



Escuela
Politécnica
Superior

Título del Trabajo Fin de Grado/Máster



Grado en Ingeniería en Sonido e Imagen
en Telecomunicación

Trabajo Fin de Grado

Autor:

Nombre Apellido1 Apellido2

Tutor:

Dr./Dra. Nombre Apellido1 Apellido2

Febrero 2026



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Título del Trabajo Fin de Grado/Máster

Subtítulo del proyecto

Autor

Nombre Apellido1 Apellido2

Tutor

Dr./Dra. Nombre Apellido1 Apellido2

Departamento de ejemplo



Grado en Ingeniería en Sonido e Imagen en Telecomunicación



Escuela
Politécnica
Superior



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

ALICANTE, Febrero 2026

A mi familia, por su apoyo incondicional.

Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer a mi tutor/a por su dedicación y orientación durante el desarrollo de este trabajo.

También quiero expresar mi gratitud a mi familia y amigos por su apoyo constante.

Finalmente, agradecer a la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Alicante por la formación recibida durante estos años.

Resumen

Este documento es la plantilla oficial para la elaboración de Trabajos de Fin de Grado (TFG) y Trabajos de Fin de Máster (TFM) de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Alicante.

La plantilla proporciona un formato profesional y consistente, cumpliendo con las directrices de estilo de la EPS. Incluye:

- Portadas oficiales a color y en blanco y negro
- Configuración automática según la titulación
- Estilos predefinidos para código fuente
- Formato de bibliografía según normas APA
- Soporte para acrónimos y glosarios
- Optimización de figuras TikZ

Palabras clave: TFG, TFM, plantilla, LaTeX, Universidad de Alicante

Abstract

This document is the official template for the preparation of Bachelor's Thesis (TFG) and Master's Thesis (TFM) at the Polytechnic School of the University of Alicante.

The template provides a professional and consistent format, complying with the EPS style guidelines. It includes:

- Official color and black-and-white covers
- Automatic configuration based on the degree program
- Predefined styles for source code
- Bibliography format according to APA standards
- Support for acronyms and glossaries
- TikZ figure optimization

Keywords: Bachelor's Thesis, Master's Thesis, template, LaTeX, University of Alicante

Índice general

Agradecimientos	v
Resumen	vii
Abstract	ix
1. Introducción (Ejemplos de contenido y estilos)	1
1.1. Sobre esta plantilla	1
1.2. Estructura de un TFG/TFM	1
1.3. Secciones y subsecciones	2
1.3.1. Ejemplo de subsección	2
1.3.1.1. Ejemplo de subsubsección	2
1.3.1.1.1. Ejemplo de párrafo	2
1.4. Citas y bibliografía	2
1.4.1. Comandos de citación	2
1.4.2. Tipos de entradas bibliográficas	3
1.4.2.1. Libro (@book)	3
1.4.2.2. Artículo de revista (@article)	3
1.4.2.3. Conferencia (@inproceedings)	4
1.4.2.4. Recurso en línea (@online)	4
1.4.2.5. Tesis (@thesis)	4
1.4.2.6. Manual o documentación técnica (@manual)	4
1.4.3. Campos comunes en BibLaTeX	5
1.4.4. Compilación con Biber	5
1.5. Notas al pie de página	6
1.6. Estilos de texto	6
1.7. Acrónimos y glosario	6
1.7.1. Uso de acrónimos	7
1.7.2. Uso del glosario de términos	7
1.8. Tareas pendientes y notas	8
1.9. Comandos personalizados de la plantilla	8
1.10. Hipervínculos y URLs	9
1.11. Listas	9
1.11.1. Lista sin numerar (itemize)	9
1.11.2. Lista numerada (enumerate)	10
1.11.3. Lista de descripción (description)	10
1.11.4. Listas anidadas	10
1.12. Referencias cruzadas	11
1.13. Consejos para la redacción	12
1.13.1. Estructura del texto	12

1.13.2. Estilo académico	12
1.13.3. Referencias y citas	12
1.13.4. Figuras y tablas	12
1.13.5. Revisión final	13
2. Marco Teórico	15
2.1. Componentes Comunes	15
2.1.1. Cajas de Información	15
2.1.2. Cajas con Título	16
2.1.3. Listas Especiales	17
2.1.4. Badges e Indicadores	19
2.1.5. Tarjetas de Información	20
2.1.6. Timeline	21
2.1.7. Comparativas	21
2.1.8. Citas Destacadas	22
2.2. Componentes de Software	22
2.2.1. API REST Endpoints	22
2.2.2. Terminal y Consola	23
2.2.3. Árbol de Directorios	24
2.2.4. Clases UML	24
2.2.5. Tabla de Requisitos	25
2.2.6. Esquema de Base de Datos	25
2.2.7. Git y Control de Versiones	26
2.2.8. Logs y Métricas	26
2.3. Componentes de Telecomunicaciones	27
2.3.1. Carta de Smith	27
2.3.2. Diagrama de Constelación	28
2.3.3. Máquina de Estados Finitos	29
2.3.4. Tramas de Protocolo	29
2.3.5. Parámetros S	31
2.3.6. Diagramas de Bloques	32
2.3.7. Diagramas de Temporización	32
2.4. Componentes de Arquitectura	32
2.4.1. Diagrama de Gantt	32
2.4.2. Fichas Técnicas de Materiales	33
2.4.3. Presupuestos	34
2.4.4. Normativa Aplicable	34
2.4.5. Control de Calidad	35
2.4.6. Etiquetas Energéticas	35
2.4.7. Certificaciones	35
2.5. Componentes de Química	36
2.5.1. Reacciones Químicas	36
2.5.2. Fichas de Compuestos	36
2.5.3. Protocolos de Laboratorio	37
2.5.4. Resultados Analíticos	38

2.5.5. Equipamiento de Laboratorio	38
2.6. Componentes de Geología	39
2.6.1. Columna Estratigráfica	39
2.6.2. Tabla de Minerales	39
2.6.3. Datos Geotécnicos	40
2.6.4. Clasificación de Suelos	40
2.6.5. Eras Geológicas	41
2.6.6. Riesgos Geológicos	41
2.6.7. Símbolos Geológicos	41
2.7. Componentes de Prevención	42
2.7.1. Matriz de Riesgos	42
2.7.2. Evaluación de Riesgos	42
2.7.3. Checklist de Seguridad	43
2.7.4. Señalización de Seguridad	43
2.7.5. Equipos de Protección Individual	44
2.7.6. Indicadores de Seguridad	44
2.7.7. Procedimiento de Emergencia	45
2.7.8. Registro de Formación	45
2.7.9. Informe de Accidente	46
3. Objetivos (Ejemplos de tablas)	47
3.1. Objetivo general	47
3.2. Objetivos específicos	47
3.3. Tablas en LaTeX	47
3.3.1. Estructura básica de una tabla	47
3.3.2. Tabla simple	48
3.3.3. Tabla con booktabs (recomendado)	48
3.3.4. Tabla con columnas de ancho fijo	49
3.3.5. Tabla con multicolumna y multifila	49
3.3.6. Tabla con colores alternados	50
3.4. Generadores de tablas	50
3.5. Forzar posición de tablas	51
3.6. Tablas con notas al pie	51
3.7. Tabla con celdas de colores personalizados	52
3.8. Tabla de ancho completo	52
3.9. Resumen de comandos para tablas	53
4. Metodología (Ejemplos de figuras)	55
4.1. Metodología de trabajo	55
4.2. Inserción de figuras	55
4.2.1. Figura simple	55
4.2.2. Opciones de includegraphics	56
4.2.3. Formatos de imagen soportados	56
4.2.4. Subfiguras	57
4.2.5. Subfiguras verticales	58
4.2.6. Múltiples imágenes en cuadrícula	58

4.3. Figuras a ancho completo	59
4.4. Planificación temporal	59
4.5. Diagramas con TikZ	60
4.5.1. Diagrama de flujo	60
4.5.2. Diagrama de bloques	60
4.6. Buenas prácticas con figuras	61
4.6.1. Organización de archivos	61
4.6.2. Calidad de las imágenes	61
4.6.3. Texto en figuras	61
4.7. Recursos utilizados	62
4.7.1. Recursos hardware	62
4.7.2. Recursos software	62
4.8. Gestión del proyecto	62
4.9. Resumen de comandos para figuras	62
5. Desarrollo: Estilos de Código	65
5.1. Estilo VS Code Light	65
5.1.1. Python	65
5.1.2. Sin numeración de líneas	65
5.1.3. JavaScript	66
5.1.4. Java	66
5.2. Estilo VS Code Dark	66
5.2.1. Python Dark	67
5.2.2. JavaScript Dark	67
5.3. Lenguajes Web	67
5.3.1. HTML	67
5.3.2. CSS	68
5.4. Lenguajes de Datos	68
5.4.1. SQL	68
5.5. Lenguajes de Sistemas	69
5.5.1. C++	69
5.5.2. Rust	69
5.5.3. Go	70
5.6. Otros Lenguajes	70
5.6.1. PHP	70
5.6.2. Ruby	71
5.7. DevOps y Configuración	71
5.7.1. Docker	72
5.8. Entorno Genérico	72
5.8.1. Versión Dark del Genérico	73
5.9. Estilo Simple con Título	73
5.9.1. Código Simple con Numeración	73
5.9.2. Código Simple sin Numeración	74
5.10. Resumen de Entornos Disponibles	74

6. Resultados (Ejemplos de gráficas)	77
6.1. Gráficas con PGFPlots	77
6.1.1. Gráfica de líneas	77
6.1.2. Gráfica de barras	77
6.1.3. Gráfica circular (pie chart)	78
6.1.4. Gráfica de área	78
6.1.5. Gráfica de dispersión	79
6.2. Resultados de la implementación	79
6.2.1. Funcionalidades implementadas	79
6.2.2. Consumo de recursos	80
6.3. Análisis de resultados	80
6.3.1. Cumplimiento de objetivos	80
6.3.2. Métricas de rendimiento	81
6.4. Ejemplo de gráfica 3D	81
6.5. Exportar gráficas desde herramientas externas	81
6.6. Gráficas con marcadores y anotaciones	82
6.6.1. Gráfica con marcadores sobre puntos específicos	82
6.6.2. Gráfica con barras de error	82
6.6.3. Gráfica con área sombreada (intervalo de confianza)	83
6.6.4. Gráfica con múltiples ejes Y	83
6.6.5. Gráfica de distribución (histograma)	84
6.6.6. Gráfica de radar (polígono)	84
6.6.7. Diagrama de Gantt simplificado	84
6.7. Tabla de resumen de resultados	85
6.8. Anotaciones TikZ sobre imágenes	85
6.8.1. Técnica básica de superposición	85
6.8.2. Ejemplo de imagen con anotaciones	86
6.8.3. Anotaciones con numeración	86
6.9. Diseños gráficos con TikZ	87
6.9.1. Formas geométricas básicas	87
6.9.2. Diagrama de flujo	87
6.9.3. Diagrama de bloques	88
6.9.4. Línea de tiempo	88
6.9.5. Iconos y símbolos personalizados	88
6.10. Diagramas de arquitectura	89
6.10.1. Arquitectura de microservicios	89
6.10.2. Diagrama de capas	89
7. Conclusiones (Ejemplos de matemáticas)	91
7.1. Ecuaciones matemáticas	91
7.1.1. Modos matemáticos	91
7.1.2. Ecuaciones numeradas	91
7.1.3. Fracciones y raíces	92
7.1.4. Sumas, integrales y límites	92
7.1.5. Operadores diferenciales	92

7.1.6. Sistemas de ecuaciones	93
7.1.7. Ecuaciones alineadas	93
7.1.8. Subecuaciones	94
7.1.9. Matrices	94
7.1.10. Símbolos griegos y especiales	94
7.1.11. Ecuación con condiciones	95
7.1.12. Teoremas y demostraciones	95
7.2. Conclusiones generales	96
7.3. Aportaciones del trabajo	96
7.4. Dificultades encontradas	96
7.5. Trabajo futuro	97
7.6. Valoración personal	97
A. Técnicas Avanzadas de L^AT_EX	99
A.1. Tablas Rotadas (Sideways Tables)	99
A.1.1. Ejemplo de tabla rotada	99
A.1.2. Cuándo usar tablas rotadas	101
A.2. Páginas en Horizontal (Landscape)	101
A.2.1. Método recomendado: Comandos de la plantilla	101
A.2.2. Diagrama de flujo del sistema (página horizontal)	103
A.2.3. Segunda página horizontal consecutiva	104
A.2.4. Cuándo usar páginas landscape	105
A.3. Inclusión de Documentos PDF Externos	105
A.3.1. Sintaxis básica	105
A.3.2. Opciones más utilizadas	106
A.3.3. Ejemplo: Documento PDF incluido	106
A.3.4. Múltiples páginas en una hoja	109
A.4. Figuras de Ancho Completo	109
A.4.1. Figura que invade márgenes	109
A.5. Notas al Margen	109
A.5.1. Uso básico	109
A.6. Marcas de Agua	110
A.7. Texto en Columnas	110
A.7.1. Ejemplo de texto en columnas	110
A.8. Minipáginas y Cajas	110
A.8.1. Ejemplo de minipáginas	111
A.9. Resumen de Paquetes Utilizados	111

Índice de figuras

4.1.	Ejemplo de figura simple (placeholder)	56
4.2.	Ejemplo de subfiguras horizontales	57
4.3.	Matriz de configuraciones experimentales	59
4.4.	Planificación temporal del proyecto (diagrama de Gantt simplificado) . .	60
4.5.	Diagrama de flujo del algoritmo principal	60
4.6.	Arquitectura del sistema	61
6.1.	Tiempos de respuesta según carga de usuarios	77
6.2.	Comparativa de evaluación del sistema	78
6.3.	Distribución del tiempo del proyecto	78
6.4.	Evolución de usuarios activos por plataforma	79
6.5.	Correlación entre complejidad y tiempo de ejecución	79
6.6.	Superficie gaussiana $f(x, y) = e^{-x^2-y^2}$	81
6.7.	Curva de calentamiento con puntos críticos marcados	82
6.8.	Comparativa de rendimiento con intervalos de confianza	82
6.9.	Evolución del entrenamiento con banda de confianza	83
6.10.	Ventas y beneficios mensuales (doble eje Y)	83
6.11.	Distribución de tiempos de respuesta	84
6.12.	Comparativa de sistemas mediante gráfica de radar	84
6.13.	Diagrama de Gantt simplificado del proyecto	85
6.14.	Ejemplo de anotaciones sobre una imagen	86
6.15.	Arquitectura del sistema con marcadores explicativos	87
6.16.	Formas geométricas básicas en TikZ	87
6.17.	Diagrama de flujo de validación de datos	88
6.18.	Diagrama de bloques de un sistema de control	88
6.19.	Línea de tiempo del proyecto	88
6.20.	Iconos vectoriales creados con TikZ	89
6.21.	Arquitectura de microservicios	89
6.22.	Arquitectura en capas	89
A.1.	Diagrama de flujo completo del sistema en página horizontal	103

Índice de tablas

1.1.	Campos más utilizados en entradas bibliográficas	5
3.1.	Ejemplo de tabla simple	48
3.2.	Tabla con estilo booktabs	49
3.3.	Parámetros de posicionamiento de elementos flotantes	49
3.4.	Ejemplo de tabla con celdas combinadas (tabulararray)	50
3.5.	Especificaciones técnicas del sistema	50
3.6.	Comparativa de tecnologías web con notas	51
3.7.	Matriz de evaluación de riesgos	52
3.8.	Cronograma del proyecto usando todo el ancho	53
5.1.	Entornos de código con ícono — Lenguajes de programación	74
5.2.	Entornos de código con ícono — Web, datos y configuración	75
5.3.	Entornos de código con ícono — Shell y DevOps	75
5.4.	Sufijos disponibles para cada entorno	75
5.5.	Entornos genéricos para cualquier lenguaje	76
5.6.	Entornos simples con título personalizado	76
6.1.	Estado de implementación de funcionalidades	80
6.2.	Cumplimiento de objetivos	80
6.3.	Métricas de rendimiento del sistema	81
6.4.	Resumen de métricas de evaluación	85
A.1.	Comparativa completa de características por módulo del sistema desarrollado	100
A.2.	Matriz de trazabilidad requisitos-módulos (aprovechando el ancho de página landscape)	103
A.3.	Tabla adicional de ejemplo en segunda página landscape	104
A.4.	Opciones principales de <code>\includepdf</code>	106
A.5.	Paquetes y comandos L ^A T _E X para técnicas avanzadas	111

Índice de Códigos

5.1. Python	65
5.2. Python	66
5.3. JavaScript	66
5.4. Java	66
5.5. Python	67
5.6. JavaScript	67
5.7. HTML	68
5.8. CSS	68
5.9. SQL	69
5.10. C++	69
5.11. Rust	70
5.12. Go	70
5.13. PHP	71
5.14. Ruby	71
5.15. Dockerfile	72
5.16. swift	72
5.17. kotlin	73
5.18. Ejemplo de función	73
5.19. Configuración JSON	74
A.1. L ^A T _E X	99
A.2. L ^A T _E X	101
A.3. L ^A T _E X	105
A.4. L ^A T _E X	109
A.5. L ^A T _E X	109
A.6. L ^A T _E X	109
A.7. L ^A T _E X	110
A.8. L ^A T _E X	110
A.9. L ^A T _E X	110

1. Introducción (Ejemplos de contenido y estilos)

Este capítulo presenta una guía completa de las capacidades de L^AT_EX y de esta plantilla para la elaboración de Trabajos Fin de Grado y Trabajos Fin de Máster en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Alicante. Incluye ejemplos de todos los elementos básicos de formato y estructura que necesitarás para redactar tu trabajo académico.

