT_WORDS  WORD_ACCURACY  CORRECT_CHARS  INCORRECT_CHARS  CHAR_ACCURACY
81 total                10             2                 0.83           56               12                0.82
82 date                 12             0                 1.0            120              0                 1.0
83 ruc                   5              7                 0.42           92               64                0.59
84 customer              6              6                 0.5            82               38                0.68
85 ref                   6              6                 0.5            47               13                0.78
86
87 max features 10000 keep percent 0.1
88 Avg time: 1.17 seconds ---
89 Total cases: 12
90 --- for all cases 14.33 seconds ---
91 Preprocessings: gray_scale upscaling gaussian_blur otsu_threshold erode
92 FIELD                CORRECT_WORDS  INCORRECT_WORDS  WORD_ACCURACY  CORRECT_CHARS  INCORRECT_CHARS  CHAR_ACCURACY
93 total                10             2                 0.83           57               11                0.84
94 date                 12             0                 1.0            120              0                 1.0
95 ruc                   7              5                 0.58           112              44                0.72
96 customer              9              3                 0.75           95               25                0.79
97 ref                   5              7                 0.42           47               13                0.78
98
99 total_words: 1.0, ['gray_scale', 'gaussian_blur', 'otsu_threshold']
100 total_chars: 1.0, ['gray_scale', 'gaussian_blur', 'otsu_threshold']
101 date_words: 1.0, []
102 date_chars: 1.0, []
103 ruc_words: 0.92, ['gray_scale', 'otsu_threshold']
104 ruc_chars: 0.99, ['gray_scale', 'otsu_threshold']
105 customer_words: 0.92, ['gray_scale']
106 customer_chars: 0.99, ['gray_scale']
107 ref_words: 0.58, []
108 ref_chars: 0.85, ['gray_scale', 'otsu_threshold']
109
110 best_avg ['gray_scale'] 0.9 word_avg 0.85 char_avg 0.95
111
112 name , total_average, word_average, char_average, avg_time
113
114 ([, 0.86, 0.8, 0.92, 1.0419854720433552 )
115 (['gray_scale'], 0.9, 0.85, 0.95, 1.0220879316329956 )
116 (['gray_scale', 'otsu_threshold'], 0.9, 0.85, 0.95, 1.0364065965016682 )
117 (['gray_scale', 'adaptative_threshold'], 0.62, 0.45, 0.8, 1.1718878149986267 )
118 (['gray_scale', 'gaussian_blur', 'adaptative_threshold'], 0.74, 0.63, 0.86, 1.209611753622691 )
119 (['gray_scale', 'gaussian_blur', 'otsu_threshold'], 0.86, 0.8, 0.93, 1.2242241501808167 )
120 (['gray_scale', 'upscaling', 'otsu_threshold', 'erode'], 0.71, 0.65, 0.77, 1.1972442269325256 )
121 (['gray_scale', 'upscaling', 'gaussian_blur', 'otsu_threshold', 'erode'], 0.77, 0.72, 0.83, 1.1661277214686077 )
122

```



## Anexo Q. Manual de usuario para administradores

En las siguientes páginas se muestra el manual de usuario para los administradores de la aplicación web de las Unidades de Producción de la Universidad Técnica de Ambato.

Manual de usuario para los administradores de la  
aplicación web de las Unidades de Producción de  
la Universidad Técnica de Ambato

Enero, 2024

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

<b>1</b>	<b>Funcionalidades generales</b>	<b>2</b>
1.1	Inicio de sesión . . . . .	2
1.2	Panel de control . . . . .	4
1.2.1	Barra de navegación lateral . . . . .	5
1.2.2	Barra de navegación superior . . . . .	5
1.2.3	Páginas de gestión . . . . .	6
<b>2</b>	<b>Funcionalidades para el administrador de unidad</b>	<b>8</b>
2.1	Página de gestión de requisitos . . . . .	8
2.2	Página de gestión de subcategorías . . . . .	10
2.3	Página de gestión de grupos de clientes . . . . .	12
2.4	Página de gestión de ítems . . . . .	14
2.5	Ordenes por aceptar . . . . .	16
2.6	Ventas por completar . . . . .	18
2.7	Ventas completadas . . . . .	20
2.8	Postulaciones . . . . .	22
<b>3</b>	<b>Funcionalidades para el administrador financiero</b>	<b>23</b>
3.1	Aranceles por aprobar . . . . .	23
3.2	Procesar pagos . . . . .	24

# 1. Funcionalidades generales

## 1.1 Inicio de sesión

Para poder iniciar sesión desde la página de inicio deberá ubicar el botón de inicio de sesión situado en la barra de navegación superior, este se encuentra en la esquina superior derecha como se puede observar en la Figura 1.2.

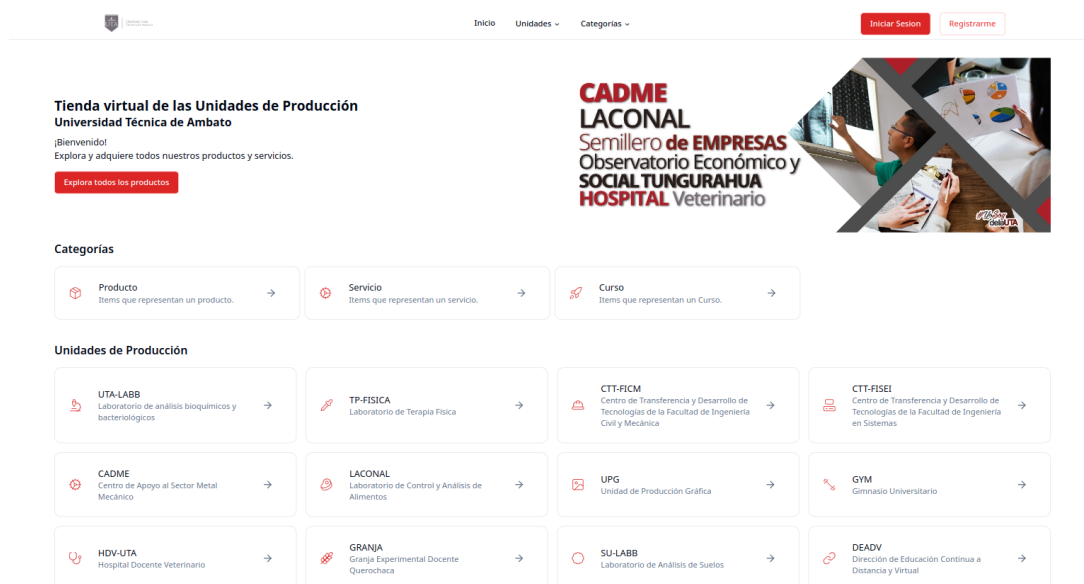


Figura 1.1. Página de inicio

Una vez cargada la página de inicio de sesión podrá observar el formulario donde deberá ingresar sus credenciales, es decir, su correo electrónico y su contraseña. El formulario se muestra en la Figura 1.3.



Figura 1.2. Botón para navegar a la página de inicio de sesión

En el formulario se encuentran los siguientes componentes:

1. Campo de texto para ingresar el correo electrónico.
2. Campo de texto para ingresar la contraseña.
3. Botón para iniciar sesión.

Para iniciar sesión deberá ingresar sus credenciales en el formulario y realizar una pulsación sobre el botón de inicio de sesión.

A screenshot of a login form. The form is set against a white background with a red sidebar on the right. The sidebar contains the text 'Universidad Técnica de Ambato' and 'Unidades de producción'. The form itself has the heading 'Bienvenido de nuevo' and the instruction 'Ingresa tus credenciales para acceder al sistema'. It features two input fields: 'Email' (marked with a green circle '1') and 'Contraseña' (marked with a green circle '2'). Below these fields is a red button labeled 'Iniciar Sesión' (marked with a green circle '3') and a white button with a red border labeled 'Registrarse'.

Figura 1.3. Formulario de inicio de sesión

## 1.2 Panel de control

El panel de control cuenta con:

1. Barra de navegación superior.
2. Barra de navegación lateral.
3. Contenedor para desplegar información y componentes.

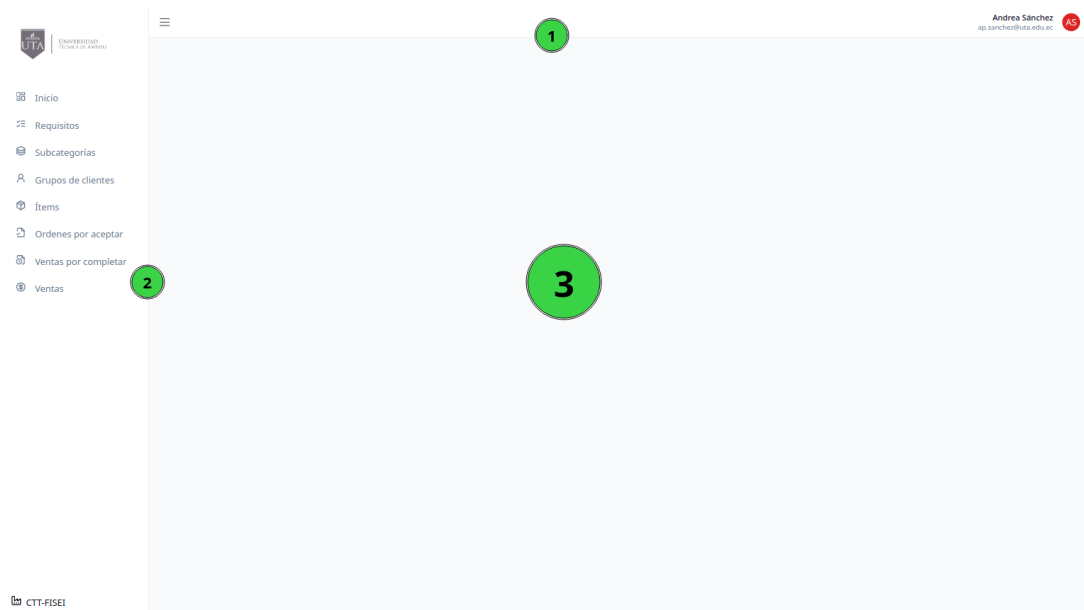


Figura 1.4. Página del panel de control

### 1.2.1 Barra de navegación lateral

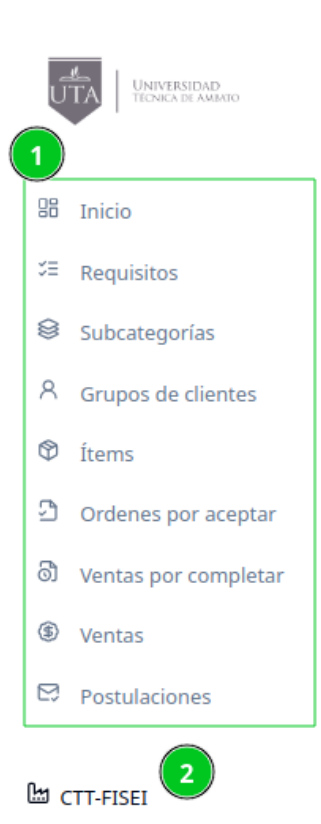


Figura 1.5. Barra de navegación lateral para administradores

La barra de navegación lateral del panel de control para administradores muestra:

1. Enlaces de navegación.
2. Las siglas de la Unidad de Producción correspondiente al administrador de unidad (para administradores financieros esta información no se muestra).

### 1.2.2 Barra de navegación superior

La barra de navegación superior se compone de:

1. Botón para ocultar o mostrar la barra de navegación lateral.
2. Información del usuario.



Figura 1.6. Barra de navegación superior

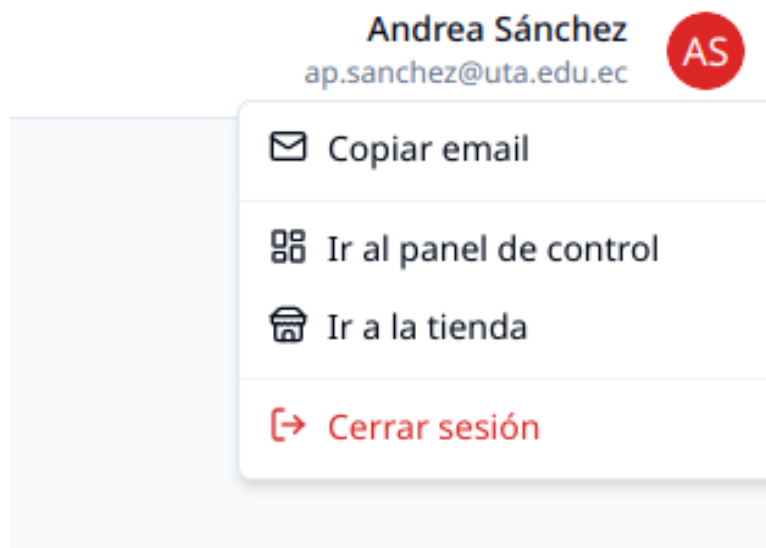


Figura 1.7. Menú desplegable de acciones

Al realizar una pulsación sobre la información del usuario se desplegará un menú que permite realizar las siguientes acciones:

1. Copiar el correo electrónico del usuario.
2. Navegar al panel de control.
3. Navegar a la tienda virtual (página inicial).
4. Cerrar la sesión de usuario.

### 1.2.3 Páginas de gestión

Las páginas de gestión se componen de la siguiente manera:

1. Título.
2. Botón para la creación de una nueva entrada.
3. Barra de búsqueda.
4. Opciones de visualización de la tabla de datos.
5. Opciones por entrada de la tabla de datos.
6. Botones de navegación.
7. Selección del número de filas por página.



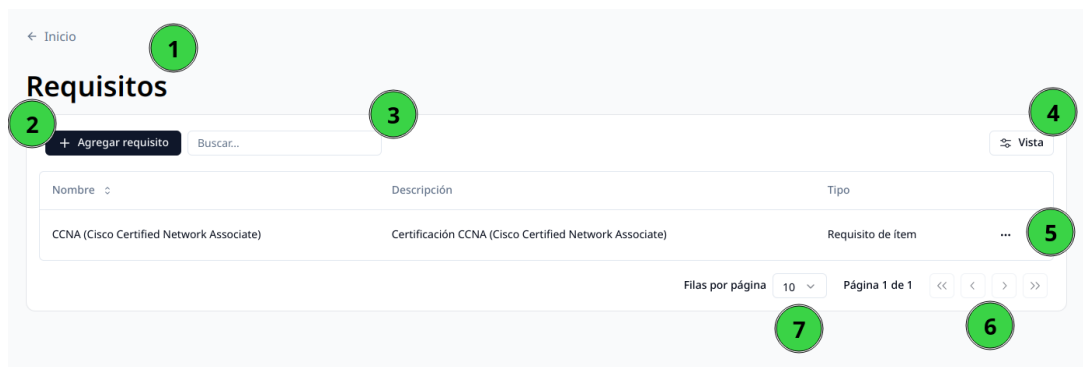


Figura 1.8. Estructura de una página de gestión

Las opciones de visualización permiten seleccionar las columnas que se desean mostrar u ocultar en la tabla de datos.