1.1. Sobre esta plantilla

Esta plantilla ha sido diseñada siguiendo las directrices de estilo de la Escuela Politécnica Superior (EPS) de la Universidad de Alicante. Proporciona una estructura clara y profesional para la redacción de trabajos académicos.

Las principales características de esta plantilla son:

- Configuración sencilla mediante clave-valor con \EPSsetup{...}
- 21 portadas diferentes según la titulación
- Soporte para múltiples idiomas (español, inglés, valenciano)
- Resaltado de código con colores (minted + Pygments)
- Bibliografía con estilo American Psychological Association (APA)
- Compilación con LuaLaTeX

1.2. Estructura de un TFG/TFM

Según las normas de la EPS, un Trabajo Fin de Grado (TFG) o Trabajo Fin de Máster (TFM) debe contener las siguientes partes obligatorias y opcionales:

Preámbulo: Motivación y descripción breve de los objetivos del trabajo.

Agradecimientos: Reconocimientos a entidades y personas colaboradoras.

Dedicatoria: Opcional, con alineación a la derecha.

Índices: Contenidos, figuras, tablas y códigos.

Introducción: Importancia de la temática, vigencia y planteamiento del problema.

Marco teórico: Fundamentos conceptuales y estado del arte.

Objetivos: Objetivo general y específicos.

Metodología: Tipo de investigación, técnicas y procedimientos.

Resultados: Resultados obtenidos y análisis.

Conclusiones: Resumen de objetivos conseguidos.

Bibliografía: Referencias utilizadas (estilo APA recomendado).

Anexos: Material complementario.

1.3. Secciones y subsecciones

En L^AT_EX existen diferentes niveles de organización del contenido. Cada nivel tiene una numeración automática y aparece en el índice según su jerarquía.

```
\chapter{Capítulo}           % Nivel 0
\section{Sección}          % Nivel 1
\subsection{Subsección}      % Nivel 2
\subsubsection{Subsubsección} % Nivel 3
\paragraph{Párrafo}          % Nivel 4
```

1.3.1. Ejemplo de subsección

Este es el contenido de una subsección. Las subsecciones permiten organizar mejor el contenido dentro de cada sección.

1.3.1.1. Ejemplo de subsubsección

Las subsubsecciones son útiles para temas muy específicos dentro de una subsección.

1.3.1.1.1. Ejemplo de párrafo Los párrafos con título son útiles para pequeñas divisiones que no necesitan aparecer en el índice.

1.4. Citas y bibliografía

La plantilla utiliza BibLaTeX con el backend Biber y estilo APA 7 para la gestión de referencias bibliográficas. Las referencias se almacenan en el archivo `referencias.bib`.

1.4.1. Comandos de citación

BibLaTeX ofrece varios comandos para citar según el contexto:

```
% Cita textual: Autor (año)
\textcite{clave}

% Cita entre paréntesis: (Autor, año)
\parencite{clave}
```

```
% Solo autor: Autor
\citeauthor{clave}

% Solo año: (año)
\citeyear{clave}

% Cita con página específica
\parencite[p.~25]{clave}

% Múltiples citas
\parencite{clave1,clave2,clave3}

% Cita completa en nota al pie
\footcite{clave}
```

Ejemplos de uso:

- Cita textual: Según LaTeX Project (2024), L^AT_EX es el estándar para documentos científicos.
- Cita entre paréntesis: L^AT_EX es ampliamente utilizado (LaTeX Project, 2024).
- Múltiples fuentes: Existen varios recursos disponibles (LaTeX Project, 2024; Overleaf, 2024).

1.4.2. Tipos de entradas bibliográficas

El archivo `.bib` admite diferentes tipos de fuentes. A continuación se muestran los más comunes con su estructura:

1.4.2.1. Libro (@book)

```
@book{knuth1984texbook,
  author    = {Knuth, Donald E.},
  title     = {The TeXbook},
  publisher = {Addison-Wesley},
  year      = {1984},
  address   = {Reading, MA},
  isbn      = {0-201-13447-0}
}
```

1.4.2.2. Artículo de revista (@article)

```
@article{shannon1948mathematical,
  author  = {Shannon, Claude E.},
  title   = {A Mathematical Theory of Communication},
  journal = {Bell System Technical Journal},
```

```

year      = {1948},
volume    = {27},
number    = {3},
pages     = {379--423},
doi       = {10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x}
}

```

1.4.2.3. Conferencia (@inproceedings)

```

@inproceedings{krizhevsky2012imagenet,
  author    = {Krizhevsky, Alex and Sutskever, Ilya
              and Hinton, Geoffrey E.},
  title     = {ImageNet Classification with Deep
              Convolutional Neural Networks},
  booktitle = {Advances in Neural Information
              Processing Systems},
  year      = {2012},
  pages     = {1097--1105},
  publisher = {Curran Associates}
}

```

1.4.2.4. Recurso en línea (@online)

```

@online{overleaf2024,
  author  = {{Overleaf}},
  title   = {Documentation},
  url     = {https://www.overleaf.com/learn},
  urldate = {2024-01-15},
  year    = {2024}
}

```

1.4.2.5. Tesis (@thesis)

```

@thesis{garcia2023sistema,
  author      = {García López, María},
  title       = {Sistema de gestión inteligente},
  type        = {Trabajo Fin de Grado},
  institution = {Universidad de Alicante},
  year        = {2023}
}

```

1.4.2.6. Manual o documentación técnica (@manual)

```

@manual{latex2024,
  author      = {{LaTeX Project}},
  title       = {LaTeX2e: An unofficial reference manual},
  year        = {2024},
}

```

```

organization = {LaTeX Project},
url          = {https://latexref.xyz/}
}

```

1.4.3. Campos comunes en BibLaTeX

Tabla 1.1: Campos más utilizados en entradas bibliográficas

Campo	Descripción
author	Autor(es), separados por <code>and</code>
title	Título de la obra
year	Año de publicación
publisher	Editorial
journal	Nombre de la revista (para @article)
booktitle	Título del libro/actas (para @inproceedings)
volume	Volumen de la revista
number	Número de la revista
pages	Páginas (usar <code>--</code> para rango)
doi	Digital Object Identifier
url	Enlace web
urldate	Fecha de acceso (formato YYYY-MM-DD)
isbn	ISBN del libro
issn	ISSN de la revista

 Buenas prácticas bibliográficas

- Usa claves descriptivas: `apellidoAñoPalabra` (ej: `knuth1984texbook`)
- Incluye siempre el DOI cuando esté disponible
- Para recursos web, añade siempre `urldate`
- Usa llaves `{}` para preservar mayúsculas en títulos: `{DNA}`
- Para instituciones como autor, usa dobles llaves: `{{OMS}}`

1.4.4. Compilación con Biber

Para procesar la bibliografía correctamente, se requiere ejecutar Biber entre compilaciones de LATEX:

```

lualatex main.tex      % Primera pasada
biber main            % Procesa bibliografía
lualatex main.tex      % Segunda pasada (resuelve citas)
lualatex main.tex      % Tercera pasada (actualiza índices)

```

i Usando latexmk El comando `latexmk -lualatex -shell-escape main.tex` ejecuta automáticamente todas las pasadas necesarias, incluyendo Biber.

1.5. Notas al pie de página

Las notas al pie permiten añadir información adicional sin interrumpir el flujo del texto principal. Son útiles para aclaraciones, definiciones o referencias complementarias.

```
Texto principal\footnote{Contenido de la nota al pie.}
```

La plantilla utiliza LuaLaTeX¹ como motor de compilación por sus capacidades avanzadas de manejo de fuentes².

1.6. Estilos de texto

LATEX ofrece múltiples estilos de texto para dar énfasis o formato especial a determinadas palabras o frases.

```
\textit{Texto en cursiva}
\textbf{Texto en negrita}
\texttt{Texto monoespacio}
\textsc{Texto en versalitas}
\underline{Texto subrayado}
\textbf{\textit{Combinación de estilos}}
{\small Texto pequeño}
{\large Texto grande}
```

Resultado de cada estilo:

- *Texto en cursiva* — \textit{texto}
- **Texto en negrita** — \textbf{texto}
- **Texto monoespacio** — \texttt{texto}
- TEXTO EN VERSALITAS — \textsc{texto}
- Texto subrayado — \underline{texto}
- **Negrita y cursiva** — combinación de comandos
- Texto pequeño — {\small texto}
- Texto grande — {\large texto}

¹LuaLaTeX es un motor de composición tipográfica que combina LATEX con el lenguaje de programación Lua, permitiendo mayor flexibilidad en el procesamiento de documentos.

²Permite usar cualquier fuente OpenType o TrueType instalada en el sistema sin necesidad de configuración adicional.

1.7. Acrónimos y glosario

La plantilla gestiona automáticamente acrónimos y términos del glosario con el paquete `glossaries`. Ambos se definen en `contenido/anexos/acronimos.tex`.

1.7.1. Uso de acrónimos

La primera vez que aparece un acrónimo se muestra su forma completa, y en las siguientes apariciones solo la abreviatura:

```
% Primera aparición: "Institute of Electrical  
% and Electronics Engineers (IEEE)"  
El \gls{ieee} es una institución importante.
```

```
% Siguientes apariciones: muestra solo "IEEE"  
El \gls{ieee} establece estándares.
```

```
% Forzar forma larga o corta  
\acrlong{ieee} % Institute of Electrical...  
\acrshort{ieee} % IEEE
```

Ejemplo: El Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) es una institución importante. El IEEE establece estándares. Otras organizaciones incluyen la International Organization for Standardization (ISO) y el World Wide Web Consortium (W3C).

1.7.2. Uso del glosario de términos

Los términos del glosario funcionan igual que los acrónimos pero para conceptos que requieren definición:

```
% Usar un término (singular)  
Un \gls{algoritmo} es la base de la programación.
```

```
% Usar un término (plural)  
Los \glspl{framework} facilitan el desarrollo.
```

```
% Forzar primera letra mayúscula  
\Gls{backend} y \gls{frontend} trabajan juntos.
```

Ejemplo: Un algoritmo bien diseñado mejora el rendimiento. Los microservicios permiten escalabilidad. El backend procesa las peticiones del frontend.

 Definir nuevos términos

```
\newglossaryentry{etiqueta}{  
    name={término visible},  
    plural={términos visibles},
```

```
    description={Definición del término}
}
```

1.8. Tareas pendientes y notas

Durante la redacción es útil marcar partes que requieren revisión. El paquete `todonotes` permite añadir notas visuales que son fáciles de localizar y eliminar antes de la entrega final.

```
% Nota al margen
\todo{Texto de la nota}

% Nota en línea
\todo[inline]{Nota dentro del texto}

% Figura pendiente
\missingfigure{Descripción de la figura}
```

Las notas también pueden incluirse dentro del texto:

Para indicar figuras que faltan por añadir:

1.9. Comandos personalizados de la plantilla

Esta plantilla proporciona comandos para acceder a la información configurada en `configuracion.tex`. Son útiles para incluir datos del trabajo dinámicamente en el documento.

```
\EPStitulo      % Título del trabajo
\EPSautor       % Nombre del autor
\EPStutor       % Nombre del tutor
\EPSfecha        % Fecha de presentación
\EPStipoTrabajo % TFG o TFM
\EPStitulacion   % Nombre de la titulación
```

Resultado de cada comando:

- `\EPStitulo` — “Título del Trabajo Fin de Grado/Máster”
- `\EPSautor` — Nombre Apellido1 Apellido2
- `\EPStutor` — Dr./Dra. Nombre Apellido1 Apellido2
- `\EPSfecha` — Febrero 2026
- `\EPStipoTrabajo` — Trabajo Fin de Grado
- `\EPStitulacion` — Grado en Ingeniería en Sonido e Imagen en Telecommunicación

Ejemplo de uso en el texto: Este documento es un Trabajo Fin de Grado presentado en Febrero 2026.

1.10. Hipervínculos y URLs

Para incluir enlaces web se utilizan comandos del paquete `hyperref`, que ya viene configurado en esta plantilla.

```
% URL con formato automático (monoespacio)
\url{https://eps.ua.es}

% Enlace con texto personalizado
\href{https://eps.ua.es}{Escuela Politécnica Superior}

% Referencia a email
\href{mailto:autor@ejemplo.com}{autor@ejemplo.com}
```

Ejemplos:

- URL simple: <https://eps.ua.es>
- Overleaf (editor online): <https://www.overleaf.com>
- CTAN (repositorio de paquetes): <https://ctan.org>
- Enlace con texto: Escuela Politécnica Superior

1.11. Listas

L^AT_EX ofrece tres tipos principales de listas para organizar información. Cada tipo tiene un propósito específico y un formato visual diferente.

1.11.1. Lista sin numerar (`itemize`)

Para elementos sin orden específico.

```
\begin{itemize}
\item Primer elemento
\item Segundo elemento
\item Tercer elemento
\end{itemize}
```

- Primer elemento de la lista
- Segundo elemento de la lista
- Tercer elemento de la lista

1.11.2. Lista numerada (enumerate)

Para elementos con orden secuencial.

```
\begin{enumerate}
    \item Paso uno
    \item Paso dos
    \item Paso tres
\end{enumerate}
```

1. Preparar el entorno de desarrollo
2. Implementar la funcionalidad principal
3. Realizar pruebas y validación

1.11.3. Lista de descripción (description)

Para términos con sus definiciones.

```
\begin{description}
    \item[Término 1] Definición del primer término.
    \item[Término 2] Definición del segundo término.
\end{description}
```

LuaLaTeX Motor de compilación que combina LATEX con Lua.

BibLaTeX Sistema moderno de gestión de bibliografía.

TikZ Paquete para crear gráficos vectoriales programáticamente.

1.11.4. Listas anidadas

Las listas pueden anidarse hasta tres niveles de profundidad.

```
\begin{itemize}
    \item Elemento principal
        \begin{itemize}
            \item Subelemento
                \begin{itemize}
                    \item Sub-subelemento
                \end{itemize}
        \end{itemize}
    \end{itemize}
```

- Requisitos funcionales
 - Gestión de usuarios
 - * Registro

- * Autenticación
- * Recuperación de contraseña
- Gestión de contenido
- Requisitos no funcionales
 - Rendimiento
 - Seguridad

1.12. Referencias cruzadas

Las referencias cruzadas permiten enlazar elementos del documento (capítulos, secciones, figuras, tablas, ecuaciones) de forma que los números se actualicen automáticamente si cambia la estructura.

```
% Crear etiqueta (después de \chapter, \section, \caption, etc.)
\label{tipo:nombre}

% Referenciar la etiqueta
En la Sección~\ref{sec:listas} se explican las listas.
En la Figura~\ref{fig:ejemplo} se muestra...
En la Tabla~\ref{tab:datos} aparecen...
En la página~\pageref{sec:listas} comienza...
```

Prefijos recomendados para etiquetas

Para mantener el código organizado, usa prefijos consistentes:

ch: Capítulos — \label{ch:introduccion}

sec: Secciones — \label{sec:metodologia}

fig: Figuras — \label{fig:diagrama}

tab: Tablas — \label{tab:resultados}

eq: Ecuaciones — \label{eq:formula}

lst: Códigos — \label{lst:algoritmo}

apx: Anexos — \label{apx:manual}

Ejemplos de uso

- Referencia a sección: Ver la Sección 1.11 para información sobre listas.
- Referencia a página: Las citas se explican en la página 2.
- Referencia a capítulo: El Capítulo 1 contiene ejemplos básicos.

💡 Usa siempre ~ (espacio insecable) entre el tipo de elemento y \ref{} para evitar que el número quede separado del texto en un salto de línea: Figura~\ref{fig:ejemplo}.

1.13. Consejos para la redacción

A continuación se presentan algunas recomendaciones para la redacción del TFG o TFM:

1.13.1. Estructura del texto

- Utiliza párrafos cortos y concisos (máximo 8-10 líneas)
- Comienza cada capítulo con una breve introducción de su contenido
- Finaliza cada capítulo con un resumen o transición al siguiente
- Evita frases demasiado largas; divide las ideas complejas

1.13.2. Estilo académico

- Escribe en tercera persona o forma impersonal («se ha desarrollado» en lugar de «he desarrollado»)
- Mantén un tono formal y objetivo
- Evita expresiones coloquiales o jerga no técnica
- Define los términos técnicos la primera vez que aparecen

1.13.3. Referencias y citas

- Cita siempre las fuentes de información que no sean tuyas
- Usa \parencite{clave} para citas entre paréntesis: (Knuth, 1984)
- Usa \textcite{clave} para citas narrativas: Lamport (1994)
- Evita el exceso de citas; selecciona las más relevantes
- Verifica que todas las referencias del archivo .bib estén citadas

1.13.4. Figuras y tablas

- Toda figura y tabla debe estar referenciada en el texto
- Las descripciones (captions) deben ser autoexplicativas
- Numera las figuras y tablas de forma consecutiva
- Usa formatos vectoriales (PDF, SVG) cuando sea posible
- Mantén consistencia en el estilo visual

1.13.5. Revisión final

Antes de entregar, verifica:

1. Ortografía y gramática (usa correctores automáticos)
2. Referencias cruzadas funcionan correctamente
3. Bibliografía está completa y correctamente formateada
4. Índices están actualizados
5. Márgenes y formato cumplen la normativa
6. No hay notas \todo pendientes

2. Marco Teórico

Este capítulo presenta el marco teórico del trabajo, incluyendo los componentes especializados disponibles en la plantilla para diferentes disciplinas. Los componentes (definidos como macros) se cargan de forma modular en el preámbulo para optimizar el tiempo de compilación.

Para usar los componentes, añade en el preámbulo del documento:

```
\usepackage[all]{eps-componentes} % Todos los componentes  
% o bien, solo los que necesites:  
\usepackage[software,telecom]{eps-componentes}
```

2.1. Componentes Comunes

Los componentes comunes se cargan automáticamente y están disponibles para todas las disciplinas. Proporcionan elementos visuales para destacar información, organizar contenido y mejorar la legibilidad del documento.

2.1.1. Cajas de Información

Cajas coloreadas para destacar diferentes tipos de mensajes. Cada tipo tiene un color y un ícono predefinido que transmite el propósito del contenido.

Caja de información (infobox)

Para notas informativas generales.

```
\begin{infobox}  
    Contenido de la nota informativa.  
\end{infobox}
```

 Esta es una caja de información general. Úsala para notas importantes o datos relevantes que el lector debe conocer.

Caja de éxito (successbox)

Para indicar que algo se ha completado correctamente o mostrar buenas prácticas.

```
\begin{successbox}  
    Operación completada correctamente.  
\end{successbox}
```

 Esta es una caja de éxito. Indica que algo se ha completado correctamente o muestra una buena práctica.

Caja de advertencia (warningbox)

Para alertar sobre algo que requiere atención pero no es crítico.

```
\begin{warningbox}
```

Precaución: revisa este apartado antes de continuar.

```
\end{warningbox}
```

 Esta es una caja de advertencia. Alerta sobre algo que requiere atención pero no es crítico.

Caja de peligro (dangerbox)

Para indicar errores críticos o prácticas que deben evitarse.

```
\begin{dangerbox}
```

¡Peligro! Esta acción es irreversible.

```
\end{dangerbox}
```

 Esta es una caja de peligro. Indica un error crítico o algo que debe evitarse a toda costa.

Caja de consejo (tipbox)

Para ofrecer sugerencias útiles o trucos.

```
\begin{tipbox}
```

Consejo: usa atajos de teclado para ser más eficiente.

```
\end{tipbox}
```

 Esta es una caja de consejo. Ofrece sugerencias útiles o trucos para mejorar el trabajo.

Caja de nota (notebox)

Para información adicional o comentarios secundarios.

```
\begin{notebox}
```

Nota: este comportamiento puede variar según la configuración.

```
\end{notebox}
```

 Esta es una caja de nota. Para información adicional o comentarios secundarios.

2.1.2. Cajas con Título

Cajas que permiten definir un encabezado personalizado para el contenido.

Caja con título personalizado (titlebox)

Caja genérica con título configurable.

```
\begin{titlebox}{Mi Título}
```

Contenido de la caja con título personalizado.

```
\end{titlebox}
```

Título Personalizado

Esta caja permite definir un título personalizado para el contenido. Es útil para destacar secciones específicas.

Caja de definición (definitionbox)

Para definiciones formales de términos o conceptos.

```
\begin{definitionbox}{Término}
    Definición del término o concepto.
\end{definitionbox}
```

Algoritmo

Conjunto ordenado y finito de operaciones que permite hallar la solución de un problema.

Caja de ejemplo (examplebox)

Para mostrar ejemplos prácticos. El título es opcional.

```
\begin{examplebox}[Título opcional]
    Descripción del ejemplo práctico.
\end{examplebox}
```

Ejemplo de uso

Aquí se muestra cómo aplicar el concepto explicado anteriormente en un caso práctico.

Caja de contenido importante (importantbox)

Para destacar contenido que no debe pasarse por alto.

```
\begin{importantbox}
    Contenido especialmente importante.
\end{importantbox}
```

! Importante

Este contenido es especialmente importante y no debe pasarse por alto durante la lectura del documento.

2.1.3. Listas Especiales

Listas personalizadas para diferentes casos de uso: tareas, pros/contras y pasos.

Lista de verificación (checklist)

Para tareas o puntos de control con estados: completado, parcial o pendiente.

```
\begin{checklist}
    \item[\checked] Tarea completada
    \item[\partialchecked] Parcialmente completada
    \item[\unchecked] Tarea pendiente
\end{checklist}
```

- Revisar documentación
- Implementar funcionalidad básica
- Realizar pruebas unitarias
- Desplegar en producción

Lista de pros y contras (proscons)

Para comparar ventajas e inconvenientes.

```
\begin{procons}
    \pro Ventaja 1
    \pro Ventaja 2
    \con Desventaja 1
\end{procons}
```

- + Fácil de implementar
- + Bien documentado
- + Comunidad activa
- Curva de aprendizaje inicial
- Requiere configuración adicional

Lista de pasos (steplist)

Para secuencias de acciones numeradas.

```
\begin{steplist}
    \step Primer paso
    \step Segundo paso
    \step Tercer paso
\end{steplist}
```

- 1 Descargar el código fuente del repositorio
- 2 Instalar las dependencias necesarias
- 3 Configurar las variables de entorno
- 4 Ejecutar el script de inicialización
- 5 Verificar que todo funciona correctamente

2.1.4. Badges e Indicadores

Etiquetas visuales para marcar estados, versiones y métricas de progreso.

Badge personalizado

Etiqueta con texto y color personalizables. Colores disponibles: `eps-primary`, `eps-success`, `eps-warning`, `eps-danger`, `eps-secondary`.

```
\badge{Texto} % Color por defecto
\badge[eps-success]{Completado} % Color específico
```

Badges predefinidos

Atajos para estados comunes de desarrollo.

```
\badgenew \badgewip \badgeddeprecated
\badgебета \badgerequired \badgeoptional
```

Indicador de versión

Para mostrar números de versión con formato consistente.

```
\version{1.0.0} \version{2.1.0-beta}
```

Barra de progreso

Indicador visual de porcentaje de completado (0-100).

```
\progressbar{25} \progressbar{75}
```



Rating con estrellas

Para valoraciones sobre un máximo.

```
\rating{3}{5} % 3 de 5 estrellas
```



Indicador de nivel

Barras horizontales para representar niveles.

```
\levelbar{2}{5} % Nivel 2 de 5
```



2.1.5. Tarjetas de Información

Tarjetas compactas para mostrar información de personas o estadísticas.

Tarjeta de persona (personcard)

Para presentar miembros del equipo o colaboradores.

```
\personcard{Nombre}{Cargo}{Descripción breve}
```



Tarjeta de estadística (statcard)

Para métricas clave con ícono y color. Requiere FontAwesome (\faIcono).

```
\statcard{Valor}{Etiqueta}{\faIcono}{color}
```

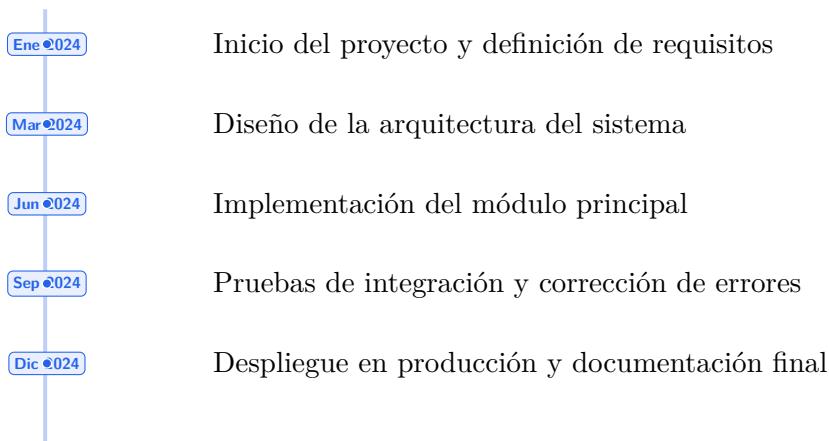




2.1.6. Timeline

Línea temporal para representar secuencias de eventos cronológicos.

```
\begin{timeline}
\timeitem{Fecha 1}{Descripción del evento 1}
\timeitem{Fecha 2}{Descripción del evento 2}
\end{timeline}
```



2.1.7. Comparativas

Tabla para comparar dos opciones lado a lado.

```
\begin{comparison}{Opción A}{Opción B}
\compr{Criterion 1}{Value A}{Value B}
\compr{Criterion 2}{Value A}{Value B}
\end{comparison}
```

Criterio	Opción A	Opción B
Rendimiento	Alto	Medio
Facilidad de uso	Media	Alta
Coste	Bajo	Medio
Soporte	Comunidad	Comercial

2.1.8. Citas Destacadas

Bloque de cita con estilo visual destacado y atribución opcional.

```
\begin{quotebox}[Autor]
  Texto de la cita.
\end{quotebox}
```

“ *La imaginación es más importante que el conocimiento. El conocimiento es limitado, mientras que la imaginación abraza el mundo entero.* **”**

— Albert Einstein

2.2. Componentes de Software

Componentes específicos para informática e ingeniería de software. Incluyen documentación de APIs, terminales, estructuras de datos, diagramas UML y control de versiones.

```
\usepackage[software]{eps-componentes}
```

2.2.1. API REST Endpoints

Documentación visual de endpoints de APIs REST con soporte para cuerpo de petición y múltiples respuestas.

```
\begin{apiendpoint}{MÉTODO}{/ruta}
  Descripción del endpoint.

  \apibody{content-type}{cuerpo JSON}
  \apiresponse{código}{respuesta JSON}
\end{apiendpoint}
```

GET**/api/users**

Obtiene la lista de todos los usuarios registrados en el sistema. Requiere autenticación mediante token JWT.

Body (application/json):

```
"page": 1, "limit": 10, "filter": "active"
```

Respuesta 200:

```
"users": [ "id": 1, "name": "Juan", "id": 2, "name": "María" ], "total": 150
```

Respuesta 401:

```
"error": "Token no válido"
```

POST**/api/users**

Crea un nuevo usuario en el sistema.

Respuesta 201:

```
"id": 3, "message": "Usuario creado"
```

Badges de métodos HTTP

Etiquetas coloreadas para identificar métodos HTTP.