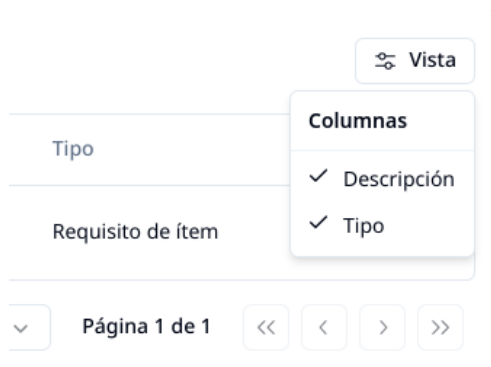


Figura 1.9. Opciones de visualización de columnas

Las opciones por entrada de la tabla de datos pueden variar según la página de gestión en la que se encuentre, sin embargo, generalmente se cuenta con dos opciones:

1. Editar
2. Eliminar

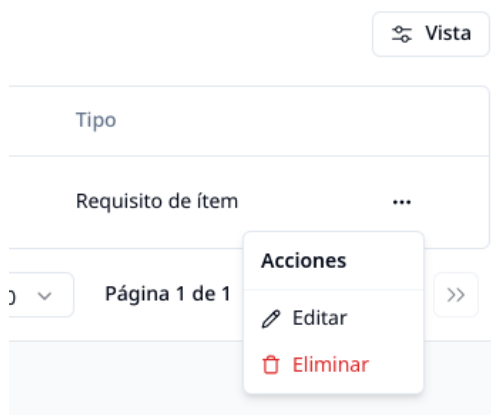


Figura 1.10. Opciones por entrada de la tabla de datos

## 2. Funcionalidades para el administrador de unidad

### 2.1 Página de gestión de requisitos

Para acceder a la página de gestión de requisitos deberá usar el enlace de navegación que se encuentra en la barra de navegación lateral.



Figura 2.1. Enlace de navegación - gestión de requisitos

Una vez en la página de gestión de requisitos podrá visualizar los requisitos de su unidad mediante una tabla de datos. Esta tabla muestra la información relevante de los requisitos y permite realizar las operaciones básicas de una página de gestión (Véase la Figura 2.2).

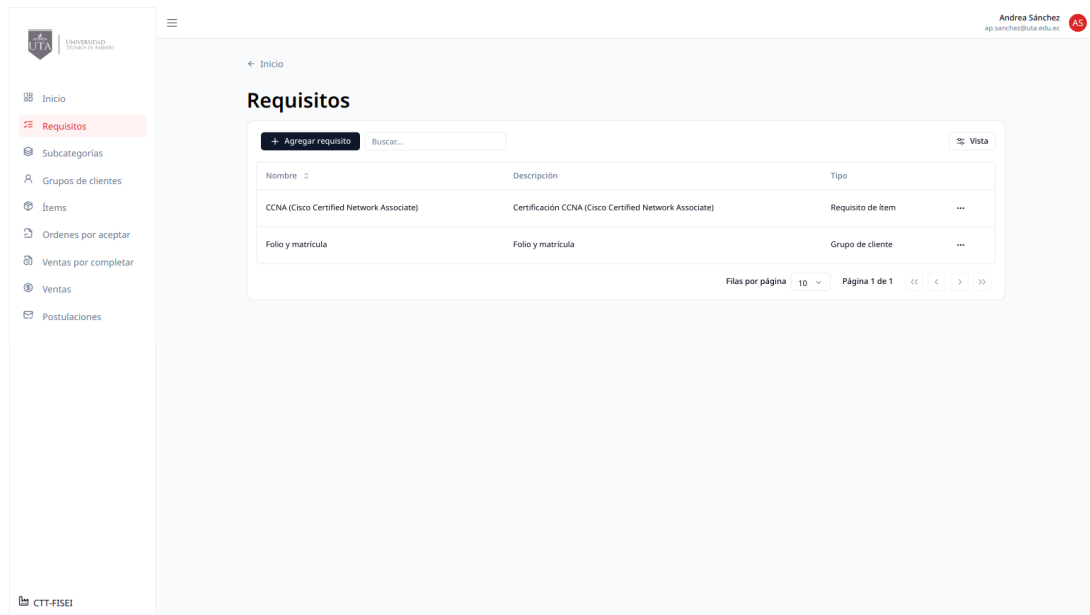


Figura 2.2. Página de gestión de requisitos

Para la creación o edición de un requisito la aplicación muestra el formulario presentado en la Figura 2.3.

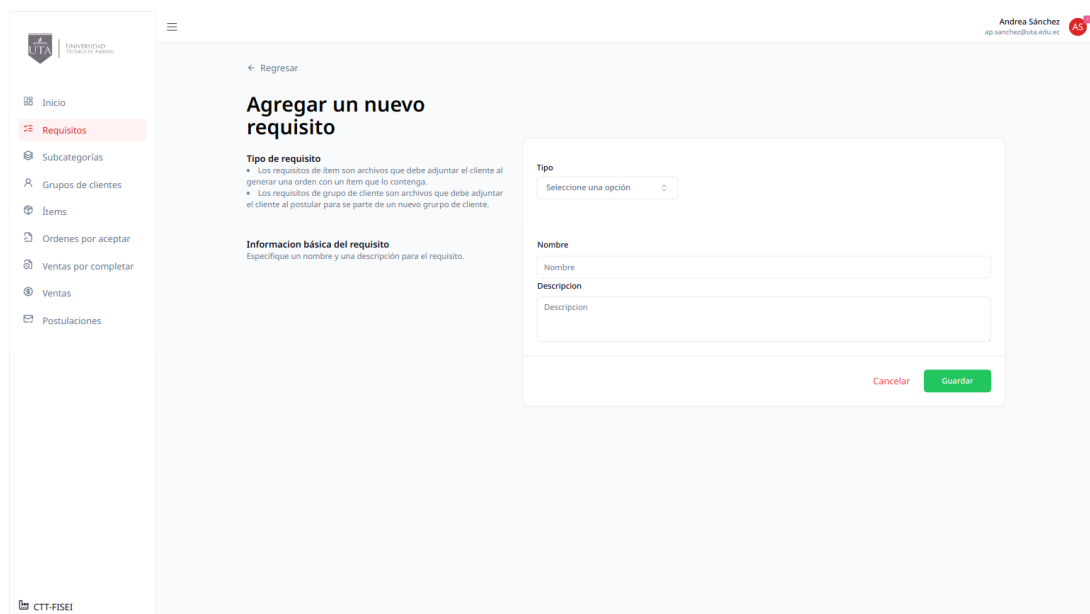


Figura 2.3. Formulario de requisitos

## 2.2 Página de gestión de subcategorías

Para acceder a la página de gestión de subcategorías deberá usar el enlace de navegación que se encuentra en la barra de navegación lateral.



Figura 2.4. Enlace de navegación - gestión de subcategorías

Una vez en la página de gestión de subcategorías podrá visualizar las subcategorías de su unidad mediante una tabla de datos. Esta tabla muestra la información relevante de las subcategorías y permite realizar las operaciones básicas de una página de gestión (Véase la Figura 2.5).

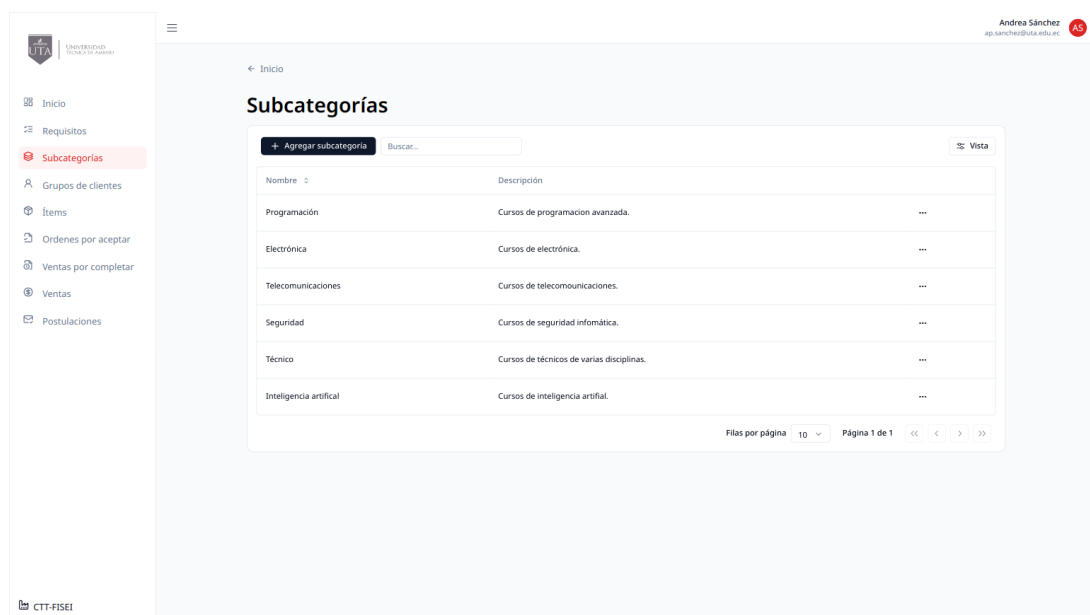
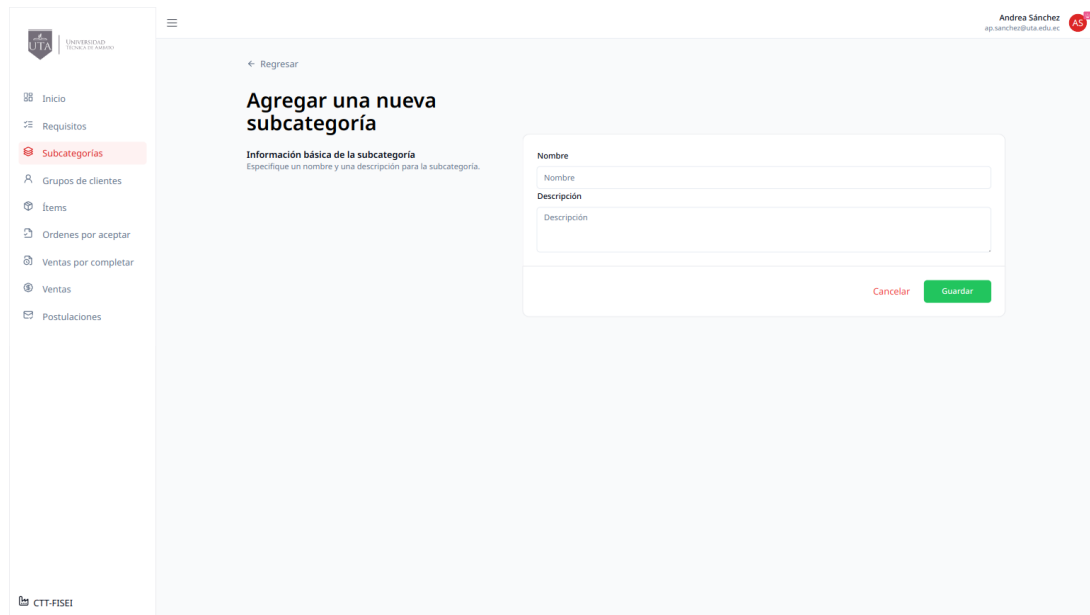


Figura 2.5. Página de gestión de subcategorías

Para la creación o edición de una subcategoría la aplicación muestra el formulario presentado en la Figura 2.6.



The screenshot shows a web application interface for adding a new subcategory. On the left is a sidebar menu with the following items: Inicio, Requisitos, Subcategorías (highlighted), Grupos de clientes, Ítems, Ordenes por aceptar, Ventas por completar, Ventas, and Postulaciones. The main content area has a header with the UTA logo and 'Universidad Tecnológica de Costa Rica'. Below the header is a navigation bar with a 'Regresar' link. The main heading is 'Agregar una nueva subcategoría'. Underneath is the section 'Información básica de la subcategoría' with the instruction 'Especifique un nombre y una descripción para la subcategoría.' The form contains two input fields: 'Nombre' and 'Descripción'. At the bottom right of the form are two buttons: 'Cancelar' and 'Guardar'.

Figura 2.6. Formulario de subcategoría

## 2.3 Página de gestión de grupos de clientes

Para acceder a la página de gestión de grupos de clientes deberá usar el enlace de navegación que se encuentra en la barra de navegación lateral.

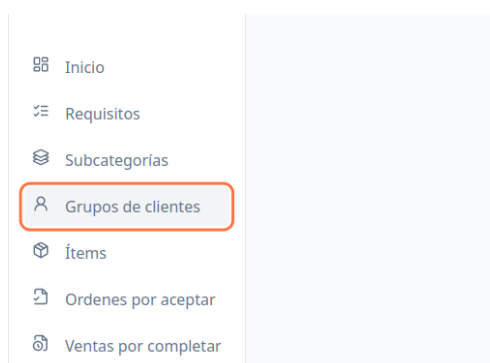


Figura 2.7. Enlace de navegación - gestión de grupos de clientes

Una vez en la página de gestión de grupos de clientes podrá visualizar los grupos de clientes de su unidad mediante una tabla de datos. Esta tabla muestra la información relevante de los grupos y permite realizar las operaciones básicas de una página de gestión sobre los grupos de clientes que usted haya creado (Véase la Figura 2.8). Los grupos de clientes creados por defecto y asignados a su unidad no podrán ser editados o eliminados.

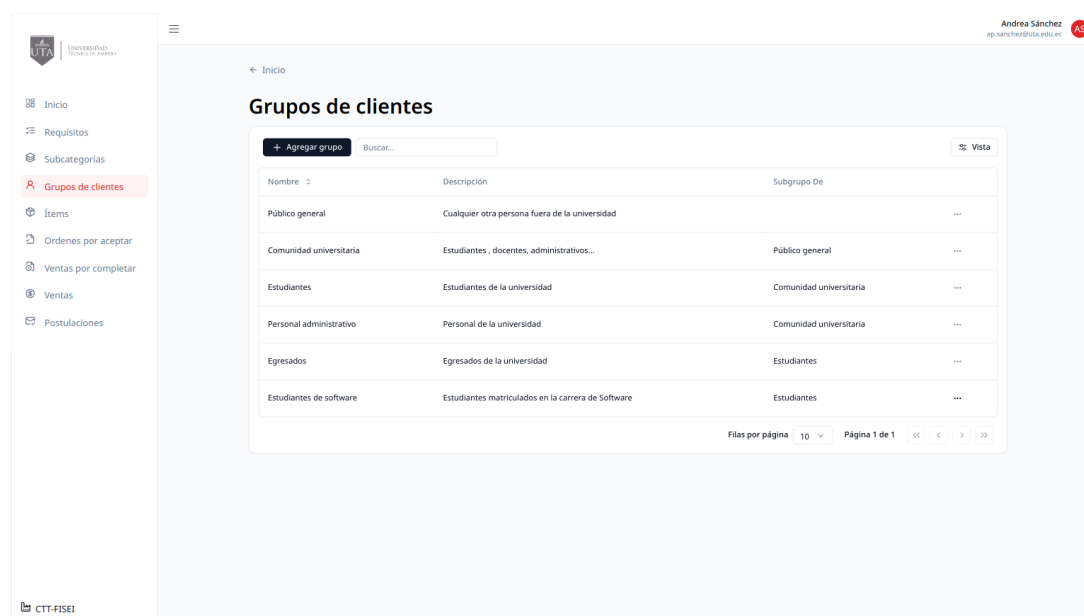


Figura 2.8. Página de gestión de grupos de clientes

Para la creación o edición de un grupo de clientes la aplicación muestra el formulario presentado en la Figura 2.9.

The screenshot shows a web application interface for adding a new customer group. On the left is a navigation sidebar with the UTA logo and menu items: Inicio, Requisitos, Subcategorías, Grupos de clientes (highlighted), Ítems, Ordenes por aceptar, Ventas por completar, Ventas, and Postulaciones. The main content area is titled 'Agregar un nuevo grupo de clientes' and includes a 'Regresar' link. It contains three sections: 'Subgrupo' with a dropdown menu and 'Seleccionar requisitos'/'Crear requisito' buttons; 'Requisitos' with a descriptive text; and 'Información básica del grupo de clientes' with input fields for 'Nombre' and 'Descripción'. At the bottom right of the form are 'Cancelar' and 'Guardar' buttons. The user's name 'Andrea Sánchez' and email 'ap.sanchez@uta.edu.ec' are visible in the top right corner.

Figura 2.9. Formulario de grupo de clientes

## 2.4 Página de gestión de ítems

Para acceder a la página de gestión de ítems deberá usar el enlace de navegación que se encuentra en la barra de navegación lateral.

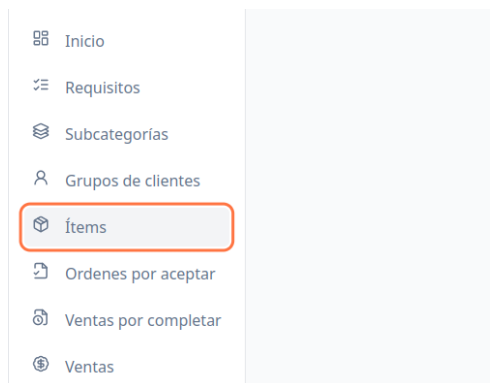


Figura 2.10. Enlace de navegación - gestión de ítems

Una vez en la pantalla de gestión de ítems podrá visualizar los ítems de su unidad mediante una tabla de datos. Esta tabla muestra información relevante de los ítems y permite realizar acciones como: creación de un nuevo ítem, búsqueda, edición de la imagen, edición de las propiedades y eliminación del ítem (Véase la Figura 2.12).

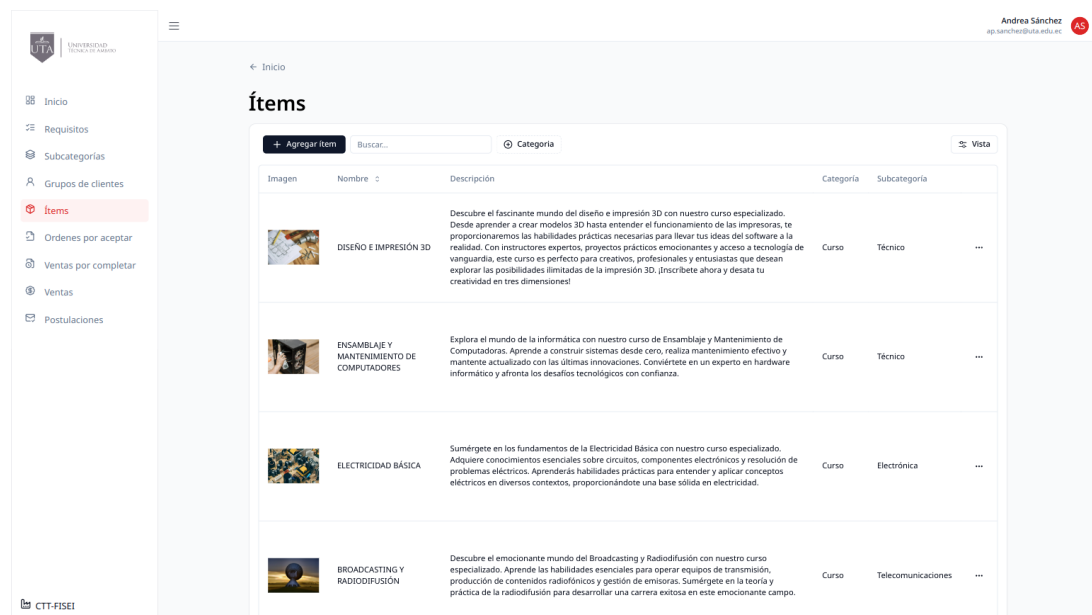
Una captura de pantalla de la interfaz de usuario de la página de gestión de ítems. A la izquierda se encuentra un menú lateral con 'Ítems' seleccionado. El contenido principal muestra una tabla con los siguientes datos:

Imagen	Nombre	Descripción	Categoría	Subcategoría
	DISEÑO E IMPRESIÓN 3D	Descubre el fascinante mundo del diseño e impresión 3D con nuestro curso especializado. Desde aprender a crear modelos 3D hasta entender el funcionamiento de las impresoras, te proporcionaremos las habilidades prácticas necesarias para llevar tus ideas del software a la realidad. Con instructores expertos, proyectos prácticos emocionantes y acceso a tecnología de vanguardia, este curso es perfecto para creativos, profesionales y entusiastas que desean explorar las posibilidades ilimitadas de la impresión 3D. ¡Inscríbete ahora y desata tu creatividad en tres dimensiones!	Curso	Técnico
	ENSAMBLAJE Y MANTENIMIENTO DE COMPUTADORES	Explora el mundo de la informática con nuestro curso de Ensamblaje y Mantenimiento de Computadoras. Aprende a construir sistemas desde cero, realiza mantenimiento efectivo y mantente actualizado con las últimas innovaciones. Conviértete en un experto en hardware informático y afronta los desafíos tecnológicos con confianza.	Curso	Técnico
	ELECTRICIDAD BÁSICA	Sumérgete en los fundamentos de la Electricidad Básica con nuestro curso especializado. Adquiere conocimientos esenciales sobre circuitos, componentes electrónicos y resolución de problemas eléctricos. Aprende habilidades prácticas para entender y aplicar conceptos eléctricos en diversos contextos, proporcionándote una base sólida en electricidad.	Curso	Electrónica
	BROADCASTING Y RADIODIFUSIÓN	Descubre el emocionante mundo del Broadcasting y Radiodifusión con nuestro curso especializado. Aprende las habilidades esenciales para operar equipos de transmisión, producción de contenidos radiofónicos y gestión de emisoras. Sumérgete en la teoría y práctica de la radiodifusión para desarrollar una carrera exitosa en este emocionante campo.	Curso	Telecomunicaciones

Figura 2.11. Página de gestión de ítems



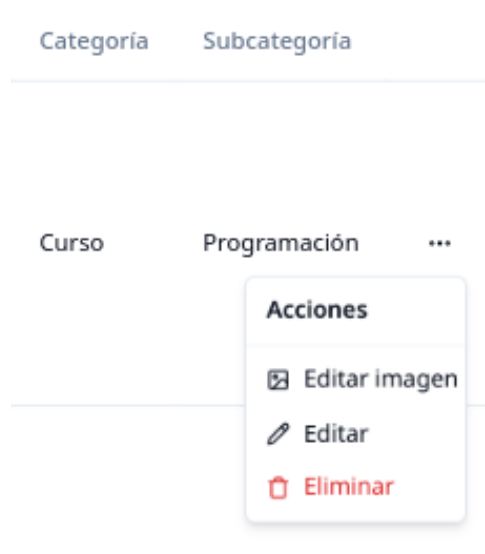


Figura 2.12. Opciones para la gestión de ítems

Para la creación o edición de ítems la aplicación muestra el formulario presentado en la Figura 2.13.

Este es un formulario web para agregar un nuevo ítem. El formulario está dividido en secciones con instrucciones y campos de entrada:

- Imagen:** Un área con el texto 'Arrastra la imagen o haz click para seleccionar'.
- Información básica del ítem:** Campos para 'Nombre' y 'Descripción'.
- Categoría y subcategoría:** Dos menús desplegables para seleccionar 'Categoría' y 'Subcategoría'.
- Requisitos:** Un botón 'Seleccionar requisitos' y un botón '+ Crear requisito'.
- Grupos de clientes:** Un botón 'Seleccionar grupos de clientes' y un botón '+ Crear grupo de cliente'.
- Botones de acción: 'Cancelar' y 'Guardar'.

El formulario incluye un menú lateral con opciones como 'Inicio', 'Requisitos', 'Subcategorías', 'Grupos de clientes', 'Ítems' (seleccionado), 'Ordenes por aceptar', 'Ventas por completar', 'Ventas' y 'Postulaciones'. En la parte superior derecha se muestra el nombre de usuario 'Andrea Sánchez' y su correo electrónico 'ap.sanchez@uta.edu.ec'.

Figura 2.13. Formulario de ítem

## 2.5 Ordenes por aceptar

Para visualizar las ordenes pendientes de aceptación deberá usar el enlace de navegación que se encuentra en la barra de navegación lateral.

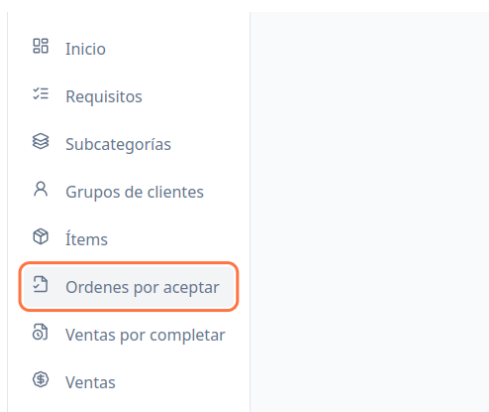


Figura 2.14. Enlace de navegación - ordenes por aceptar

Una vez cargada la página podrá visualizar las ordenes que se encuentran pendientes de aceptación correspondientes a su unidad mediante una tabla de datos. Esta tabla muestra información relevante de las ordenes y proporciona un enlace de acción que le permite visualizar los detalles de la orden y aceptarla o rechazarla, esto se muestra en la Figura 2.17.

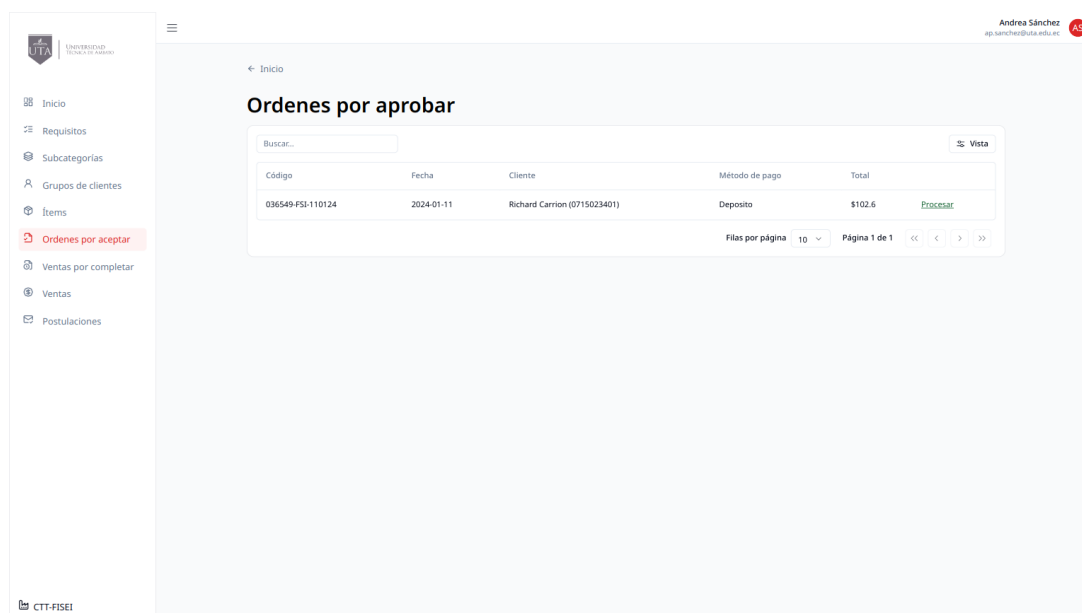


Figura 2.15. Visualización de las ordenes pendientes de aprobación

En la página de visualización de detalles podrá revisar los ítems contenidos en la orden haciendo clic en el contenedor desplegable titulado “Items”. También, puede visualizar los datos del cliente al desplegar el contenedor titulado “Cliente”.

Adicionalmente, si la orden contiene algún ítem que requiere de documentación adicional esta será listada en la sección de “Requisitos”.

The screenshot displays the details of an order pending approval. At the top right, there are two buttons: "Aceptar orden" (green) and "Rechazar orden" (red). The order summary table is as follows:

Orden #	Estado	Fecha	Método de pago	Total	IVA
036549-FSI-110124	Pendiente de aprobación	2024-01-11	Deposito	\$102.6	\$12.6

Client information:

Cédula	Nombres	Apellidos	Correo electrónico
0715023401	Richard Manuel	Carrión Valarezo	rcarrion3406@uta.edu.ec

Items table:

Ítem	Cantidad	Precio Unitario	Total
CLOUD SECURITY	1	\$30	\$30
ENSAMBLAJE Y MANTENIMIENTO DE COMPUTADORES	1	\$40	\$40
INTRODUCTION TO INTERNET OF THINGS (IOT) - INTERNET DE LAS COSAS	1	\$20	\$20

Requisitos section includes a requirement for "CCNA (Cisco Certified Network Associate)" with a Cisco logo and the text "Cisco Certifications".