\httpget \httppost \httpput \httppatch \httpdelete

GET **POST** **PUT** **PATCH** **DELETE**

2.2.2. Terminal y Consola

Simula una ventana de terminal con comandos de usuario normal y de root.

```
\begin{terminal}[Título opcional]
  \prompt comando de usuario
  \promptroot comando como root
\end{terminal}
```

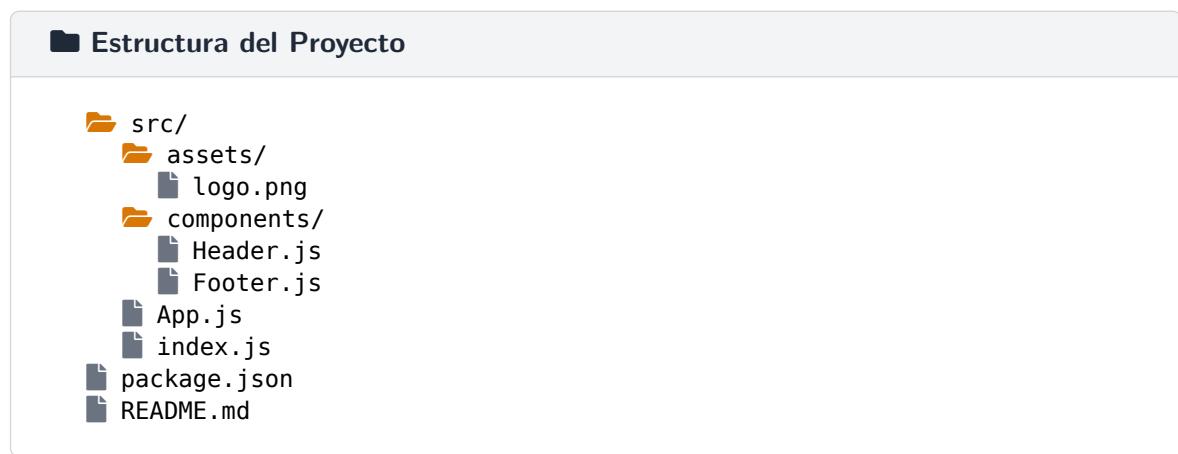
**Instalación de dependencias**

```
$ npm install $ npm run build $ npm test # systemctl restart nginx
# journalctl -u nginx -f
```

2.2.3. Árbol de Directorios

Representa la estructura de carpetas y archivos de un proyecto.

```
\begin{dirtreebox}[Título]
  \dirtreeitem[nivel]{nombre/}  % Carpeta
  \dirtreeitem[nivel]{archivo}  % Archivo
\end{dirtreebox}
```



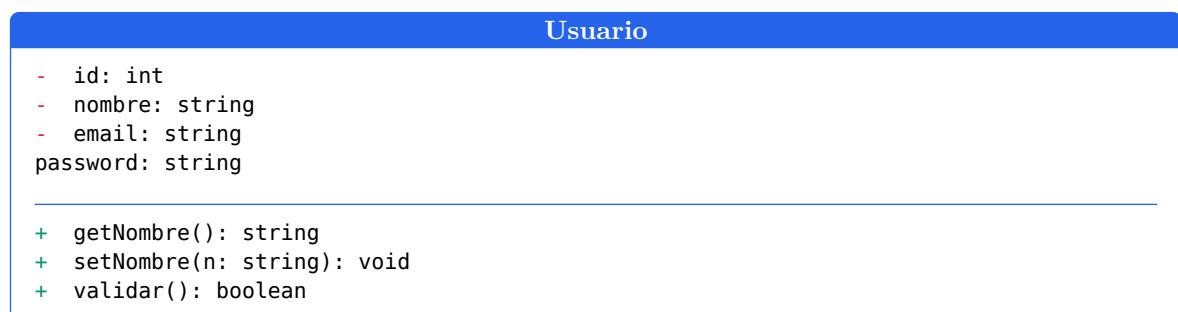
2.2.4. Clases UML

Diagramas de clases e interfaces con notación UML estándar.

Clase

Define una clase con atributos y métodos. Usa `\visibility{}` para indicar visibilidad: + público, - privado, # protegido.

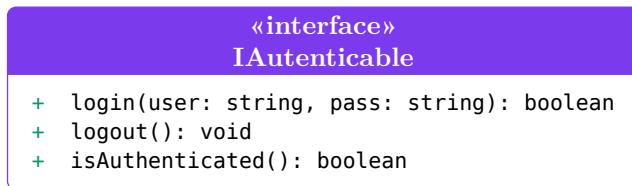
```
\umlclass{NombreClase}{
  \visibility{-} atributo: tipo \\
}
  \visibility{+} método(): tipo \\
```



Interfaz

Define una interfaz con sus métodos.

```
\umlinterface{NombreInterfaz}{
    \visibility{+} método(): tipo \\
}
```



2.2.5. Tabla de Requisitos

Tabla para gestión de requisitos funcionales y no funcionales con prioridad y estado.

```
\begin{requirements}
\requirement{ID}{Prioridad}{Estado}{Descripción}
\end{requirements}
```

ID	Prioridad	Estado	Descripción
RF-001	Alta	✓ Completado	El sistema debe permitir el registro de usuarios
RF-002	Alta	✓ Completado	Los usuarios pueden modificar su perfil
RF-003	Media	● En progreso	Implementar sistema de notificaciones
RF-004	Baja	● Pendiente	Exportar datos a formato PDF
RF-005	Media	● Pendiente	Integración con API externa

2.2.6. Esquema de Base de Datos

Documentación de tablas con claves primarias (\pkicon) y foráneas (\fkicon).

```
\begin{dbtable}{nombre_tabla}
\pkicon & columna & TIPO & restricción \\
\fkicon & columna & TIPO & FK -> tabla.columna \\
\end{dbtable}
```

usuarios			
Campo	Tipo	Restricciones	
🔑 id	INT	AUTO_INCREMENT	
nombre	VARCHAR(100)	NOT NULL	
email	VARCHAR(255)	UNIQUE NOT NULL	
created_at	TIMESTAMP	DEFAULT NOW()	
🔗 rol_id	INT	FK → roles.id	

roles			
Campo	Tipo	Restricciones	
🔑 id	INT	AUTO_INCREMENT	
nombre	VARCHAR(50)	NOT NULL	
permisos	JSON	NULL	

2.2.7. Git y Control de Versiones

Elementos para documentar commits, ramas y etiquetas de Git.

Commits

Muestra un commit con hash, mensaje, autor y fecha.

```
\gitcommit{hash}{mensaje}{autor}{fecha}
```

👤 a1b2c3d feat: Añadir sistema de autenticación
👤 Juan 📅 2024-01-15

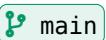
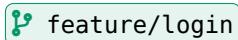
👤 e4f5g6h fix: Corregir error en validación de email
👤 María 📅 2024-01-20

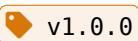
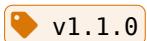
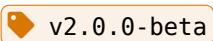
👤 i7j8k9l docs: Actualizar README con instrucciones
👤 Pedro 📅 2024-02-01

Ramas y etiquetas

Badges para indicar ramas y versiones.

```
\gitbranch{nombre} \gittag{versión}
```

Ramas:   

Tags:   

2.2.8. Logs y Métricas

Componentes para mostrar registros de eventos y métricas de rendimiento.

Caja de logs (logbox)

Muestra entradas de log con nivel, fecha y mensaje.

```
\begin{logbox}[Título]
\logentry{NIVEL}{fecha hora}{mensaje}
\end{logbox}
```

```
≡ Logs del servidor
2024-01-15 10:30:00 [INFO] Servidor iniciado en puerto 3000
2024-01-15 10:30:01 [DEBUG] Conexión a base de datos establecida
2024-01-15 10:35:22 [WARN] Intento de acceso sin autenticación
2024-01-15 11:02:45 [ERROR] Timeout en consulta a API externa
```

Tarjeta de métrica (metricbox)

Muestra un valor con etiqueta, unidad y color indicador.

```
\metricbox{Etiqueta}{valor}{unidad}{color}
```



2.3. Componentes de Telecomunicaciones

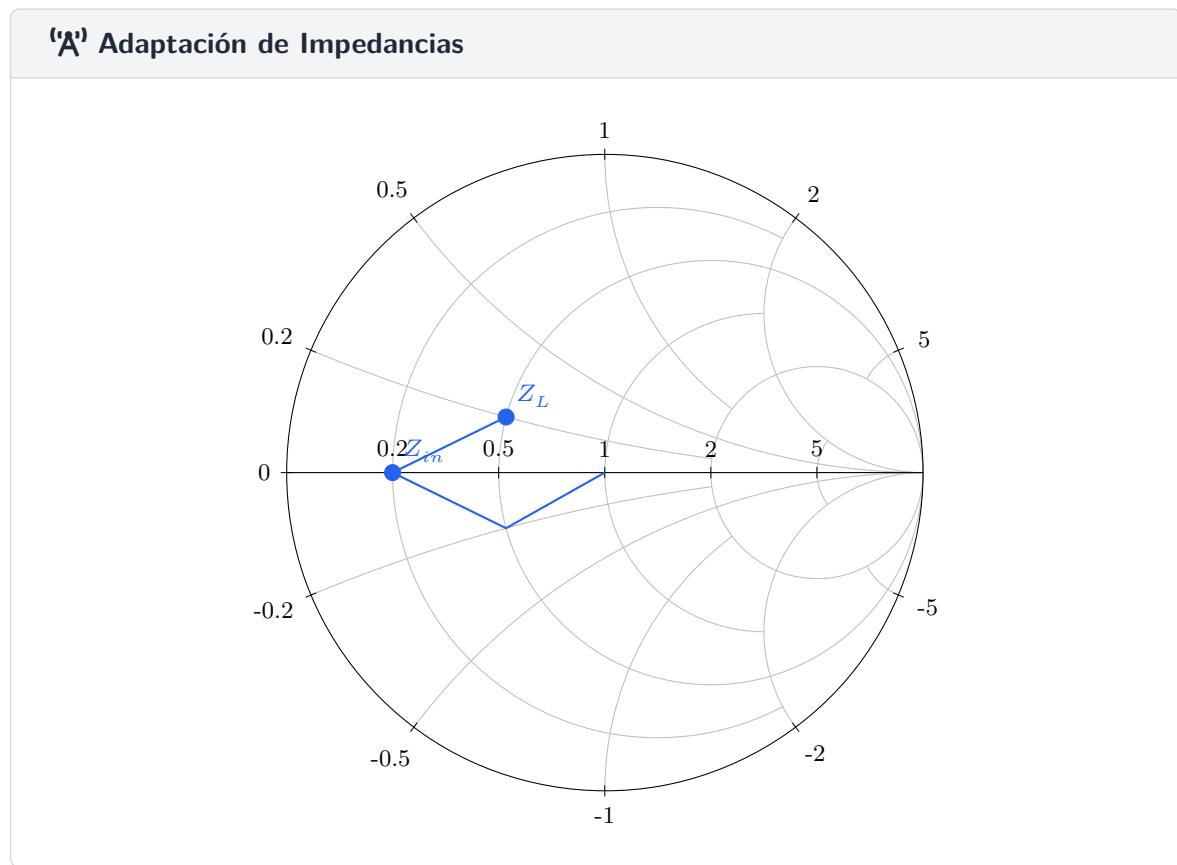
Componentes para telecomunicaciones, electrónica y sistemas de comunicación. Incluyen diagramas de RF, tramas de protocolo, máquinas de estados y señales.

```
\usepackage[telecom]{eps-componentes}
```

2.3.1. Carta de Smith

Herramienta gráfica para resolver problemas de adaptación de impedancias en líneas de transmisión. Permite añadir trazados y puntos marcados.

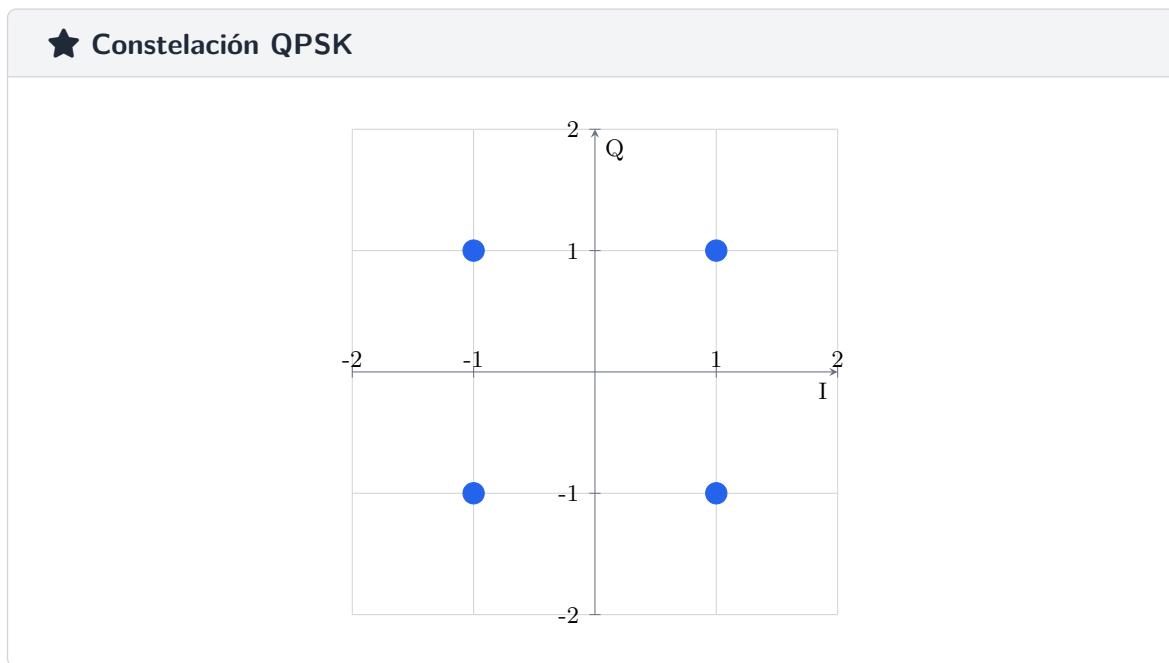
```
\begin{smithchartbox}[Título]
\addplot [...] coordinates {(r1,x1) (r2,x2)};
\smithpoint{r}{x}{etiqueta}
\end{smithchartbox}
```



2.3.2. Diagrama de Constelación

Representación gráfica de esquemas de modulación digital (QPSK, QAM, etc.).

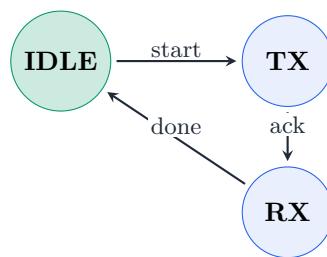
```
\begin{constellationbox}[Título]
  \constpoint{I}{Q}{símbolo}
\end{constellationbox}
```



2.3.3. Máquina de Estados Finitos

Diagramas FSM para representar autómatas y protocolos de comunicación.

```
\begin{fsmdiagram}
\fsmstate{id}{x,y}{etiqueta}{opciones} % opciones: initial
\fsmtrans{origen}{destino}{etiqueta}
\end{fsmdiagram}
```



2.3.4. Tramas de Protocolo

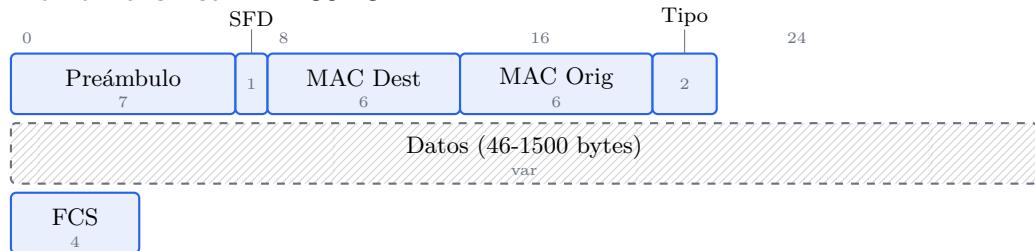
Representación visual de tramas y paquetes de protocolos de comunicación. Los campos con tamaño menor a 3 unidades muestran automáticamente su etiqueta fuera del campo. Este umbral es configurable con `\def\framenarrowthreshold{valor}`.