Figura 2.16. Visualización de los detalles de una orden pendiente de aprobación

En la parte superior derecha se encuentran los botones de acción que le permiten aceptar o rechazar una orden (Véase la Figura 2.17) .

This screenshot is similar to Figure 2.16 but highlights the action buttons. The order summary table is:

Orden #	Estado	Fecha	Método de pago	Total	IVA
427379-FSI-110124	Pendiente de aprobación	2024-01-11	Deposito	\$205.2	\$25.2

The "Aceptar orden" (green) and "Rechazar orden" (red) buttons are highlighted with a red box.

Client information:

Cédula	Nombres	Apellidos	Correo electrónico
0715023401	Richard Manuel	Carrión Valarezo	rcarrion3406@uta.edu.ec

Items table:

Ítem	Cantidad	Precio Unitario	Total
ELECTRICIDAD BÁSICA	1	\$40	\$40
DISEÑO E IMPRESIÓN 3D	1	\$40	\$40
BROADCASTING Y RADIODIFUSIÓN	1	\$100	\$100

Requisitos section includes a requirement for "CCNA (Cisco Certified Network Associate)" with a Cisco logo and the text "Cisco Certifications".

Figura 2.17. Botones de acción para aceptar o rechazar una orden

## 2.6 Ventas por completar

Para visualizar las ordenes pendientes de aceptación deberá usar el enlace de navegación que se encuentra en la barra de navegación lateral.



Figura 2.18. Enlace de navegación - ventas por completar

Una vez cargada la página podrá visualizar las ventas que se encuentran pendientes de completar correspondientes a su unidad mediante una tabla de datos. Esta tabla muestra la información relevante de las ventas y proporciona un enlace de acción que permite visualizar los detalles de la venta, completarla y adjuntar archivos, esto se muestra en la Figura 2.21.

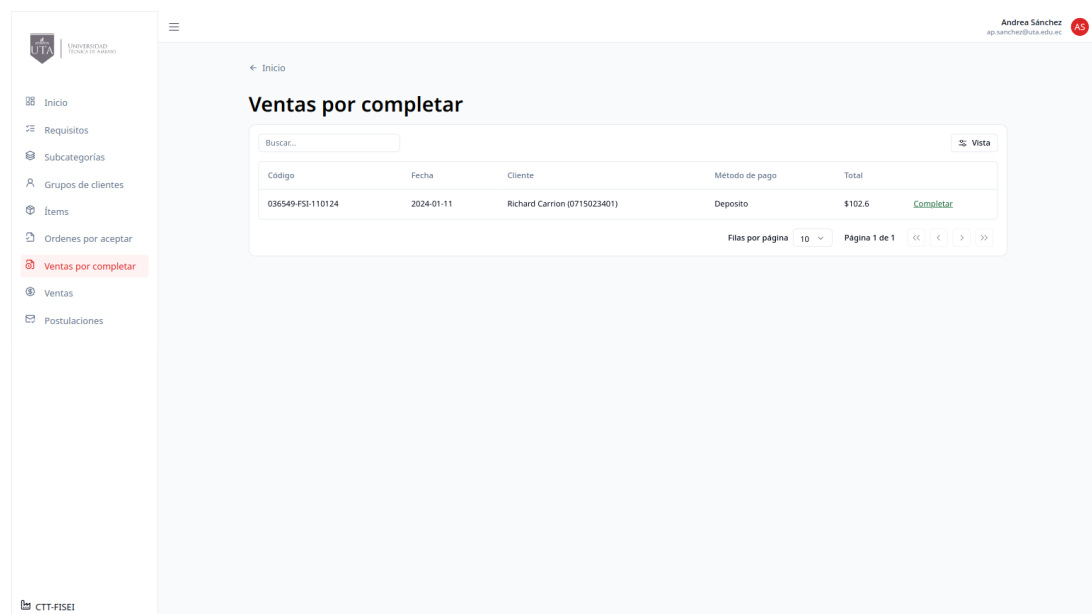


Figura 2.19. Visualización de las ventas por completar

En la página de visualización de detalles podrá revisar los ítems contenidos en la venta haciendo clic en el contenedor desplegable titulado "Items". También, puede visualizar los datos del cliente al desplegar el contenedor titulado "Cliente".

Adicionalmente, si la venta contiene algún ítem que requiere de documentación adicional esta será listada en la sección de “Requisitos”. De igual manera, podrá visualizar los comprobantes de pago adjuntados y verificados por la dirección financiera en la sección de “Comprobantes de pago”.

The screenshot displays the 'Ventas por completar' (Sales to be completed) interface. At the top right, there are two buttons: 'Completar venta' (Complete sale) and 'Adjuntar archivos' (Attach files). The main content area is divided into several sections:

- Order Summary:** A table with columns for Orden #, Estado, Fecha, Método de pago, Total, and IVA. The order # is 036549-FSI-110124, the state is 'Verificada', the date is 2024-01-11, the payment method is 'Deposito', the total is \$102.6, and the IVA is \$12.6.
- Cliente (Client):** A table with columns for Cédula, Nombres, Apellidos, and Correo electrónico. The client's name is Richard Manuel Carrion Valarezo, and the email is rcarrion3406@uta.edu.ec.
- Items:** A table with columns for Ítem, Cantidad, Precio Unitario, and Total. The items listed are:
 

Ítem	Cantidad	Precio Unitario	Total
CLOUD SECURITY	1	\$30	\$30
ENSAMBLAJE Y MANTENIMIENTO DE COMPUTADORES	1	\$40	\$40
INTRODUCTION TO INTERNET OF THINGS (IOT) - INTERNET DE LAS COSAS	1	\$20	\$20
- Requisitos (Requirements):** A list of requirements, including 'CCNA (Cisco Certified Network Associate)'.
- Comprobantes de pago (Payment Receipts):** A list of payment receipts, including 'Comprobante de deposito'.

Figura 2.20. Visualización de los detalles de una venta por completar

Finalmente, en la parte superior derecha se encuentra un botón de acción que le permite marcar la venta como completada (Véase la Figura 2.21) y el botón que le permite adjuntar archivos a la venta.

This screenshot is identical to the previous one, but with a red rectangular box highlighting the 'Completar venta' and 'Adjuntar archivos' buttons at the top right of the interface.

Figura 2.21. Botones para completar y adjuntar archivos

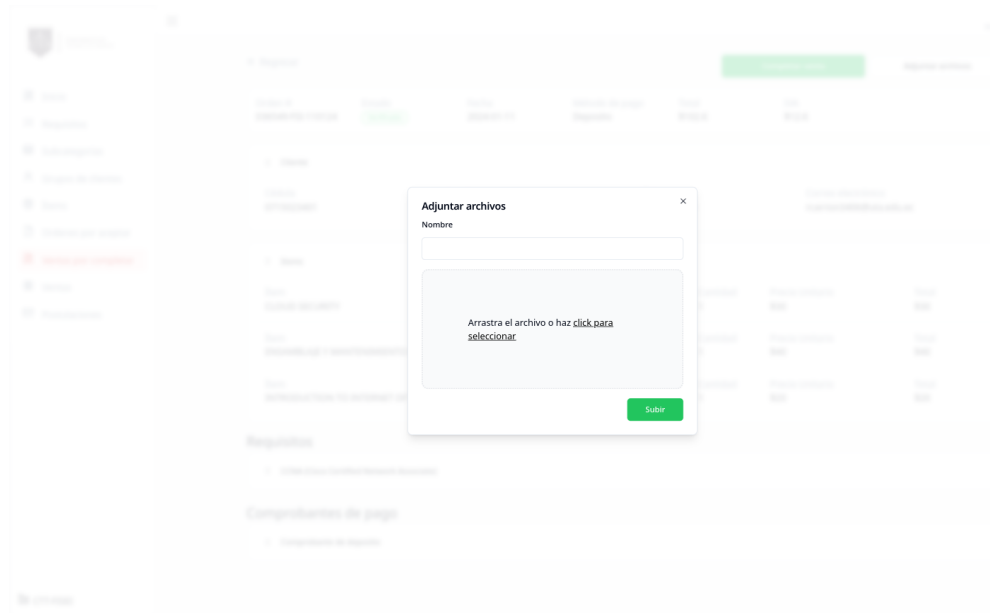


Figura 2.22. Diálogo para adjuntar un archivo a la venta

## 2.7 Ventas completadas

Para visualizar las ventas completadas deberá usar el enlace de navegación que se encuentra en la barra de navegación lateral.

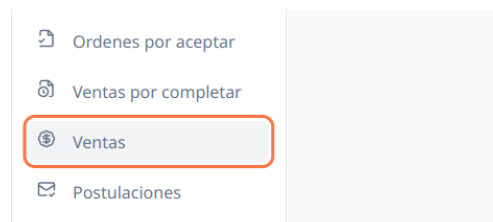


Figura 2.23. Enlace de navegación - ventas completadas

Una vez cargada la página podrá visualizar las ventas completadas correspondientes a su unidad mediante una tabla de datos. Esta tabla muestra la información relevante de las ventas y proporciona un enlace de acción que permite visualizar los detalles de la venta y adjuntar archivos.

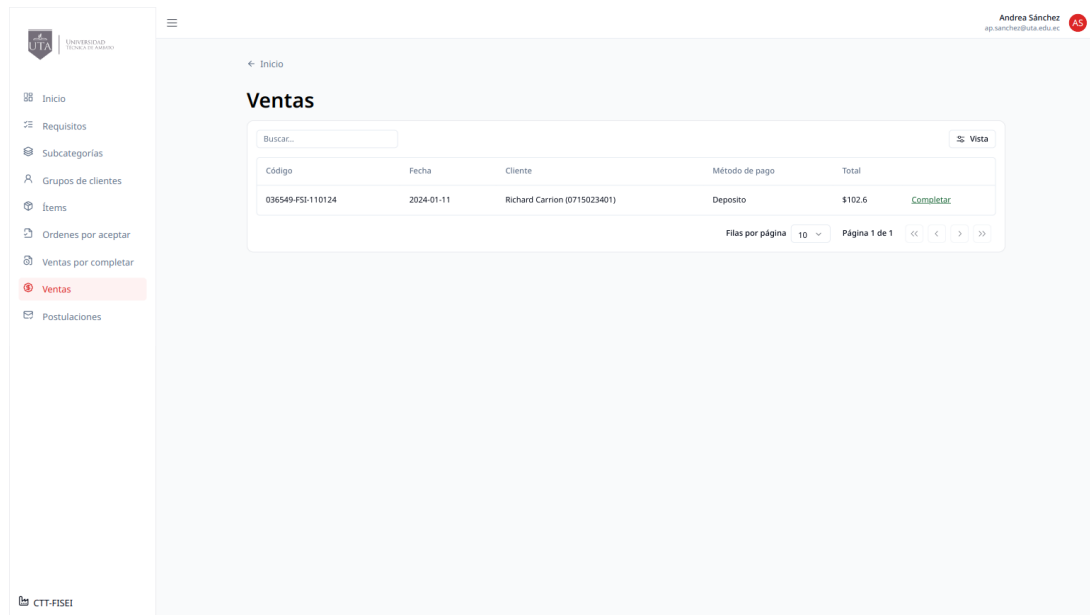


Figura 2.24. Visualización de las ventas completadas

En la página de visualización de detalles podrá revisar los ítems contenidos en la venta haciendo clic en el contenedor desplegable titulado “Ítems”. También, puede visualizar los datos del cliente al desplegar el contenedor titulado “Cliente”. Adicionalmente, si la venta contiene algún ítem que requiere de documentación adicional esta será listada en la sección de “Requisitos”. De igual manera, podrá visualizar los comprobantes de pago adjuntados y verificados por la dirección financiera en la sección de “Comprobantes de pago” y los “Resultados”.

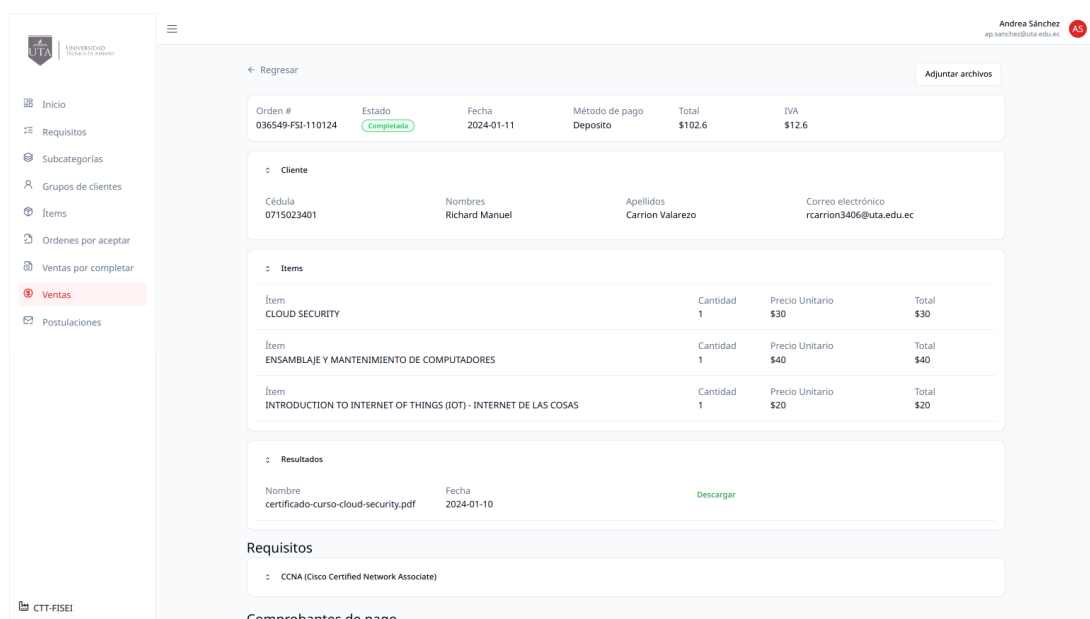


Figura 2.25. Visualización de los detalles de una venta completada

## 2.8 Postulaciones

Para visualizar las postulaciones deberá usar el enlace de navegación que se encuentra en la barra de navegación lateral.

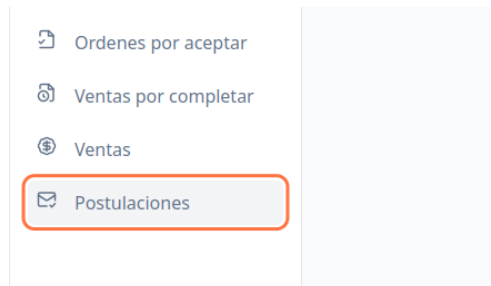


Figura 2.26. Enlace de navegación - postulaciones

Una vez cargada la página podrá visualizar postulaciones de clientes correspondientes a su unidad mediante una tabla de datos. Esta tabla muestra la información relevante de las postulaciones y proporciona dos botones que le permiten aprobar la postulación y descargar los archivos de requisitos, esto se muestra en la Figura 2.27.

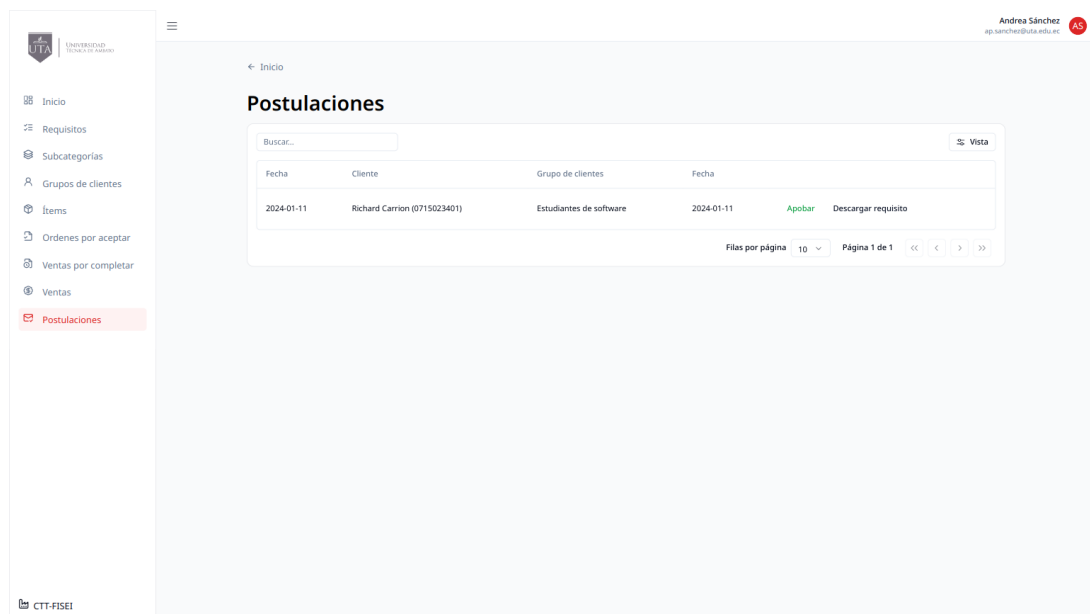


Figura 2.27. Visualización de las postulaciones



### 3. Funcionalidades para el administrador financiero

#### 3.1 Aranceles por aprobar

Para visualizar los aranceles pendientes de aprobación deberá usar el enlace de navegación que se encuentra en la barra de navegación lateral.



Figura 3.1. Enlace de navegación - aranceles por aprobar

Una vez la página haya cargado podrá visualizar los aranceles que se encuentran pendientes de aprobación mediante una tabla de datos. Esta tabla muestra información relevante de los aranceles y proporciona un botón que le permite aprobar el arancel en cuestión. Figura 3.2.

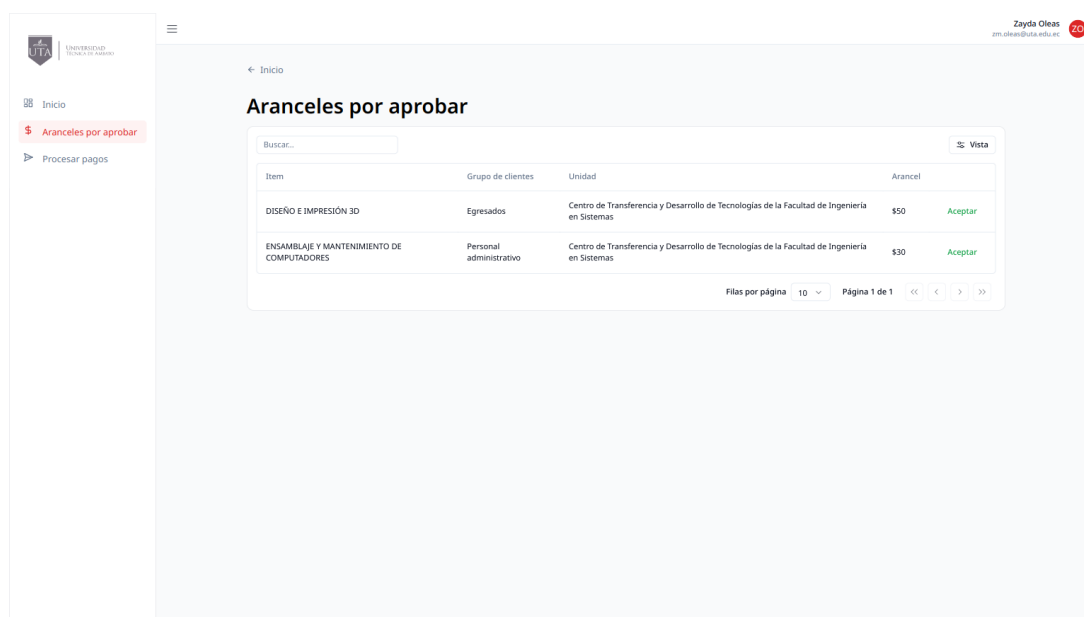


Figura 3.2. Visualización de los aranceles pendientes de aprobar

### 3.2 Procesar pagos

Para visualizar los pagos que deben ser procesados deberá usar el enlace de navegación que se encuentra en la barra de navegación lateral.



Figura 3.3. Enlace de navegación - procesar pagos

Una vez cargue la página podrá visualizar los pagos que se encuentran pendientes de procesar mediante una tabla de datos. Esta tabla muestra la información relevante de los pagos y proporciona un enlace que le permite visualizar sus detalles y aceptar o rechazar el pago realizado, esto se muestra en la Figura 2.20.

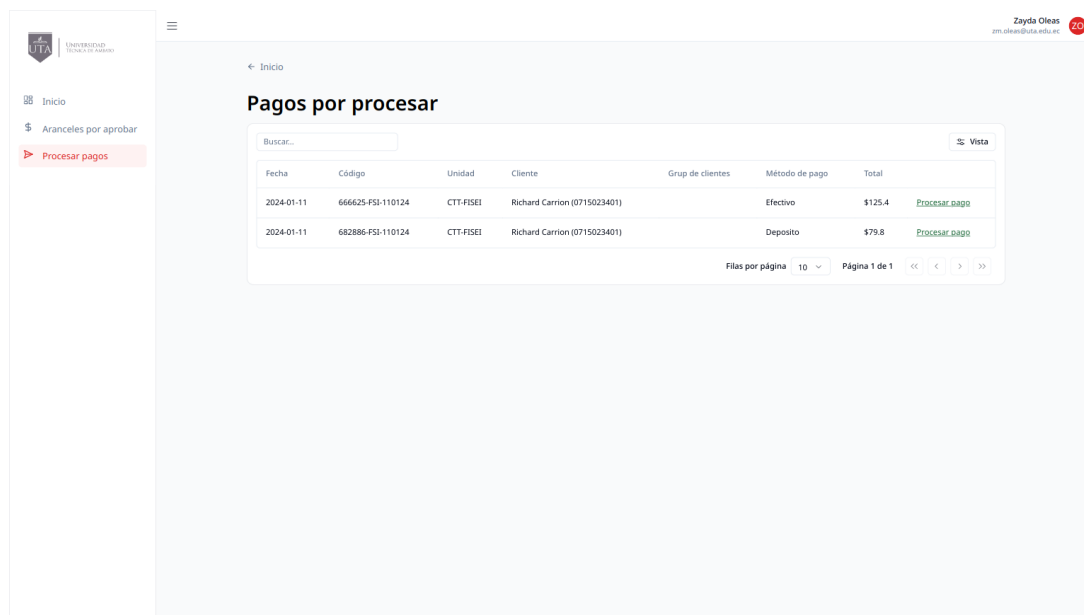


Figura 3.4. Visualización de los pagos por procesar

En la página de visualización de detalles podrá revisar los comprobantes de pago adjuntados por el cliente así como los ítems contenidos en la orden generada y los datos del cliente. Los datos extraídos se muestran en campos de texto los cuales son acompañados de iconos que identifican si la información extraída coincide con la información de la orden facilitando así la validación del pago.

The screenshot displays a payment processing interface. At the top right, there is a user profile for 'Zayda Oleas' with an email 'zm.oleas@uta.edu.ec' and a 'Logout' icon. The main content area is titled 'Regresar' and contains a table of order details:

Orden #	Estado	Fecha	Método de pago	Total	IVA
682886-FSI-110124	Procesando pago	2024-01-11	Deposito	\$79.8	\$9.8

Below the order details, there is a 'Cliente' section with the following information:

Cédula	Nombres	Apellidos	Correo electrónico
0715023401	Richard Manuel	Carrion Valarezo	rcarrion3406@uta.edu.ec

The 'Items' section lists the following items:

Ítem	Cantidad	Precio Unitario	Total
CLOUD SECURITY	1	\$30	\$30
ENSAMBLAJE Y MANTENIMIENTO DE COMPUTADORES	1	\$40	\$40

At the bottom, there is a 'Comprobantes de pago' section showing a 'Comprobante de deposito' from 'BANCO DEL AUSTRO'. The receipt includes the following details:

- FECHA: 2023-11-01 12:40:06
- REF: 32123
- OFICINA: SUR-AMBATO
- CAJERO: ARAUJO CHAMORRO MARICELA CEDILIA
- MONEDA: USD
- Referencia: 32123
- Fecha (2024-01-11): mm/dd/yyyy
- RUC (1865027790001): 1865027790001
- Total (79.8): 200.00
- Cliente (0715023401): 0702698895

Figura 3.5. Visualización del detalle de un pago

Una vez el pago se haya marcado como aprobado el botón de “Aceptar orden” que se encuentra en la esquina superior derecha sera habilitado para continuar con el proceso.

## Anexo R. Manual de usuario para clientes

En las siguientes páginas se muestra el manual de usuario para los clientes de la aplicación web de las Unidades de Producción de la Universidad Técnica de Ambato.

Manual de usuario para los clientes de la  
aplicación web de las Unidades de Producción de  
la Universidad Técnica de Ambato

Enero, 2024

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

<b>1</b>	<b>Funcionalidades para el cliente</b>	<b>2</b>
1.1	Componentes de navegación . . . . .	2
1.1.1	Barra de navegación superior . . . . .	3
1.2	Registro de cliente . . . . .	5
1.3	Gestión de la sesión de usuario . . . . .	8
1.3.1	Inició de sesión . . . . .	8
1.3.2	Cierre de sesión . . . . .	9
1.4	Visualización de ítems . . . . .	10
1.5	Postular a un grupo de clientes . . . . .	13
1.6	Carrito de compra . . . . .	14
1.6.1	Agregar un ítem al carrito de compra . . . . .	14
1.6.2	Visualización del carrito de compra . . . . .	15
1.7	Gestión de ordenes . . . . .	17
1.7.1	Generación de ordenes . . . . .	17
1.7.2	Visualización de ordenes . . . . .	18

# 1. Funcionalidades para el cliente

## 1.1 Componentes de navegación

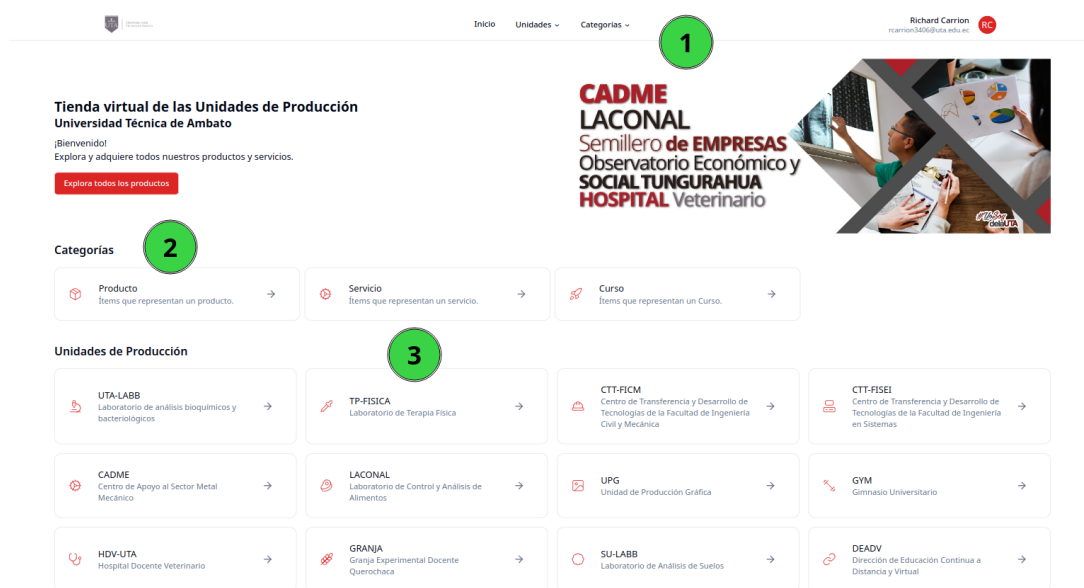


Figura 1.1. Componentes para la navegación

La navegación en la aplicación se puede realizar usando:

1. La barra de navegación superior.
2. Enlaces de navegación por categorías en la página inicial.
3. Enlaces de navegación por Unidad de Producción en la página inicial.

Los enlaces de navegación por categoría y por Unidad de Producción dirigen al usuario a la página de visualización de ítems, filtrando estos según que enlace se haya usado.

### 1.1.1 Barra de navegación superior

La barra de navegación superior se compone de:

1. Logo de la Universidad Técnica de Ambato.
2. Menús desplegables de navegación en base a Unidades de Producción y categorías.
3. Menú desplegable de usuario.

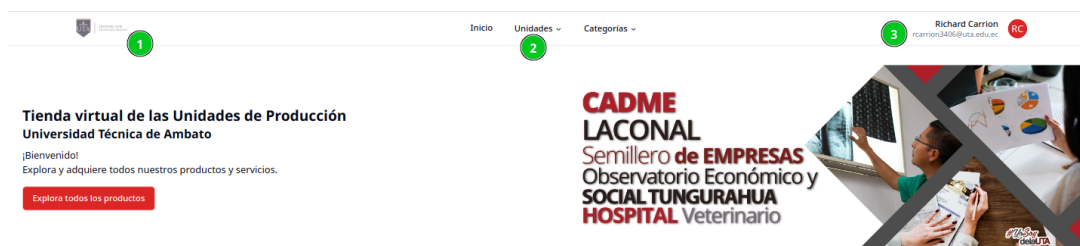


Figura 1.2. Barra de navegación superior

Los menús desplegables de navegación que se encuentran dentro de la barra de navegación superior permiten el acceso a la página que lista los ítems disponibles filtrándolos por Unidad de Producción o categoría.