Sintaxis básica

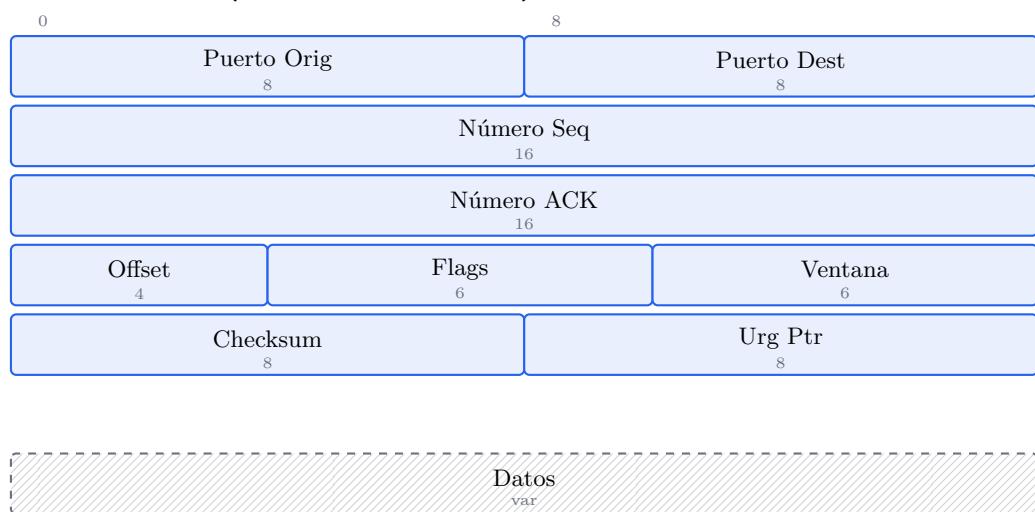
```
\begin{protocolframe}[bits por fila]
\framefield{bits}{etiqueta}      % Campo normal
\framefieldvar[bits]{etiqueta}   % Campo de tamaño variable
\framebreak                      % Salto de fila
```

```
\end{protocolframe}
```

Trama Ethernet IEEE 802.3



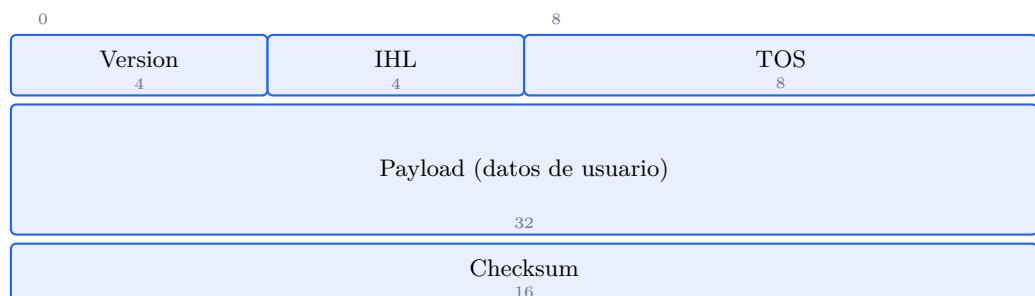
Segmento TCP (cabecera simplificada)



Campo multi-fila

Para datos que ocupan varias filas consecutivas.

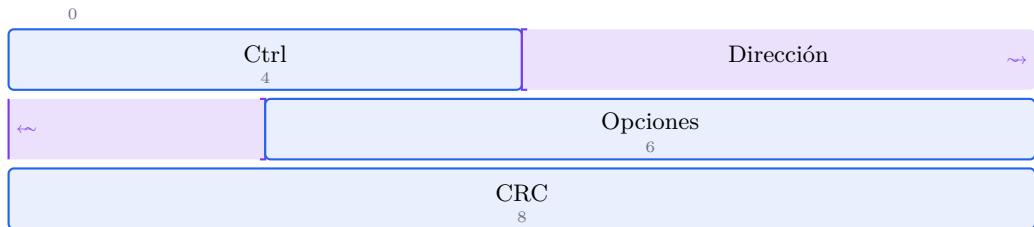
```
\framefieldmulti{filas}{bits}{etiqueta}
```



Campos con continuación

Para campos que se dividen entre filas.

```
\framefieldstart{bits}{etiqueta}
\framefieldend{bits}{}{}
```



Etiqueta externa forzada

Fuerza la etiqueta fuera del campo, útil para campos estrechos.

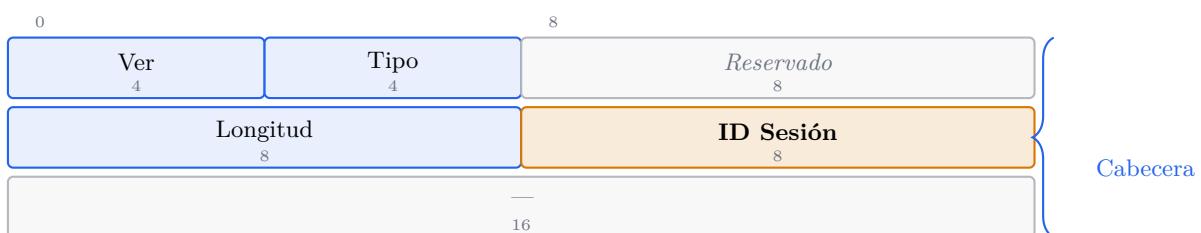
```
\framefieldext{bits}{etiqueta}
```



Campos reservados y agrupación

Campos reservados con patrón rayado y llaves para agrupar filas.

```
\framefieldreserved{bits}          % Reservado
\framefieldreserved[texto]{bits}   % Con texto personalizado
\framefieldhighlight{bits}{texto}  % Campo destacado
\framewordgroup{fila_ini}{fila_fin}{etiqueta}
```



2.3.5. Parámetros S

Tabla para especificaciones de parámetros de dispersión (S-parameters) en RF.

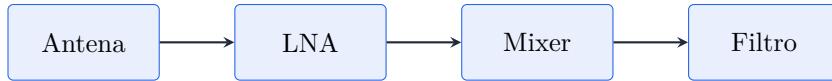
```
\begin{rfspecs}[Título]
  \rfspec{parámetro}{valor}{unidad}{descripción}
\end{rfspecs}
```

Parámetros S			
Parámetro	Valor	Unidad	Condiciones
S_{11}	-18.5	dB	Pérdidas de retorno entrada
S_{21}	-0.25	dB	Pérdidas de inserción
S_{12}	-45.2	dB	Aislamiento inverso
S_{22}	-22.1	dB	Pérdidas de retorno salida

2.3.6. Diagramas de Bloques

Diagramas de bloques para sistemas de RF, procesamiento de señales, etc.

```
\begin{blockdiagram}
  \sysblock{id}{x,y}{etiqueta}
  \sysarrow{origen}{destino}
\end{blockdiagram}
```



2.3.7. Diagramas de Temporización

Macros para dibujar diagramas de temporización de señales digitales.

```
\timingclock{x}{y}{ciclos}    % Señal de reloj
\timinglow{x}{y}{duración}   % Señal en bajo
\timinghigh{x}{y}{duración}  % Señal en alto
```



2.4. Componentes de Arquitectura

Componentes para arquitectura, ingeniería civil y construcción. Incluyen planificación, fichas técnicas, presupuestos, normativa y certificaciones.

```
\usepackage[arquitectura]{eps-componentes}
```

2.4.1. Diagrama de Gantt

Planificación temporal de proyectos con dependencias entre tareas. Usa el paquete `pgfgantt` con estilo personalizado `eps_gantt`.

```
\begin{ganttbox}[Título]
\begin{ganttchart}[eps gantt, ...]{inicio}{fin}
\gantttitle{Año}{meses} \\
\ganttbar{Tarea}{inicio}{fin} \\
\ganttlink{elem0}{elem1}
\end{ganttchart}
\end{ganttbox}
```



2.4.2. Fichas Técnicas de Materiales

Documentación de especificaciones técnicas de materiales de construcción.

Ficha técnica completa (techsheet)

```
\begin{techsheet}{Nombre del material}
\techprop{Propiedad}{Valor}
\end{techsheet}
```

Ficha técnica: Hormigón HA-25/B/20/IIa

Propiedad	Valor
Resistencia característica	25 MPa
Consistencia	Blanda (6-9 cm)
Tamaño máximo árido	20 mm
Ambiente de exposición	IIa - Humedad alta
Relación agua/cemento máx.	0.60
Contenido mínimo cemento	275 kg/m ³
Recubrimiento nominal	30 mm

Tarjeta compacta (materialcard)

```
\materialcard{Nombre}{propiedades con \techprop{}{}}
```

Acero B500S

Límite elástico	500 MPa
Resistencia tracción	550 MPa

Ladrillo cerámico

Resistencia	10 N/mm ²
Absorción	< 15%

2.4.3. Presupuestos

Tabla de presupuesto con capítulos, partidas y cálculo automático de totales.

```
\begin{presupuesto}
\capítulo{número}{NOMBRE}
\partida{código}{descripción}{ud}{cantidad}{precio}
\totalpresupuesto{importe}
\end{presupuesto}
```

Presupuesto

Código	Descripción	Ud.	Medición	P.U.	Importe
6Capítulo 1: MOVIMIENTO DE TIERRAS					
1.1	Excavación en zanjas	m ³	120	40 €	4800,00 €
1.2	Transporte a vertedero	m ³	180	15 €	2700,00 €
1.3	Compactación de tierras	m ²	250	4 €	1000,00 €
6Capítulo 2: CIMENTACIÓN					
2.1	Hormigón de limpieza	m ³	15	80 €	1200,00 €
2.2	Zapatas de hormigón armado	m ³	42	300 €	12.600,00 €
6Capítulo 3: ESTRUCTURA					
3.1	Pilares de hormigón	m ³	28	400 €	11.200,00 €
3.2	Forjado unidireccional	m ²	320	120 €	38.400,00 €
5					Total presupuesto: 74.660 €

2.4.4. Normativa Aplicable

Lista de normativa técnica aplicable al proyecto.

```
\begin{normativa}
\norma{código}{descripción}{año}
\end{normativa}
```

Normativa aplicable

CTE DB-SE (2019)

Seguridad Estructural - Bases de cálculo

CTE DB-SE-AE (2019)

Acciones en la edificación

CTE DB-SE-C

(2019)

Cimientos

EHE-08 (2008) Instrucción de Hormigón Estructural**UNE-EN 1992-1-1**

(2013)

Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón

NCSE-02 (2002) Norma de Construcción Sismorresistente**2.4.5. Control de Calidad**

Tabla de resultados de ensayos con estado de conformidad (OK, PEND, NO).

```
\begin{controlcalidad}
\controlitem{ensayo}{resultado}{especificación}{estado}
\end{controlcalidad}
```

Control de calidad

Ensayo/Control	Resultado	Límite	Estado
Hormigón HA-25: Resistencia compresión	28,5 MPa	≥ 25 MPa	✓ Conforme
Acero B500S: Límite elástico	512 MPa	≥ 500 MPa	✓ Conforme
Soldadura: Inspección visual	Defecto leve	Sin defectos	⌚ Pendiente
Compactación: Densidad relativa	94%	$\geq 95\%$	✗ No conforme

2.4.6. Etiquetas Energéticas

Etiquetas de calificación energética de edificios (A-G).

\etiquetaenergetica{letra}

**2.4.7. Certificaciones**

Sellos de certificaciones ISO, marcado CE y normas UNE.

\certiso{número} % ISO 9001, 14001, 45001...

\certce % Marcado CE

\certune{número} % Norma UNE

✓ ISO 9001 | Certificado
✓ ISO 14001 | Certificado
✓ ISO 45001 | Certificado
✓ CE | Marcado CE
✓ UNE 12345 | Norma española

2.5. Componentes de Química

Componentes para química, ciencia de materiales e ingeniería química. Incluyen reacciones, fichas de compuestos, protocolos y resultados analíticos.

```
\usepackage[quimica]{eps-componentes}
```

2.5.1. Reacciones Químicas

Cajas para mostrar ecuaciones químicas con condiciones de reacción. Usa el paquete `chemformula` para las fórmulas (`\ch{}`).

Caja de reacción (reactionbox)

```
\begin{reactionbox}[Título]
\ch{reactivos -> productos}
\reactionconditions{temp}{presión}{catalizador}
\end{reactionbox}
```

Combustión completa del metano



 800 °C  1 atm  Pt

Caja de mecanismo (mechanismbox)

```
\begin{mechanismbox}[Título]
Descripción del mecanismo.
\ch{ecuación}
\end{mechanismbox}
```

Sustitución nucleofílica SN2

El mecanismo SN2 ocurre en un solo paso concertado donde el nucleófilo ataca por el lado opuesto al grupo saliente.



2.5.2. Fichas de Compuestos

Documentación de propiedades físico-químicas de compuestos.

Ficha completa (compoundsheet)

```
\begin{compoundsheet}{Nombre}{Fórmula}
\compprop{propiedad}{valor}{unidad}
\end{compoundsheet}
```

✍ Ácido Sulfúrico (H_2SO_4)



Masa molar	98,079 g/mol
Densidad	1,84 g/cm ³
Punto de fusión	10 °C
Punto de ebullición	337 °C
Solubilidad en agua	Miscible
pKa	-3 (ácido fuerte)

Tarjeta compacta (compoundcard)

\compoundcard{fórmula}{nombre}{masa molar}{descripción}



Etanol

46,07 g/mol

Líquido volátil



Glucosa

180,16 g/mol

Sólido cristalino

2.5.3. Protocolos de Laboratorio

Procedimientos de laboratorio con pasos numerados y advertencias.

```
\begin{protocol}[Título]
  \protocolstep{Paso a realizar}
  \protocolwarning{Advertencia de seguridad}
\end{protocol}
```

Titulación ácido-base

- 1 Lavar y enjuagar la bureta con la solución valorante (NaOH 0,1 M)
 - 2 Llenar la bureta y enrasar a cero
 - 3 Pipetear 25 mL de la muestra ácida en un erlenmeyer
 - 4 Añadir 3-4 gotas de indicador fenolftaleína
 - 5 Valorar hasta viraje de incoloro a rosa persistente
- ⚠ Precaución:** Usar gafas de seguridad y bata en todo momento
- 6 Anotar el volumen gastado y repetir 3 veces

2.5.4. Resultados Analíticos

Tabla de resultados analíticos con incertidumbre y código de color.

```
\begin{analyticalresults}
  \analyte{nombre}{valor}{incert}{unidad}{color}
\end{analyticalresults}
```

Resultados analíticos

Analito	Concentración	±	Unidad	Estado
Plomo (Pb)	0,015	0,001	mg/L	
Cadmio (Cd)	0,002	0,0005	mg/L	
Mercurio (Hg)	0,0005	0,0001	mg/L	
Arsénico (As)	0,008	0,002	mg/L	
Cobre (Cu)	0,85	0,05	mg/L	
Zinc (Zn)	2,3	0,1	mg/L	

2.5.5. Equipamiento de Laboratorio

Listas de equipos e inventario de reactivos para documentar el material usado.