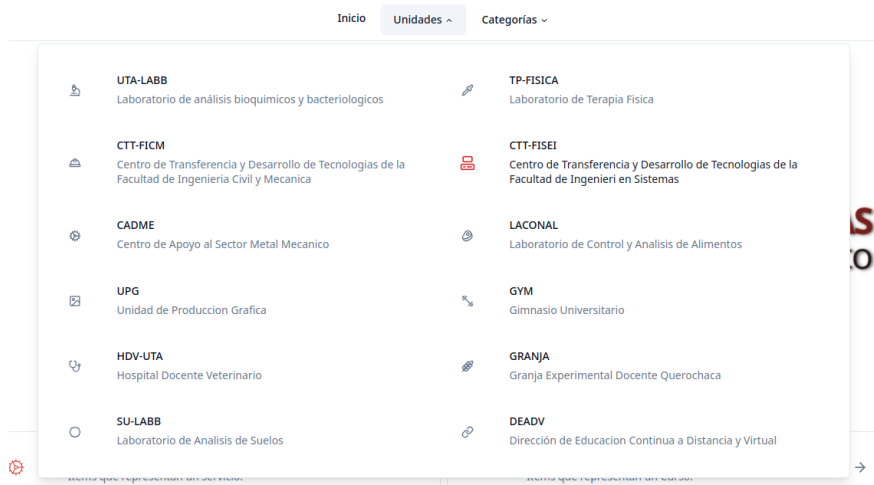


Figura 1.3. Menú desplegable de navegación de Unidades de Producción



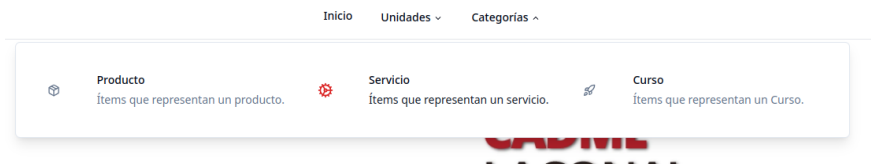


Figura 1.4. Menú desplegable de navegación de categorías

Al realizar una pulsación sobre la información del usuario que se encuentra en la barra de navegación superior se desplegará un menú adicional que permite:

1. Copiar el correo electrónico.
2. Navegar a la página de visualización de ordenes.
3. Navegar a la página de visualización del carrito de compra.
4. Cerrar la sesión de usuario.

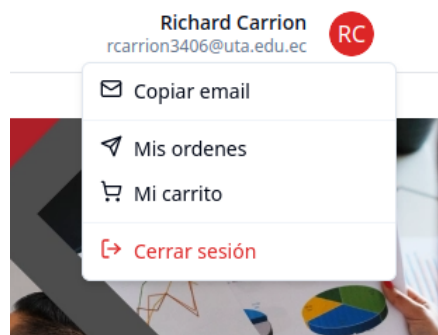


Figura 1.5. Menú desplegable de usuario

## 1.2 Registro de cliente

Cuando la aplicación no detecta un usuario con una sesión activa reemplaza la información de usuario de la barra de navegación superior con dos botones (Véase la Figura 1.6) :

1. Botón para iniciar sesión.
2. Botón para registrarse.



Figura 1.6. Botones de la barra de navegación

Al realizar una pulsación en el botón para registrarse se le redireccionará a la página de registro. El registro del usuario se completa realizando cuatro pasos:

1. Registro de las credenciales de usuario.
2. Selección del tipo de cédula.
3. Subida de una fotografía de la cédula.
4. Confirmación de los datos extraídos.

En el primero paso el usuario debe registrar las credenciales que usará para iniciar sesión. Las credenciales se componen de un correo electrónico y una contraseña. El formulario de registro le solicitará que repita la contraseña para realizar una verificación.

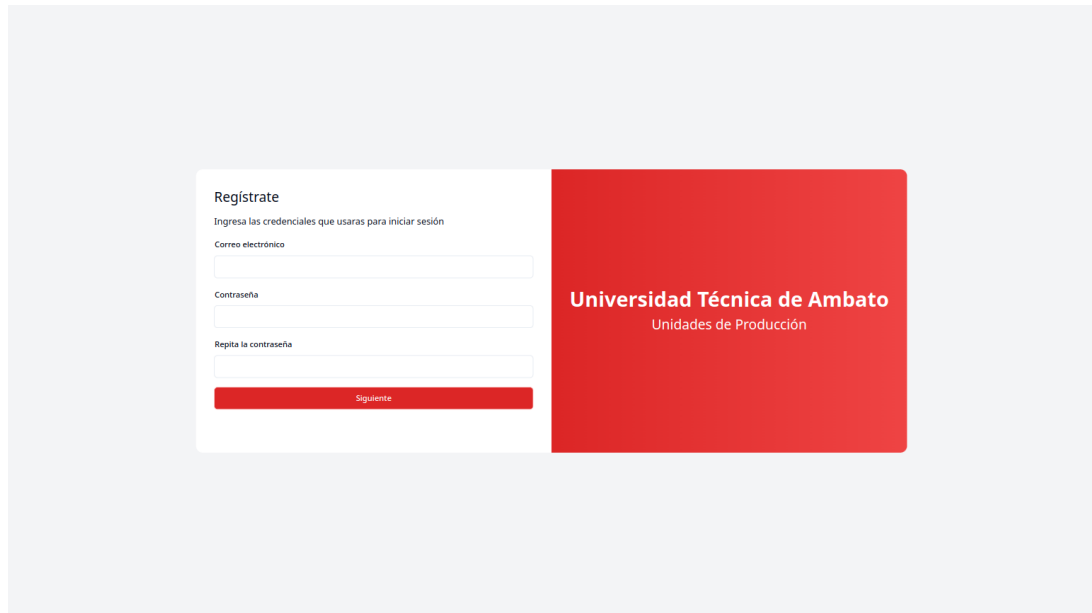


Figura 1.7. Registro de usuario - registro de credenciales

El segundo paso le solicita que seleccione que tipo de cédula posee.

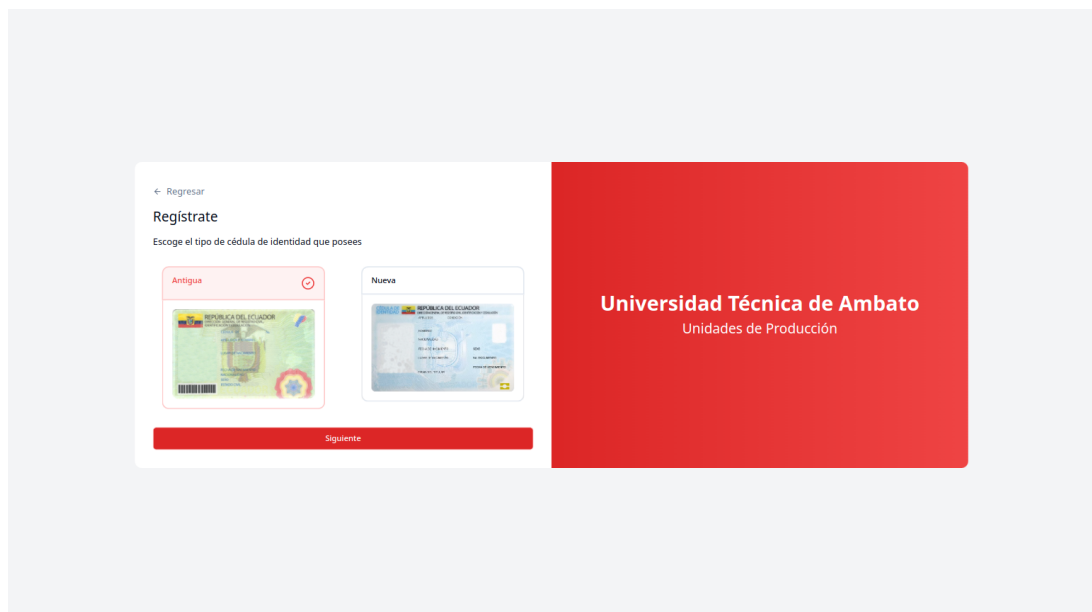


Figura 1.8. Registro de usuario - selección del tipo de cédula

El tercer paso consiste en la subida de una fotografía de la cédula.

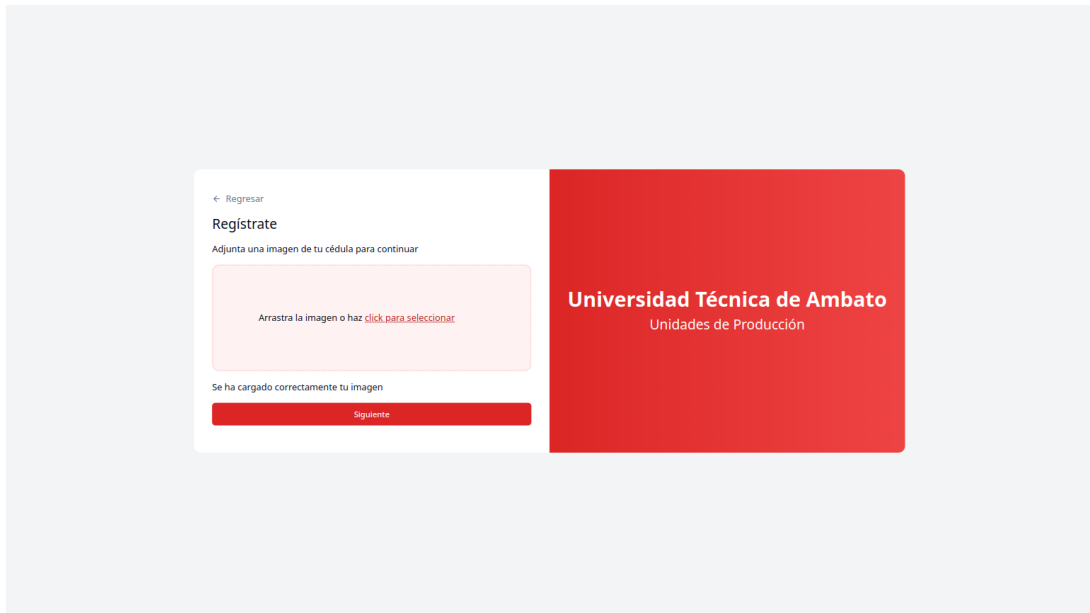


Figura 1.9. Registro de usuario - subida de la cédula

Finalmente, el cuarto y último paso le solicita que confirme la información extraída y, de ser necesario, la modifique.

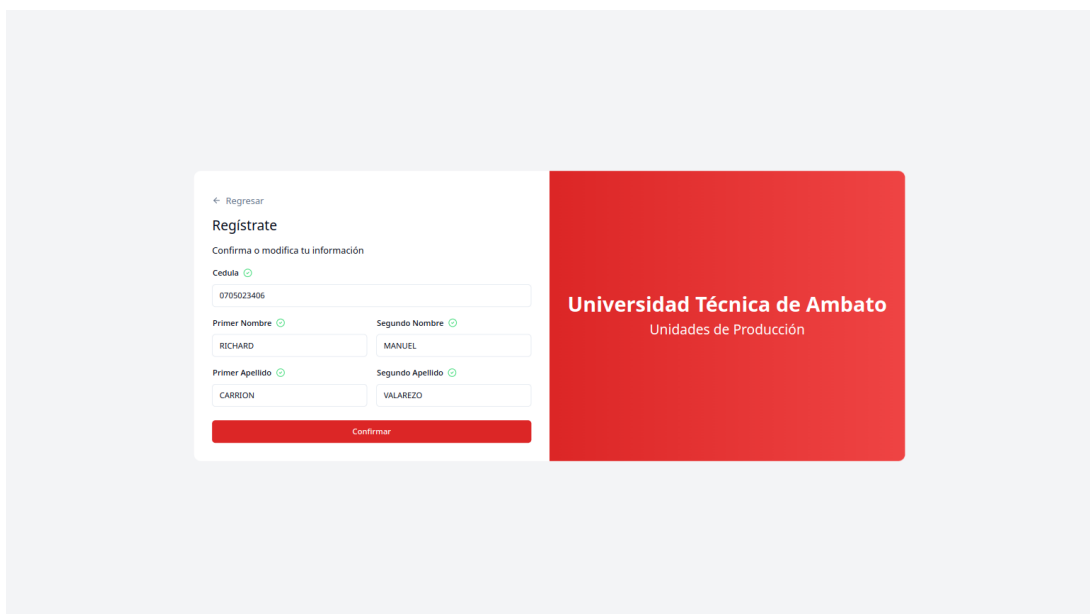


Figura 1.10. Registro de usuario - confirmación de los datos extraídos

## 1.3 Gestión de la sesión de usuario

### 1.3.1 Inicio de sesión

Para poder iniciar sesión desde la página de inicio deberá ubicar el botón de inicio de sesión situado en la barra de navegación superior, este se encuentra en la esquina superior derecha como se puede observar en la Figura 1.12.

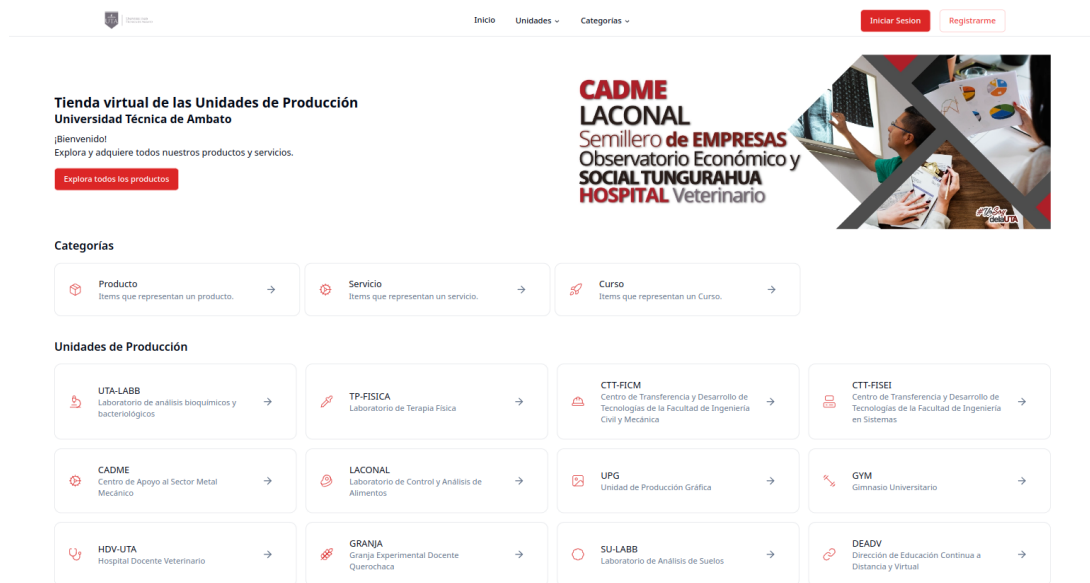


Figura 1.11. Página de inicio

Una vez cargada la página de inicio de sesión podrá observar el formulario donde deberá ingresar sus credenciales, es decir, su correo electrónico y su contraseña. El formulario se muestra en la Figura 1.13.