Lista de equipos (equipmentlist)

```
\begin{equipmentlist}
  \item Nombre del equipo (modelo)
\end{equipmentlist}
```

Material y equipos

- Espectrofotómetro UV-Vis (Shimadzu UV-1800)
- pH-metro digital (Mettler Toledo)
- Balanza analítica (precisión 0,0001 g)
- Agitador magnético con calefacción
- Campana de extracción de gases

Lista de reactivos (reagentlist)

```
\begin{reagentlist}
  \reagent{nombre}{concentración}{cantidad}{proveedor}
\end{reagentlist}
```

Reactivos

Reactivo	Pureza	Cantidad	Proveedor
NaOH	0,1 M	500 mL	Panreac
HCl	0,1 M	250 mL	Sigma-Aldrich
Fenolftaleína	1% en etanol	100 mL	Scharlau
"Aguadestilada"	—	2 L	Laboratorio

2.6. Componentes de Geología

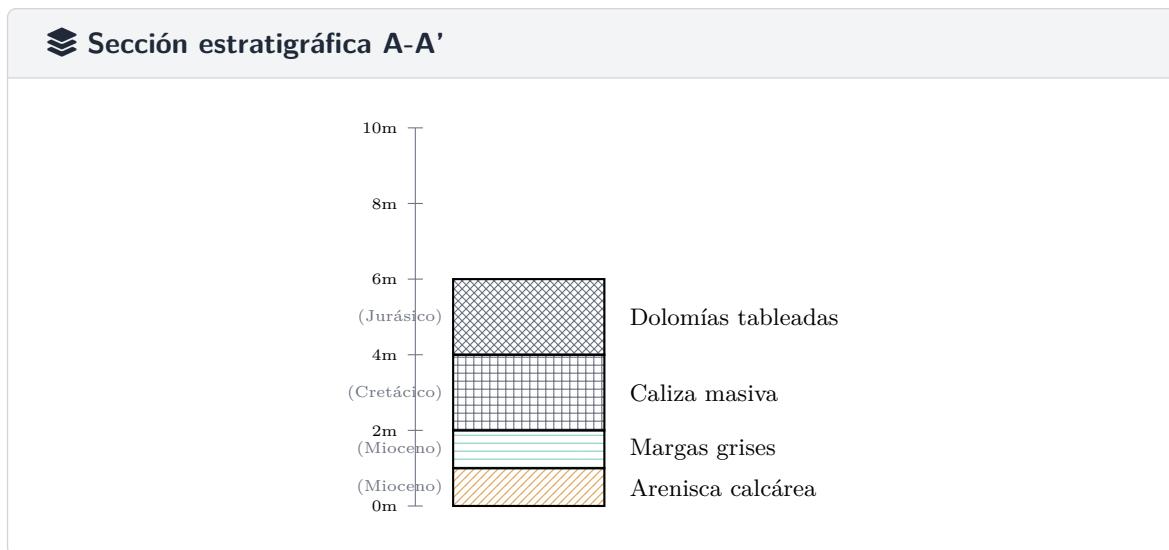
Componentes para geología, geotecnia e ingeniería geológica. Incluyen columnas estratigráficas, tablas de minerales, datos geotécnicos y simbología.

```
\usepackage[geologia]{eps-componentes}
```

2.6.1. Columna Estratigráfica

Representación gráfica de secuencias de capas geológicas.

```
\begin{stratigraphybox}[Título]
  \begin{stratcolumn}
    \stratlayer{espesor}{patrón}{nombre}{edad}
  \end{stratcolumn}
\end{stratigraphybox}
```



2.6.2. Tabla de Minerales

Tablas y tarjetas para documentar propiedades mineralógicas.

Tabla de minerales (mineraltable)

```
\begin{mineraltable}
  \mineralrow{nombre}{dureza}{densidad}{-}{-}{fórmula}
\end{mineraltable}
```

Identificación de minerales

Mineral	Dureza	Densidad	Color	Brillo	Composición
Cuarzo	7	2,65	—	—	SiO_2
Calcita	3	2,71	—	—	CaCO_3
Feldespato potásico	6	2,56	—	—	KAlSi_3O_8
Moscovita	2,5	2,82	—	—	$\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$
Olivino	6,5	3,32	—	—	$(\text{Mg}, \text{Fe})_2\text{SiO}_4$

Tarjeta de mineral (mineralcard)

\mineralcard{nombre}{fórmula}{sistema}{dureza}{uso}

◆ PIRITA

Fórmula: FeS_2
 Sistema: Cúbico
 Dureza: 6-6,5
 Uso: Ácido sulfúrico

◆ GALENA

Fórmula: PbS
 Sistema: Cúbico
 Dureza: 2,5
 Uso: Mena de plomo

2.6.3. Datos Geotécnicos

Tablas de ensayos geotécnicos y comandos para valores característicos.

Tabla de ensayos (geotechdata)

```
\begin{geotechdata}
  \geotechtest{ensayo}{símbolo}{valor}{unidad}{norma}
\end{geotechdata}
```

Ensayos geotécnicos

Ensayo	Norma	Valor	Unidad	Clasificación
Límite líquido	LL	45,2	%	—
Límite plástico	LP	23,1	%	—
Índice de plasticidad	IP	22,1	%	—
Densidad seca	ρ_d	1,72	g/cm^3	—
Humedad natural	w	18,5	%	—

Valores característicos

\sptvalue{golpes} \cohesion{kPa} \friction{grados}

Ensayo SPT: $N_{\text{SPT}} = 18$ Cohesión: $c = 25 \text{ kPa}$ Ángulo de rozamiento: $\phi = 32^\circ$

2.6.4. Clasificación de Suelos

Etiquetas USCS y clasificación RMR de macizos rocosos.

```
\uscsclass{código} % USCS (CL, SM, GP, etc.)
\rmrclass{puntos}{clase} % RMR (I-V)
```

Según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS):

CL - - Arcilla de baja plasticidad

SM - - Arena limosa

GP - - Grava mal graduada

Clasificación RMR del macizo rocoso: **RMR = 50 Clase III**

2.6.5. Eras Geológicas

Etiquetas para indicar periodos geológicos.

\geoera{nombre}

Cuaternario

Neógeno

Paleógeno

Cretácico

Jurásico

2.6.6. Riesgos Geológicos

Indicadores de riesgos geológicos con nivel y descripción.

\georisk{nivel}{descripción}{color}
 \risklandslide \riskflood \riskseismic

⚠ Riesgo Nivel 4

Deslizamientos activos en ladera norte

⚠ Riesgo Nivel 2

Riesgo moderado de subsidencia

⚠ Riesgo de deslizamiento

⚠ Riesgo de inundación

⚠ Riesgo sísmico

2.6.7. Símbolos Geológicos

Símbolos estándar para mapas y cortes geológicos.

\faultline \anticline \syncline \strikeanddip
 \verticalbeds \horizontalbeds



Falla



Anticlinal



Sinclinal



Rumbo/Buzamiento



Estratos Vert.



Estratos Horiz.

2.7. Componentes de Prevención

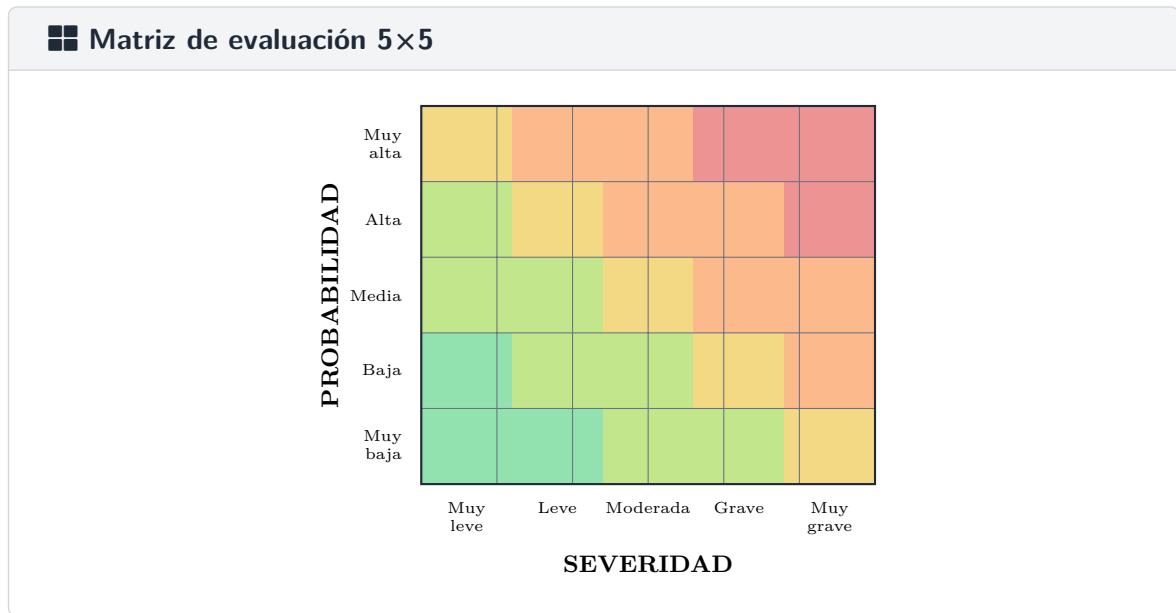
Componentes para prevención de riesgos laborales y seguridad. Incluyen matrices de riesgo, evaluaciones, señalización, EPIs y documentación.

```
\usepackage[prevencion]{eps-componentes}
```

2.7.1. Matriz de Riesgos

Matriz 5×5 de probabilidad vs severidad para evaluación de riesgos.

```
\begin{riskmatrixbox}[Título]
  \riskmatrix
\end{riskmatrixbox}
```



2.7.2. Evaluación de Riesgos

Tabla para documentar riesgos identificados con probabilidad, severidad y medidas.

```
\begin{riskassessment}
  \riskentry{ID}{descripción}{prob}{sev}{}{medidas}
\end{riskassessment}
```

Evaluación de riesgos

ID	Riesgo identificado	P	S	Nivel	Medidas preventivas
R-001	Caída a distinto nivel (andamios)	4	4	Importante	Instalación de barandillas, redes de seguridad
R-002	Contacto eléctrico directo	2	5	Moderado	Revisión periódica de instalaciones
R-003	Golpes por objetos móviles	3	3	Moderado	Señalización de zonas de paso
R-004	Sobreesfuerzos		4	Tolerable	Formación en manipulación manual de cargas
R-005	Exposición a ruido		3	Tolerable	Uso obligatorio de protección auditiva

2.7.3. Checklist de Seguridad

Lista de verificación con estados: completado, pendiente o no aplica.

```
\begin{safechecklist}[Título]
\checkitem{Punto verificado}
\uncheckitem{Punto pendiente}
\naitem{No aplica}
\end{safechecklist}
```

- Verificación diaria de obra
- EPIs disponibles y en buen estado
- Zona de trabajo correctamente señalizada
- Extintores accesibles y revisados
- Revisión de andamios completada
- Botiquín de primeros auxilios revisado
- Trabajos en espacios confinados (N/A)

2.7.4. Señalización de Seguridad

Señales de seguridad según normativa: advertencia, prohibición, obligación y emergencia.

```
\signwarning{texto}      % Advertencia (amarillo)
\signprohibition{texto} % Prohibición (rojo)
\signmandatory{texto}   % Obligación (azul)
\signemergency{texto}   % Emergencia (verde)
\signfire{texto}        % Extinción (rojo)
```

Señales de advertencia



Riesgo de caída a distinto nivel



Riesgo eléctrico

Señales de prohibición

Prohibido fumar



Prohibido el paso

Señales de obligación

Uso obligatorio de casco



Uso obligatorio de guantes

Señales de emergencia

Salida de emergencia



Extintor

2.7.5. Equipos de Protección Individual

Iconos de EPIs para listas de equipamiento obligatorio.

```
\begin{epilist}
\item \epihardhat      % Casco
\item \epigloves        % Guantes
\item \epigoggles       % Gafas
\item \epiboots          % Botas
\item \epimask           % Mascarilla
\item \epiearprotection % Protección auditiva
\item \epivest            % Chaleco
\item \epiharness        % Arnés
\end{epilist}
```

Equipos de Protección Individual (EPI):

- Casco
- Guantes
- Gafas
- Calzado seguridad
- Mascarilla
- Protección auditiva
- Chaleco reflectante
- Arnés anticaídas

2.7.6. Indicadores de Seguridad

Índices de siniestralidad y contador de días sin accidentes.

\indicatorIF{valor}	% Índice de frecuencia		
\indicatorIG{valor}	% Índice de gravedad		
\indicatorII{valor}	% Índice de incidencia		
\indicatorDaysSafe{días}	% Días sin accidentes		
12,5	0,35	8,2	247
Índice de Frecuencia	Índice de Gravedad	Índice de Incidencia	Días sin accidentes

2.7.7. Procedimiento de Emergencia

Protocolo de actuación con pasos y teléfonos de emergencia.

```
\begin{emergencyprocedure}[Título]
% Contenido (puede usar steplist)
\emergencyphone{nombre}{teléfono}
\end{emergencyprocedure}
```

En caso de accidente grave

- 1 Proteger: Asegurar la zona y evitar nuevos accidentes
- 2 Avisar: Llamar al 112 y comunicar a los servicios de emergencia
- 3 Socorrer: Aplicar primeros auxilios si se tiene formación
- 4 No mover al accidentado salvo peligro inminente
- 5 Esperar a los servicios de emergencia

 **Emergencias:** 112

 **Mutua de accidentes:** 900 123 456

 **Responsable de seguridad:** ext. 2345

2.7.8. Registro de Formación

Registro de formación en prevención con estado de vigencia.

```
\begin{trainingrecord}
\trainingentry{curso}{horas}{fecha}{caducidad}{estado}
% estado: vigente, proximo, caducado
\end{trainingrecord}
```

Registro de formación

Curso/Formación	Duración	Fecha	Caducidad	Estado
PRL Básico (60h)	60 h	01/2024	01/2029	 Vigente
Trabajos en altura	8 h	03/2024	03/2025	 Vigente
Primeros auxilios	16 h	06/2023	06/2025	 Próximo
Riesgo eléctrico	20 h	01/2022	01/2024	 Caducado

2.7.9. Informe de Accidente

Formulario estructurado para documentar accidentes laborales.

```
\begin{accidentreport}[Título]
  \reportfield{Campo}{Valor}
  \reportfield{Gravedad}{\accidenttype{leve|grave|muy grave}}
\end{accidentreport}
```

Informe de accidente laboral

Fecha: 15 de enero de 2024

Hora: 10:30

Lugar: Zona de carga, nave 3

Trabajador: Juan García Pérez

Tipo de lesión: Contusión en pie derecho

Gravedad: Leve

Descripción: Caída de caja desde estantería sobre el pie

Causa principal: Almacenamiento inadecuado de materiales

Medidas correctoras: Revisión del sistema de almacenamiento

3. Objetivos (Ejemplos de tablas)

Este capítulo presenta los objetivos del trabajo y demuestra las diferentes formas de crear tablas en L^AT_EX. Las tablas son flotantes fundamentales para presentar datos de forma estructurada, típicamente obtenidos de queries a bases de datos.

3.1. Objetivo general

El objetivo general de este trabajo es desarrollar un sistema con alta escalabilidad...

3.2. Objetivos específicos

1. **OE1:** Analizar el estado actual usando algoritmos de búsqueda...
2. **OE2:** Diseñar una arquitectura basada en microservicios que permita...
3. **OE3:** Implementar el backend y frontend necesarios para...
4. **OE4:** Evaluar el rendimiento del sistema mediante pruebas de latencia...
5. **OE5:** Documentar el proceso de desarrollo y los resultados obtenidos.

3.3. Tablas en L^AT_EX

Las tablas son elementos flotantes en L^AT_EX, al igual que las figuras. A continuación se muestran diferentes ejemplos y técnicas para crearlas.

3.3.1. Estructura básica de una tabla

La estructura básica de una tabla en L^AT_EX es:

```
\begin{table}[posición]
\centering
\caption{Título de la tabla}
\label{tab:etiqueta}
\begin{tabular}{especificación-columnas}
... contenido ...
\end{tabular}
\end{table}
```

Donde la especificación de columnas puede ser:

- l — Alineación izquierda

- `c` — Alineación centrada
- `r` — Alineación derecha
- `p{ancho}` — Columna con ancho fijo y texto justificado
- `|` — Línea vertical entre columnas

3.3.2. Tabla simple

```
\begin{table}[H]
\centering
\begin{tabular}{lcc}
& Columna A & Columna B \\
\hline
Fila 1 & Dato 1A & Dato 1B \\
Fila 2 & Dato 2A & Dato 2B \\
\hline
\end{tabular}
\caption{Ejemplo de tabla simple}
\label{tab:ejemplo}
\end{table}
```

	Columna A	Columna B
Fila 1	Dato 1A	Dato 1B
Fila 2	Dato 2A	Dato 2B
Fila 3	Dato 3A	Dato 3B

Tabla 3.1: Ejemplo de tabla simple

3.3.3. Tabla con booktabs (recomendado)

El paquete `booktabs` proporciona líneas horizontales más elegantes y profesionales. Esta plantilla ya lo incluye.

```
\begin{table}[H]
\centering
\caption{Tabla con estilo booktabs}
\begin{tabular}{@{}lcc@{}}
\toprule
\textbf{Concepto} & \textbf{Valor} & \textbf{Unidad} \\
\midrule
Velocidad máxima & 120 & km/h \\
Consumo medio & 5.5 & L/100km \\
\bottomrule
\end{tabular}
\end{table}
```

i Recomendación de estilo Usa siempre **booktabs** para tablas profesionales. Evita líneas verticales y usa solo \toprule, \midrule y \bottomrule.

Tabla 3.2: Tabla con estilo booktabs

Concepto	Valor	Unidad
Velocidad máxima	120	km/h
Consumo medio	5.5	L/100km
Potencia	150	CV
Par motor	250	Nm

3.3.4. Tabla con columnas de ancho fijo

Puedes especificar el ancho de las columnas usando p{ancho}:

```
% Columnas de ancho fijo con alineación
p{5cm} % Justificado, ancho 5cm
m{5cm} % Centrado verticalmente
b{5cm} % Alineado abajo
```

Tabla 3.3: Parámetros de posicionamiento de elementos flotantes

Parámetro	Significado
h	Sitúa el elemento <i>preferentemente</i> en la posición actual del texto
t	Sitúa el elemento en la parte superior de la página
b	Sitúa el elemento en la parte inferior de la página
p	Sitúa el elemento en una página dedicada solo a flotantes
H	Fuerza la posición exacta (requiere paquete float)

3.3.5. Tabla con multicolumna y multifila

Para combinar celdas se recomienda usar el paquete moderno **tabulararray** que evita conflictos con otros paquetes:

```
% Sintaxis tabulararray para combinar celdas
\begin{tblr}{}
  colspec = {llccc},
  cell{2}{1} = {r=2}{},  % Combina 2 filas
  cell{4}{1} = {c=3}{},  % Combina 3 columnas
}
  Cabecera & Col2 & Col3 & Col4 & Col5 \\
  Fase A & Tarea 1 & 1 & 10 & 100 \\
```

```

& Tarea 2 & 2 & 20 & 200 \\
Total & & 30 & 300 \\
\end{tblr}

```

Tabla 3.4: Ejemplo de tabla con celdas combinadas (tabulararray)

Fase	Tarea	Personal	Tiempo (h)	Coste (€)
Análisis	Requisitos	2	20	1.000
	Arquitectura	2	40	2.400
Diseño	Prototipado	2	40	2.400
	UI/UX	1	30	1.800
Total			130	7.600

3.3.6. Tabla con colores alternados

Usando el paquete `xcolor` con la opción `table`:

```

% Activar colores alternados
\rowcolors{2}{gray!15}{white}
\begin{tabular}{...}
... contenido ...
\end{tabular}

```

Tabla 3.5: Especificaciones técnicas del sistema

Componente	Especificación	Requisito
Procesador	Intel i7 / AMD Ryzen 7	Mínimo
Memoria RAM	16 GB DDR4	Recomendado
Almacenamiento	512 GB SSD	Mínimo
GPU	NVIDIA RTX 3060	Recomendado
Sistema Operativo	Linux / Windows 11	Compatible

3.4. Generadores de tablas

Crear tablas manualmente puede ser tedioso. Se recomienda usar generadores online:

- <https://www.tablesgenerator.com/> — Generador visual muy completo
- <https://www.latex-tables.com/> — Alternativa sencilla
- Excel2LaTeX — Plugin para Microsoft Excel

💡 Flujo de trabajo recomendado Crea la estructura básica con un generador online, luego ajusta manualmente el estilo usando `booktabs`.

3.5. Forzar posición de tablas

Para forzar que una tabla aparezca en un lugar específico:

```
% Opción 1: Usar el especificador H
\begin{table}[H] % Requiere paquete float
...
\end{table}

% Opción 2: Usar FloatBarrier
\begin{table}[htbp]
...
\end{table}
\FloatBarrier % Fuerza que aparezca antes de continuar
```

3.6. Tablas con notas al pie

Para añadir notas al pie dentro de una tabla, se usa el paquete `threeparttable`:

```
\begin{threeparttable}
\begin{tabular}{...}
... Texto\tnote{a} ...
\end{tabular}
\begin{tablenotes}
\item[a] Explicación de la nota.
\end{tablenotes}
\end{threeparttable}
```

Tabla 3.6: Comparativa de tecnologías web con notas

Framework	Rendimiento ^a	Popularidad ^b	Curva
React	92	1st	Media
Vue.js	89	3rd	Baja
Angular	85	2nd	Alta
Svelte	96	5th	Baja

^a Puntuación en benchmarks de Lighthouse (0-100).

^b Posición según encuesta Stack Overflow 2024.

3.7. Tabla con celdas de colores personalizados

Se pueden colorear celdas individuales usando `\cellcolor{color}`:

```
% Celda coloreada
\cellcolor{red!50} Texto con fondo rojo

% Fila completa coloreada
\rowcolor{blue!20}

% Columna coloreada (en especificación)
>{\columncolor{gray!20}}c
```

Tabla 3.7: Matriz de evaluación de riesgos

		Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
	Impacto	M	A	MA	MA	MA
Muy alto		B	M	A	MA	MA
Alto		B	B	M	A	MA
Medio		MB	B	B	M	A
Bajo		MB	MB	B	B	M
Muy bajo						

MB = Muy Bajo, B = Bajo, M = Medio, A = Alto, MA = Muy Alto

3.8. Tabla de ancho completo

Para que una tabla ocupe todo el ancho disponible, se usa `tabularx`:

```
\begin{tabularx}{\textwidth}{@{}lXcc@{}}
% X = columna que se expande
% l, c, r = columnas normales
\end{tabularx}
```

Tabla 3.8: Cronograma del proyecto usando todo el ancho

Fase	Descripción de actividades	M1	M2	M3	M4
Análisis	Recopilación de requisitos, entrevistas con stakeholders y estudio de viabilidad	•			
Diseño	Arquitectura del sistema, diseño de base de datos y prototipado de interfaz	•	•		
Desarrollo	Implementación del backend, frontend y pruebas unitarias		•	•	
Testing	Pruebas de integración, UAT y corrección de errores			•	•
Despliegue	Configuración de servidores, migración y formación de usuarios			•	•

3.9. Resumen de comandos para tablas

A modo de referencia rápida:

```
% Estructura básica
\begin{table}[H]
\centering
\caption{Título}
\label{tab:etiqueta}
\begin{tabular}{@{}lcc@{}}
\toprule
Cabecera 1 & Cabecera 2 & Cabecera 3 \\
\midrule
Dato 1 & Dato 2 & Dato 3 \\
\bottomrule
\end{tabular}
\end{table}

% Comandos de booktabs
\toprule      % Línea superior gruesa
\midrule      % Línea intermedia
\bottomrule    % Línea inferior gruesa
\cmidrule{a-b} % Línea parcial de columna a hasta b

% Combinar celdas
\multicolumn{n}{alineación}{texto}
\multirow{n}{ancho}{texto}

% Colores
\rowcolors{inicio}{color1}{color2}  % Filas alternadas
\cellcolor{color}                  % Celda individual
\rowcolor{color}                   % Fila completa
```


4. Metodología (Ejemplos de figuras)

Este capítulo describe la metodología seguida en el desarrollo del trabajo y presenta ejemplos de cómo insertar flotantes (figuras) en L^AT_EX.

4.1. Metodología de trabajo

Para el desarrollo de este trabajo se ha seguido una metodología ágil basada en sprints cortos:

1. **Planificación:** Definición de objetivos y alcance
2. **Análisis:** Estudio del problema y requisitos
3. **Diseño:** Arquitectura y diseño detallado
4. **Implementación:** Desarrollo del código
5. **Pruebas:** Verificación y validación
6. **Documentación:** Redacción de la memoria

4.2. Inserción de figuras

Las figuras en L^AT_EX son elementos flotantes. Esto significa que L^AT_EX decide su ubicación óptima para mejorar la maquetación del documento. El entorno **figure** es el contenedor principal para imágenes.

4.2.1. Figura simple

La estructura básica para insertar una figura es:

```
\begin{figure}[posición]
\centering
\includegraphics[opciones]{ruta/imagen}
\caption{Descripción de la figura}
\label{fig:etiqueta}
\end{figure}
```

Donde las opciones de posición más comunes son:

- **H** — Forzar posición exacta (requiere paquete **float**)
- **h** — Aquí si es posible (*here*)

- **t** — Parte superior de la página (*top*)
- **b** — Parte inferior de la página (*bottom*)
- **p** — Página dedicada a flotantes (*page*)



Figura 4.1: Ejemplo de figura simple (placeholder)

Para referenciar la figura en el texto: “como se muestra en la Figura 4.1”.

4.2.2. Opciones de `\includegraphics`

El comando `\includegraphics` acepta múltiples opciones:

```
% Ancho relativo al texto
\includegraphics[width=0.8\textwidth]{imagen}

% Altura específica
\includegraphics[height=5cm]{imagen}

% Escala proporcional
\includegraphics[scale=0.5]{imagen}

% Rotar imagen
\includegraphics[angle=90]{imagen}

% Recortar imagen (izq, abajo, der, arriba)
\includegraphics[trim=1cm 2cm 1cm 2cm, clip]{imagen}

% Combinaciones
\includegraphics[width=0.6\textwidth, angle=45]{imagen}
```

4.2.3. Formatos de imagen soportados

Con LuaLaTeX (el motor de esta plantilla) se soportan:

- **PDF** — Formato vectorial, ideal para diagramas y gráficas

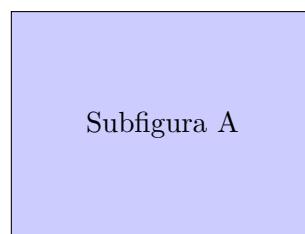
- **PNG** — Imágenes con transparencia
- **JPG/JPEG** — Fotografías
- **EPS** — PostScript encapsulado (convertido automáticamente)

 Recomendación Usa PDF para gráficas vectoriales (exportadas desde Inkscape, MATLAB, Python) y PNG/JPG para fotografías. Evita formatos como BMP o TIFF.

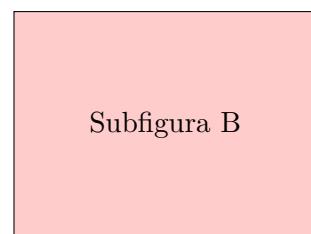
4.2.4. Subfiguras

Cuando necesitas mostrar varias imágenes relacionadas, usa el entorno `subfigure` del paquete `subcaption`:

```
\begin{figure}[H]
\centering
\begin{subfigure}[b]{0.45\textwidth}
\centering
\includegraphics[width=\textwidth]{imagen-a}
\caption{Primera variante}
\label{fig:sub-a}
\end{subfigure}
\hfill % Espacio horizontal entre subfiguras
\begin{subfigure}[b]{0.45\textwidth}
\centering
\includegraphics[width=\textwidth]{imagen-b}
\caption{Segunda variante}
\label{fig:sub-b}
\end{subfigure}
\caption{Título general de la figura}
\label{fig:conjunto}
\end{figure}
```



(a) Primera variante



(b) Segunda variante

Figura 4.2: Ejemplo de subfiguras horizontales

Puedes referenciar subfiguras individuales: Figura 4.2a y Figura 4.2b, o el conjunto: Figura 4.2.

4.2.5. Subfiguras verticales

Para apilar subfiguras verticalmente, usa saltos de línea:

```
\begin{figure}[H]
    \centering
    \begin{subfigure}[b]{0.8\textwidth}
        \includegraphics[width=\textwidth]{imagen-arriba}
        \caption{Imagen superior}
    \end{subfigure}

    \vspace{0.5em} % Espacio vertical

    \begin{subfigure}[b]{0.8\textwidth}
        \includegraphics[width=\textwidth]{imagen-abajo}
        \caption{Imagen inferior}
    \end{subfigure}
    \caption{Subfiguras apiladas verticalmente}
\end{figure}
```

4.2.6. Múltiples imágenes en cuadrícula

Para organizar varias imágenes en una cuadrícula, puedes usar un entorno `tabular` dentro de la figura:

```
\begin{figure}[H]
    \centering
    \begin{tabular}{ccc}
        \includegraphics[width=0.3\textwidth]{img1} &
        \includegraphics[width=0.3\textwidth]{img2} &
        \includegraphics[width=0.3\textwidth]{img3} \\
        Etiqueta 1 & Etiqueta 2 & Etiqueta 3 \\
    \end{tabular}
    \caption{Cuadrícula de imágenes}
\end{figure}
```

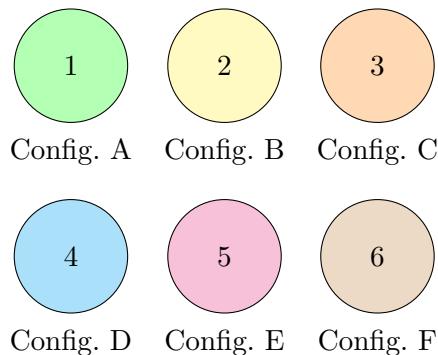


Figura 4.3: Matriz de configuraciones experimentales

4.3. Figuras a ancho completo

Para figuras que ocupen todo el ancho de la página (incluyendo márgenes), usa el entorno `figure*` en documentos de dos columnas, o ajusta el ancho:

```
% Figura que ocupa todo el ancho del texto
\begin{figure}[H]
\centering
\includegraphics[width=\textwidth]{imagen-panoramica}
\caption{Imagen a ancho completo}
\end{figure}

% Figura más ancha que el texto (sobresale en márgenes)
\begin{figure}[H]
\centering
\makebox[\textwidth][c]{%
\includegraphics[width=1.2\textwidth]{imagen-extra-ancha}%
}
\caption{Imagen extra ancha}
\end{figure}
```

4.4. Planificación temporal

La planificación temporal del proyecto se muestra en la Figura 4.4.

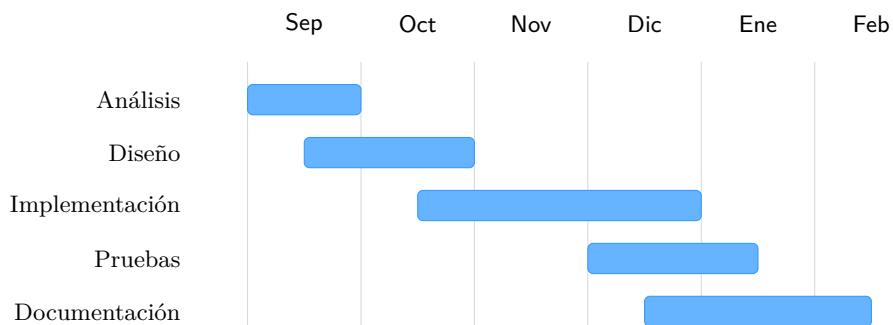


Figura 4.4: Planificación temporal del proyecto (diagrama de Gantt simplificado)

4.5. Diagramas con TikZ

TikZ es un paquete muy potente para crear diagramas vectoriales directamente en L^AT_EX. A diferencia de las imágenes importadas, los diagramas TikZ se escalan perfectamente y usan las mismas fuentes del documento.