Figura 1.12. Botón para navegar a la página de inicio de sesión

En el formulario se encuentran los siguientes componentes:

1. Campo de texto para ingresar el correo electrónico.

1. Funcionalidades para el cliente

2. Campo de texto para ingresar la contraseña.
3. Botón para iniciar sesión.

Para iniciar sesión deberá ingresar sus credenciales en el formulario y realizar una pulsación sobre el botón de inicio de sesión.

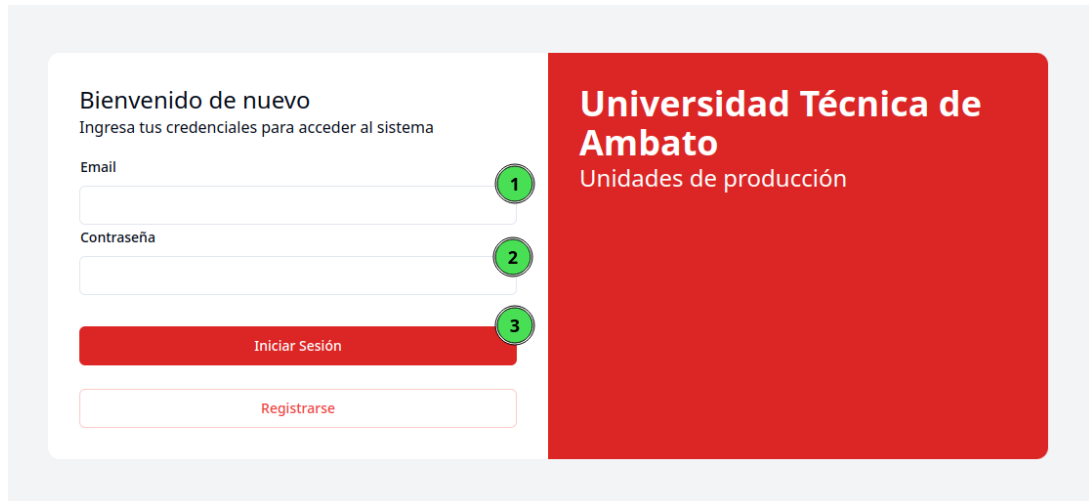
El formulario de inicio de sesión está dividido en dos secciones. A la izquierda, sobre un fondo blanco, se encuentra el formulario con el título "Bienvenido de nuevo" y el subtítulo "Ingresa tus credenciales para acceder al sistema". Hay dos campos de texto: "Email" (marcado con un círculo verde con el número 1) y "Contraseña" (marcado con un círculo verde con el número 2). Debajo de estos campos hay un botón rojo con el texto "Iniciar Sesión" (marcado con un círculo verde con el número 3) y un botón blanco con el texto "Registrarse". A la derecha, sobre un fondo rojo, se muestra el logo de la "Universidad Técnica de Ambato" con el subtítulo "Unidades de producción".

Figura 1.13. Formulario de inicio de sesión

### 1.3.2 Cierre de sesión

Para cerrar la sesión de usuario debe realizar un clic sobre la información de usuario que se muestra en la barra de navegación superior, esto desplegará un menú que le permitirá accionar la opción de "Cerrar sesión".

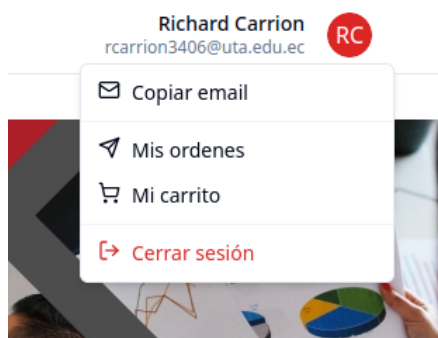


Figura 1.14. Menú desplegable de usuario

## 1.4 Visualización de ítems

Los ítems son mostrados mediante un componente que despliega la información más relevante.



Figura 1.15. Componente para la visualización de un ítem

La información que se muestra en el componente de visualización de un ítem se enumera de la siguiente manera en la Figura 1.15:

1. Imagen representativa.
2. Siglas de la Unidad de Producción a la que pertenece.
3. Título.
4. Descripción.
5. Categoría.
6. Subcategoría.

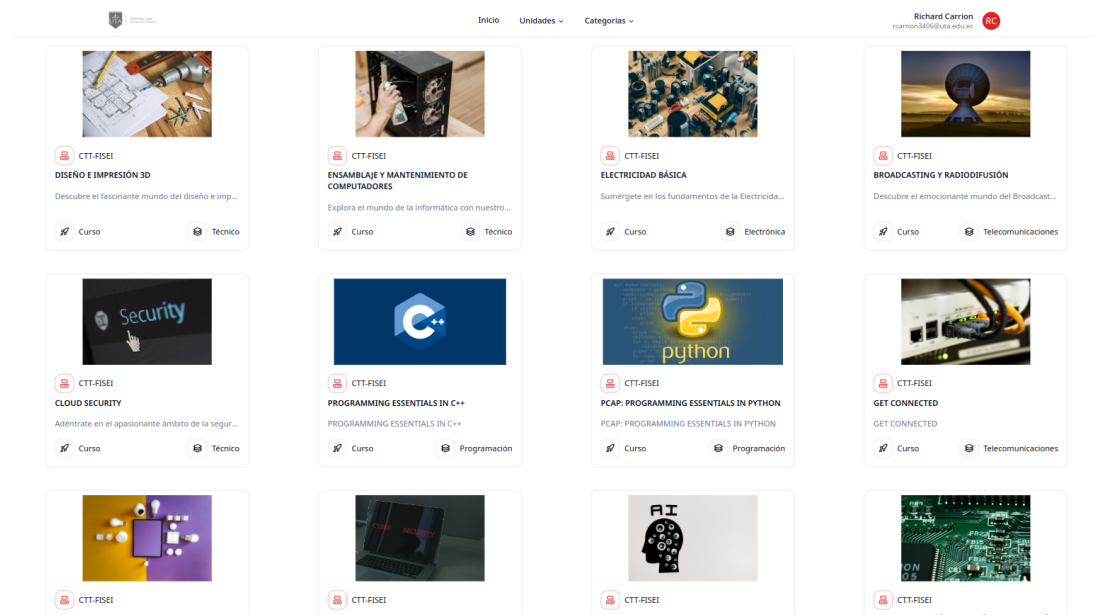


Figura 1.16. Listado de ítems

Al realizar una pulsación sobre un componente de ítem como el que se ve en la Figura 1.15 la aplicación lo redireccionará a una página que presenta los detalles de dicho ítem. Cabe mencionar que si la aplicación no detecta ninguna sesión iniciada se ocultarán los botones que permiten generar una orden o agregar el ítem al carrito de compra, esto puede ser observado en la Figura 1.17. En caso de que la aplicación si detecte una sesión iniciada se mostrará el precio que se le ha asignado y los botones para generar una orden y agregar el ítem al carrito de compra (Véase la Figura 1.18)

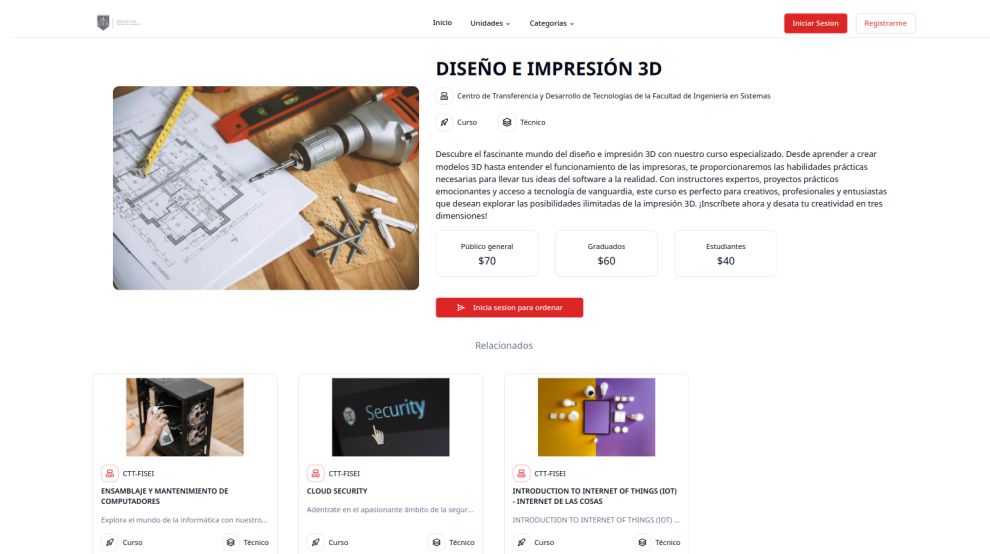


Figura 1.17. Página para la visualización detallada de un ítem sin iniciar sesión



The screenshot shows a web interface for a course titled "DISEÑO E IMPRESIÓN 3D". At the top, there is a navigation bar with "Inicio", "Unidades", and "Categorías". The user's name "Richard Carrion" and email "rcarrion3406@uta.edu.ec" are displayed in the top right. The course is offered by the "Centro de Transferencia y Desarrollo de Tecnologías de la Facultad de Ingeniería en Sistemas". It is categorized as a "Curso" and "Técnico". The course description states: "Descubre el fascinante mundo del diseño e impresión 3D con nuestro curso especializado. Desde aprender a crear modelos 3D hasta entender el funcionamiento de las impresoras, te proporcionaremos las habilidades prácticas necesarias para llevar tus ideas del software a la realidad. Con instructores expertos, proyectos prácticos emocionantes y acceso a tecnología de vanguardia, este curso es perfecto para creativos, profesionales y entusiastas que desean explorar las posibilidades ilimitadas de la impresión 3D. ¡Inscríbete ahora y desata tu creatividad en tres dimensiones!". Pricing is shown for three groups: "Público general" at \$70, "Graduados" at \$60, and "Estudiantes" at \$40 (labeled "Tu precio"). There are buttons for "Ordenar Ahora" and "Agregar al carrito". Below the main course, there is a "Relacionados" section with three related course cards: "ENSAMBLAJE Y MANTENIMIENTO DE COMPUTADORES", "CLOUD SECURITY", and "INTRODUCTION TO INTERNET OF THINGS (IOT) - INTERNET DE LAS COSAS". Each card includes a thumbnail, course title, description, and category tags.

Figura 1.18. Página para la visualización detallada de un ítem

## 1.5 Postular a un grupo de clientes

Postular a grupos de clientes le permitirá poder realizar compras con diferentes precios. En la Figura 1.19 se observa como un ítem posee un precio para un grupo de cliente “Estudiantes de software” al cuál es posible postular. Para poder postular y tener acceso a este precio, deberá realizar clic en el enlace que indica “Postula aquí”.



Figura 1.19. Ítem con precio al que se puede postular

Al realizar esta acción se desplegará un diálogo el cual indica los requisitos que debe adjuntar para poder continuar con el proceso de postulación.

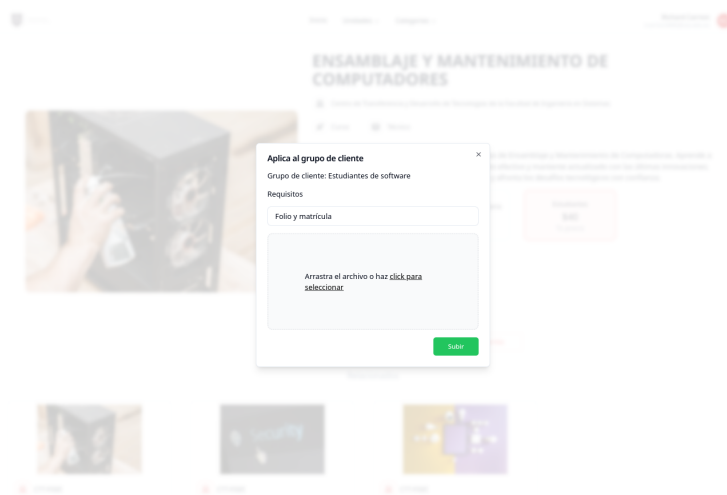


Figura 1.20. Diálogo para adjuntar requisitos en el proceso de postulación

Una vez adjuntado los requisitos un responsable de Unidad de Producción se encargará de aprobar o rechazar la postulación.

## 1.6 Carrito de compra

### 1.6.1 Agregar un ítem al carrito de compra

Para agregar un ítem al carrito de compra deberá navegar hasta la página de detalle del ítem deseado (Véase la Sección 1.4) y efectuar una pulsación en el botón “Agregar al carrito”, como se indica en la Figura 1.21.



Figura 1.21. Botón para agregar un ítem al carrito

Esto desplegará un diálogo de confirmación que mostrará la información del ítem seleccionado y el precio asignado. Para confirmar la acción deberá hacer clic en el botón “Agregar al carrito”.

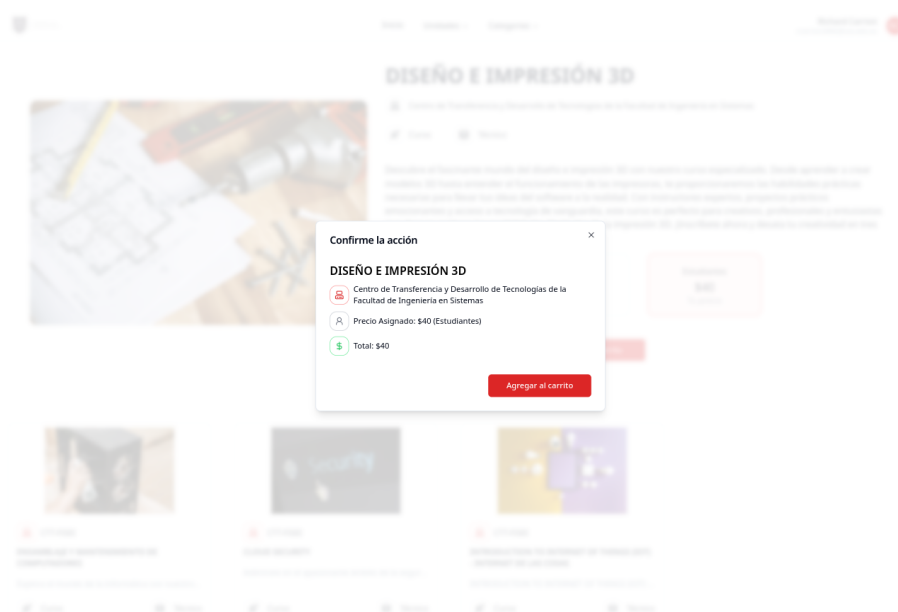


Figura 1.22. Diálogo de confirmación para agregar un ítem al carrito de compra

### 1.6.2 Visualización del carrito de compra

La página de visualización del carrito de compra se accede mediante el enlace de navegación del menú desplegable de usuario.

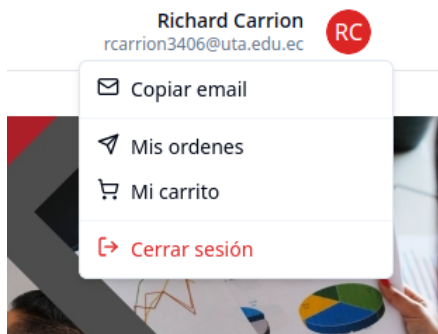
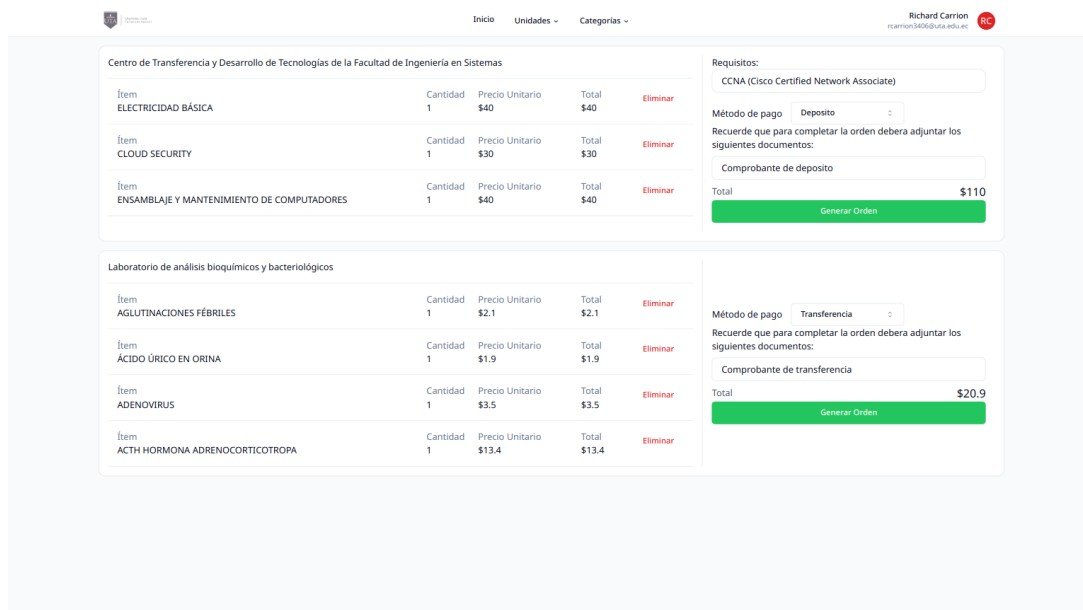


Figura 1.23. Menú desplegable de usuario

La página muestra el carrito de compra con dos secciones de ítems. La primera sección, 'Centro de Transferencia y Desarrollo de Tecnologías de la Facultad de Ingeniería en Sistemas', contiene tres ítems: 'ELECTRICIDAD BÁSICA' (\$40), 'CLOUD SECURITY' (\$30) y 'ENSAMBLAJE Y MANTENIMIENTO DE COMPUTADORES' (\$40). La segunda sección, 'Laboratorio de análisis bioquímicos y bacteriológicos', contiene cuatro ítems: 'AGLUTINACIONES FÉBRILES' (\$2.1), 'ÁCIDO ÚRICO EN ORINA' (\$1.9), 'ADENOVIRUS' (\$3.5) y 'ACTH HORMONA ADRENOCORTICOTROPA' (\$13.4). A la derecha de cada sección hay un formulario de requisitos y un botón 'Generar Orden'. El total de la primera sección es \$110 y el de la segunda es \$20.9.

Ítem	Cantidad	Precio Unitario	Total	Eliminar
ELECTRICIDAD BÁSICA	1	\$40	\$40	Eliminar
CLOUD SECURITY	1	\$30	\$30	Eliminar
ENSAMBLAJE Y MANTENIMIENTO DE COMPUTADORES	1	\$40	\$40	Eliminar

Ítem	Cantidad	Precio Unitario	Total	Eliminar
AGLUTINACIONES FÉBRILES	1	\$2.1	\$2.1	Eliminar
ÁCIDO ÚRICO EN ORINA	1	\$1.9	\$1.9	Eliminar
ADENOVIRUS	1	\$3.5	\$3.5	Eliminar
ACTH HORMONA ADRENOCORTICOTROPA	1	\$13.4	\$13.4	Eliminar

Figura 1.24. Página de visualización del carrito de compra



Figura 1.25. Página de visualización del carrito de compra

Como se observa en la Figura 1.25 el carrito de compra se compone de:

1. Nombre de la Unidad de Producción a la cual pertenecen los ítems.
2. Detalles sobre los ítems del carrito.
3. Botón para eliminar un ítem.
4. Requisitos de los ítems.
5. Listado para seleccionar el método de pago.
6. Botón para generar la orden.

Cabe recalcar que la orden solo se podrá generar después de seleccionar el método de pago.

## 1.7 Gestión de ordenes

### 1.7.1 Generación de ordenes

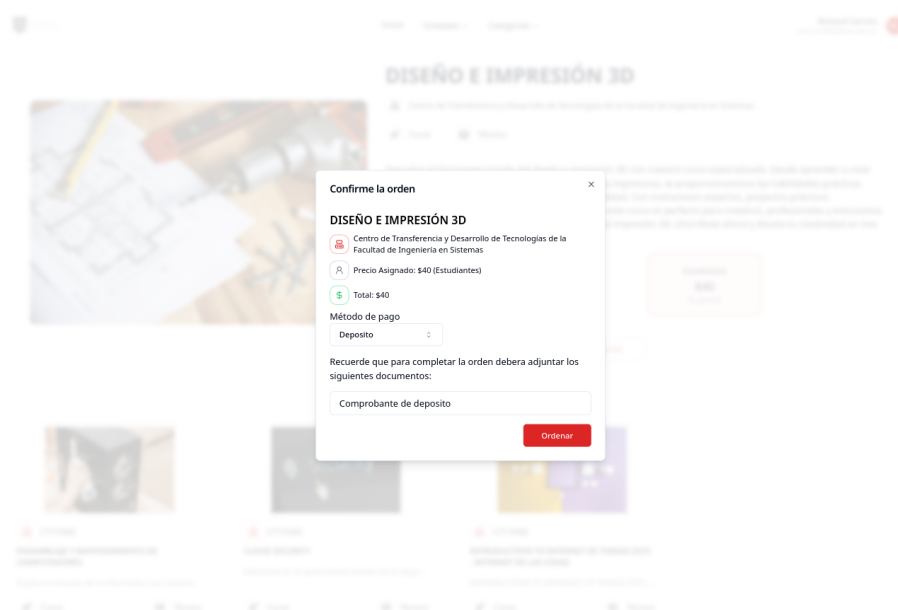
La generación de ordenes puede ser realizada mediante el uso del carrito de compra (Véase la Sección 1.6.2) o navegando a la página de detalle de un ítem (Véase la Sección 1.4) y realizando una pulsación en el botón “Ordenar ahora” como se muestra en la Figura 1.26.



The image shows a course page for "DISEÑO E IMPRESIÓN 3D". On the left is a photograph of a desk with a 3D printer, a drill, a level, and blueprints. The course title is "DISEÑO E IMPRESIÓN 3D". Below the title, it says "Centro de Transferencia y Desarrollo de Tecnologías de la Facultad de Ingeniería en Sistemas". There are two tabs: "Curso" and "Programación". The main text describes the course: "Descubre el fascinante mundo del diseño e impresión 3D con nuestro curso especializado. Desde aprender a crear modelos 3D hasta entender el funcionamiento de las impresoras, te proporcionaremos las habilidades prácticas necesarias para llevar tus ideas del software a la realidad. Con instructores expertos, proyectos prácticos emocionantes y acceso a tecnología de vanguardia, este curso es perfecto para creativos, profesionales y entusiastas que desean explorar las posibilidades ilimitadas de la impresión 3D. ¡Inscríbete ahora y desata tu creatividad en tres dimensiones!". There are three pricing options: "Público general \$70", "Graduados \$60", and "Estudiantes \$40 Tu precio". At the bottom, there are two buttons: "Ordenar Ahora" (highlighted with a red border) and "Agregar al carrito".

Figura 1.26. Botón para generar una orden con el ítem deseado

Esta acción desplegará un diálogo de confirmación donde deberá seleccionar un método de pago para poder confirmar la orden. Adicionalmente, en el diálogo se mostrarán los requisitos del método de pago y del ítem seleccionado en caso de tener.



The image shows a confirmation dialog box titled "Confirme la orden". The dialog contains the following information: "DISEÑO E IMPRESIÓN 3D", "Centro de Transferencia y Desarrollo de Tecnologías de la Facultad de Ingeniería en Sistemas", "Precio Asignado: \$40 (Estudiantes)", "Total: \$40", "Método de pago: Depósito", and a text input field for "Comprobante de depósito". There is a red "Ordenar" button at the bottom right. The background shows a blurred view of the course page.

Figura 1.27. Diálogo de confirmación de orden

### 1.7.2 Visualización de ordenes

La página de visualización de ordenes se accede mediante el enlace de navegación del menú desplegable de usuario.

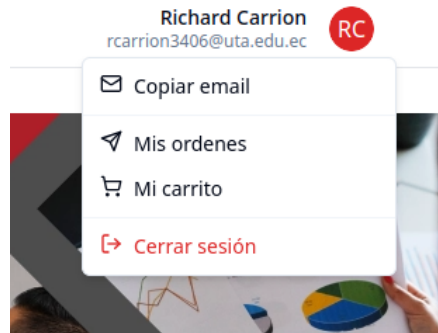
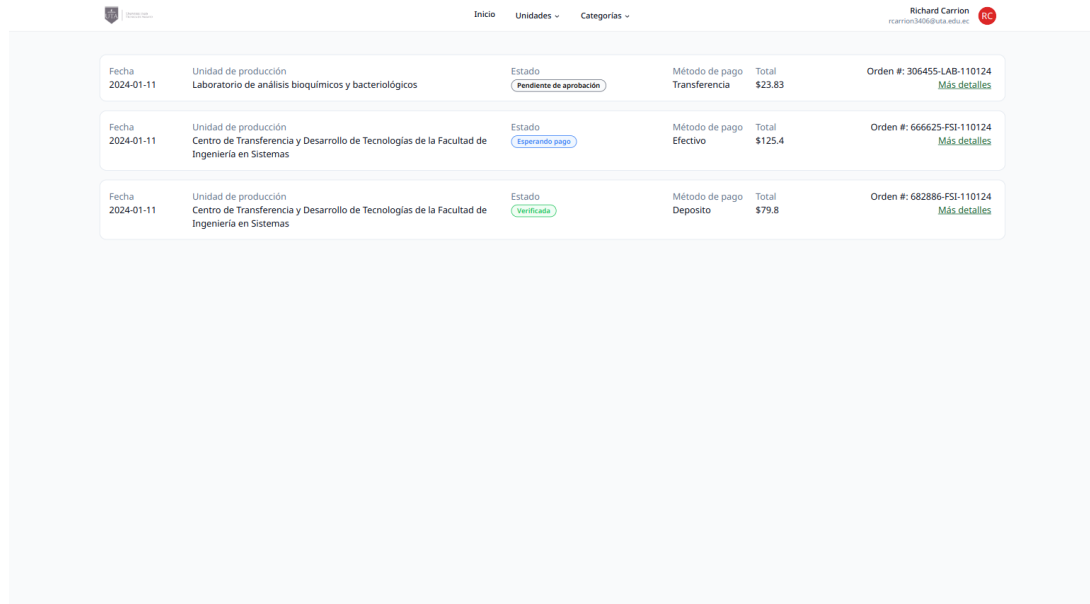


Figura 1.28. Menú desplegable de usuario

En esta página se listan las ordenes que ha generado. Cada entrada de orden muestra: la fecha de creación, la Unidad de Producción, el estado, el método de pago, el total a pagar, el número de orden y un enlace de navegación para visualizar más detalles sobre esta.

La página muestra una lista de tres órdenes con los siguientes datos:

Fecha	Unidad de producción	Estado	Método de pago	Total	Orden #
2024-01-11	Laboratorio de análisis bioquímicos y bacteriológicos	Pendiente de aprobación	Transferencia	\$23.83	306455-LAB-110124
2024-01-11	Centro de Transferencia y Desarrollo de Tecnologías de la Facultad de Ingeniería en Sistemas	Esperando pago	Efectivo	\$125.4	666625-FSI-110124
2024-01-11	Centro de Transferencia y Desarrollo de Tecnologías de la Facultad de Ingeniería en Sistemas	Verificada	Deposito	\$79.8	682886-FSI-110124

Figura 1.29. Página de visualización de ordenes

Unidad de Producción  
Centro de Transferencia y Desarrollo de Tecnologías de la Facultad de Ingeniería en Sistemas

Orden # 756401-FSI-110124 Estado Esperando requisitos Fecha 2024-01-11

Ítem	Cantidad	Precio Unitario	Total
ELECTRICIDAD BÁSICA	1	\$40	\$40
BROADCASTING Y RADIODIFUSIÓN	1	\$100	\$100
CLOUD SECURITY	1	\$30	\$30

Método de pago Depósito

Subtotal \$170  
IVA \$23.8  
Total \$193.8

Requisitos pendientes

CCNA (Cisco Certified Network Associate) [Adjuntar](#)

Documentación de pagos pendiente

Comprobante de depósito [Adjuntar](#)

Figura 1.30. Detalle de la orden

En el detalle de la orden se muestra:

1. Información de la orden como: numero de orden, estado, fecha de creación, ítems contenidos, método de pago y valores a pagar.
2. Si la orden contiene algún ítem que tenga requisitos previos a la aceptación de la orden se mostrarán en el contenedor de “Requisitos pendientes”.
3. La documentación pendiente se muestra en el contenedor de “Documentación pendiente”.