4.5.1. Diagrama de flujo

Los diagramas de flujo son esenciales para documentar algoritmos y procesos:

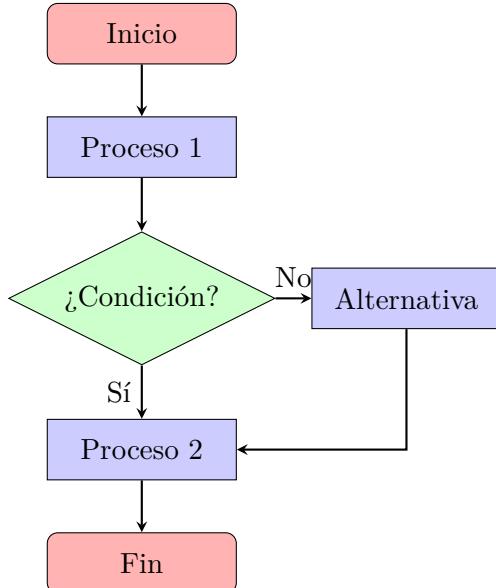
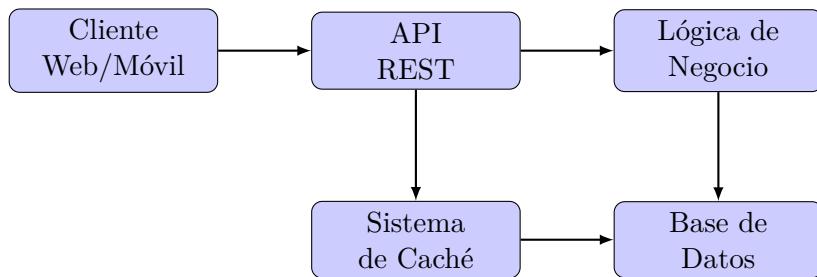


Figura 4.5: Diagrama de flujo del algoritmo principal

4.5.2. Diagrama de bloques

Los diagramas de bloques son útiles para representar arquitecturas de sistemas:

**Figura 4.6:** Arquitectura del sistema

4.6. Buenas prácticas con figuras

A continuación se resumen las recomendaciones para trabajar con figuras en documentos académicos:

- i** Convenciones de nombrado Usa prefijos consistentes para las etiquetas: **fig:** para figuras, **tab:** para tablas, **eq:** para ecuaciones, **sec:** para secciones.

4.6.1. Organización de archivos

Se recomienda organizar las imágenes en carpetas dentro de **recursos/**:

```

recursos/
└── imagenes/
    ├── capturas/      % Capturas de pantalla
    ├── diagramas/     % Diagramas exportados
    ├── fotografias/   % Fotos del proyecto
    └── graficas/      % Gráficas de datos
    └── logos/          % Logotipos institucionales

```

4.6.2. Calidad de las imágenes

- **Resolución mínima:** 300 DPI para impresión
- **Formato vectorial:** Preferir PDF para diagramas y gráficas
- **Tamaño de archivo:** Optimizar imágenes grandes antes de incluirlas
- **Consistencia:** Usar el mismo estilo visual en todas las figuras

4.6.3. Texto en figuras

El texto dentro de las figuras debe ser legible cuando se imprima:

- ⚠** Tamaño mínimo de texto El texto en figuras debe tener al menos 8pt cuando se muestren al tamaño final. Evita texto demasiado pequeño que resulte ilegible.

4.7. Recursos utilizados

4.7.1. Recursos hardware

- Ordenador portátil con procesador Intel i7, 16GB RAM
- Servidor de desarrollo con 32GB RAM
- Dispositivos móviles para pruebas

4.7.2. Recursos software

- Sistema operativo: Linux Ubuntu 24.04 LTS
- Entorno de desarrollo: Visual Studio Code
- Control de versiones: Git y GitHub
- Compilador L^AT_EX: LuaLaTeX (TeX Live 2024)

4.8. Gestión del proyecto

Para la gestión del proyecto se han utilizado las siguientes herramientas:

- **GitHub Projects:** Para la gestión de tareas y seguimiento del progreso mediante tableros Kanban.
- **Git:** Para el control de versiones del código y la documentación.
- **Discord/Slack:** Para la comunicación con el tutor.

4.9. Resumen de comandos para figuras

A modo de referencia rápida, estos son los comandos más utilizados:

```
% Figura básica
\begin{figure}[H]
    \centering
    \includegraphics[width=0.8\textwidth]{ruta/imagen}
    \caption{Título de la figura}
    \label{fig:etiqueta}
\end{figure}

% Referenciar figura
Ver Figura~\ref{fig:etiqueta}

% Subfiguras (requiere subcaption)
\begin{subfigure}[b]{0.45\textwidth}
```

```
...
\end{subfigure}

% Opciones comunes de includegraphics
width=      % Ancho (ej: 0.8\textwidth, 10cm)
height=     % Alto
scale=       % Escala (ej: 0.5)
angle=       % Rotación en grados
trim=        % Recorte: izq abajo der arriba
clip=        % Activar recorte
```


5. Desarrollo: Estilos de Código

Este capítulo demuestra los estilos de cajas de código disponibles en esta plantilla, basados en el diseño de Visual Studio Code. Cada entorno genera una caja estilizada con el ícono del lenguaje, números de línea optionales y resaltado de sintaxis mediante el compilador de Pygments.

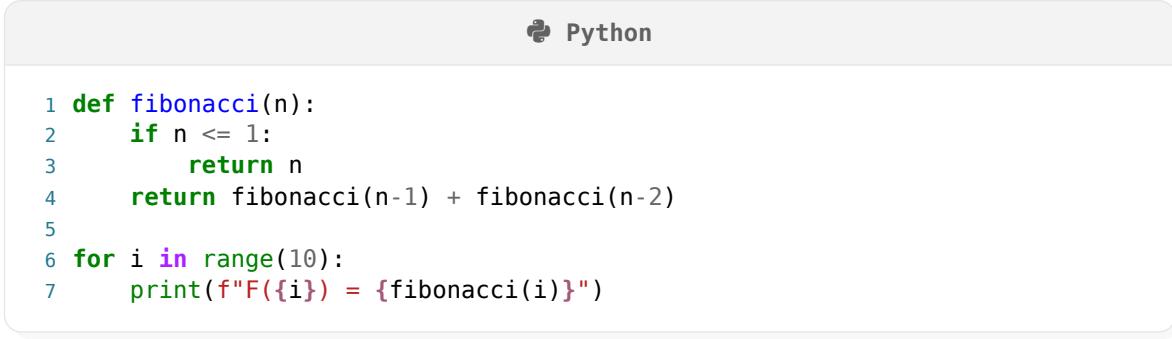
5.1. Estilo VS Code Light

El estilo VS Code Light imita la apariencia del editor Visual Studio Code en su tema claro. Todos los entornos aceptan el contenido directamente entre \begin{...} y \end{...}.

5.1.1. Python

Entorno para código Python con ícono 🐍 y números de línea.

```
\begin{pythoncode}
    ... código Python ...
\end{pythoncode}
```



The screenshot shows a code editor window titled "Python". Inside the window, there is a Python script with line numbers 1 through 7. The code defines a function to calculate Fibonacci numbers and prints the first 10 values. The code is syntax-highlighted with colors corresponding to the Pygments style.

```
1 def fibonacci(n):
2     if n <= 1:
3         return n
4     return fibonacci(n-1) + fibonacci(n-2)
5
6 for i in range(10):
7     print(f"F({i}) = {fibonacci(i)}")
```

5.1.2. Sin numeración de líneas

Todos los entornos tienen variante NN (No Numbers) que elimina la numeración. Útil para fragmentos cortos o pseudocódigo.

```
\begin{pythoncodeNN}
    ... código sin números ...
\end{pythoncodeNN}
```

 Python

```
mensaje = "Hola, mundo"
print(mensaje)
```

5.1.3. JavaScript

Entorno para JavaScript con ícono .

```
\begin{jscode}
... código JavaScript ...
\end{jscode}
```

 JavaScript

```
1 function validateEmail(email) {
2     const regex = /^[a-z]+@[a-z]+\.[a-z]+$/;
3     return regex.test(email);
4 }
5
6 async function fetchData(url) {
7     const response = await fetch(url);
8     return response.json();
9 }
```

5.1.4. Java

Entorno para Java con ícono .

```
\begin{javacode}
... código Java ...
\end{javacode}
```

 Java

```
1 public class HelloWorld {
2     public static void main(String[] args) {
3         System.out.println("Hola desde Java!");
4     }
5 }
```

5.2. Estilo VS Code Dark

El tema oscuro de VS Code, ideal para documentación técnica o presentaciones. Todos los entornos Light tienen su versión Dark añadiendo el sufijo **Dark**.

5.2.1. Python Dark

Versión oscura del entorno Python. Combina con fondos oscuros o diapositivas.

```
\begin{pythoncodeDark}
... código Python ...
\end{pythoncodeDark}
```

 Python

```
1 import numpy as np
2
3 def matrix_multiply(A, B):
4     return np.dot(A, B)
5
6 A = np.array([[1, 2], [3, 4]])
7 B = np.array([[5, 6], [7, 8]])
8 result = matrix_multiply(A, B)
```

5.2.2. JavaScript Dark

Versión oscura del entorno JavaScript.

```
\begin{jscodeDark}
... código JavaScript ...
\end{jscodeDark}
```

 JavaScript

```
1 const express = require('express');
2 const app = express();
3
4 app.get('/api/users', async (req, res) => {
5     const users = await User.find();
6     res.json(users);
7 });
8
9 app.listen(3000);
```

5.3. Lenguajes Web

Entornos especializados para desarrollo web frontend.

5.3.1. HTML

Entorno para HTML con ícono .

```
\begin{htmlcode}
... código HTML ...
\end{htmlcode}
```

HTML

```
1 <!DOCTYPE html>
2 <html lang="es">
3 <head>
4   <meta charset="UTF-8">
5   <title>Mi Aplicación</title>
6 </head>
7 <body>
8   <h1>Bienvenido</h1>
9 </body>
10 </html>
```

5.3.2. CSS

Entorno para CSS con icono .

```
\begin{csscode}
... código CSS ...
\end{csscode}
```

CSS

```
1 .container {
2   max-width: 1200px;
3   margin: 0 auto;
4   display: grid;
5   grid-template-columns: repeat(auto-fit, minmax(300px, 1fr));
6   gap: 1rem;
7 }
8
9 .card:hover {
10   transform: translateY(-5px);
11 }
```

5.4. Lenguajes de Datos

5.4.1. SQL

Entorno para consultas SQL con icono .

```
\begin{sqlcode}
... consulta SQL ...
\end{sqlcode}
```



```

1 SELECT
2     usuarios.nombre,
3     COUNT(pedidos.id) as total_pedidos
4 FROM usuarios
5 LEFT JOIN pedidos ON usuarios.id = pedidos.usuario_id
6 GROUP BY usuarios.id
7 ORDER BY total_pedidos DESC
8 LIMIT 10;

```

5.5. Lenguajes de Sistemas

Entornos para lenguajes de sistemas y bajo nivel.

5.5.1. C++

Entorno para C++ con icono .

```
\begin{cppcode}
...
código C++ ...
\end{cppcode}
```



```

1 include <iostream>
2 #include <vector>
3
4 int main() {
5     std::vector<int> nums = {5, 2, 8, 1, 9};
6     for (const auto& n : nums) {
7         std::cout << n << " ";
8     }
9     return 0;
10 }
```

5.5.2. Rust

Entorno para Rust con icono .

```
\begin{rustcode}
...
código Rust ...
\end{rustcode}
```

 Rust

```

1 fn main() {
2     let mensaje = "Hola desde Rust";
3     println!("{}", mensaje);
4
5     let numeros = vec![1, 2, 3, 4, 5];
6     for n in numeros {
7         println!("{}", n);
8     }
9 }
```

5.5.3. Go

Entorno para Go con ícono .

```
\begin{gocode}
... código Go ...
\end{gocode}
```

 Go

```

1 package main
2
3 import "fmt"
4
5 func main() {
6     fmt.Println("Hola desde Go")
7
8     nums := []int{1, 2, 3, 4, 5}
9     for _, n := range nums {
10         fmt.Println(n)
11     }
12 }
```

5.6. Otros Lenguajes

Entornos para otros lenguajes de programación populares.

5.6.1. PHP

Entorno para PHP con ícono .

```
\begin{phpcode}
... código PHP ...
\end{phpcode}
```

 PHP

```

1 <?php
2 class Usuario {
3     private $nombre;
4
5     public function __construct($nombre) {
6         $this->nombre = $nombre;
7     }
8
9     public function saludar() {
10        return "Hola, " . $this->nombre . "!";
11    }
12 }
13
14 $usuario = new Usuario("Juan");
15 echo $usuario->saludar();
16 ?>
```

5.6.2. Ruby

Entorno para Ruby con icono .

```
\begin{rubycode}
...
código Ruby ...
\end{rubycode}
```

 Ruby

```

1 class Persona
2   attr_accessor :nombre, :edad
3
4   def initialize(nombre, edad)
5     @nombre = nombre
6     @edad = edad
7   end
8
9   def saludar
10    puts "Hola, soy " + @nombre
11  end
12 end
13
14 persona = Persona.new("Maria", 25)
15 persona.saludar
```

5.7. DevOps y Configuración

Entornos para archivos de configuración y DevOps.

5.7.1. Docker

Entorno para Dockerfiles con icono .

```
\begin{dockercode}
...
Dockerfile ...
\end{dockercode}
```



The screenshot shows a code editor window with a tab labeled "Dockerfile". The file contains the following Dockerfile code:

```

1 FROM node:18-alpine
2
3 WORKDIR /app
4
5 COPY package*.json .
6 RUN npm ci --only=production
7
8 COPY . .
9
10 EXPOSE 3000
11
12 CMD ["node", "server.js"]

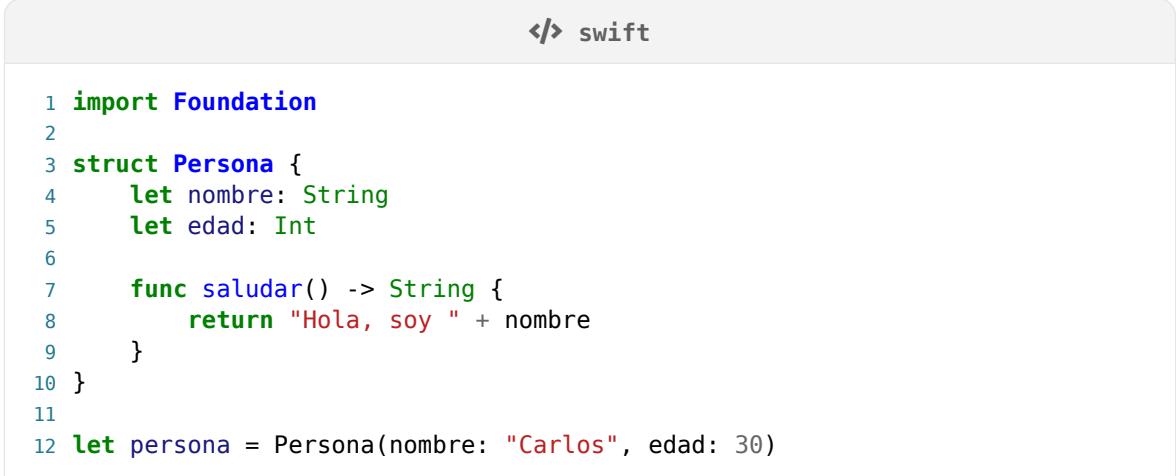
```

5.8. Entorno Genérico

El entorno `codigo{lenguaje}` permite usar cualquier lenguaje soportado por Pygments. Útil para lenguajes menos comunes que no tienen entorno predefinido.

```
\begin{codigo}{lenguaje}
...
código ...
\end{codigo}
```

Ejemplo con Swift:



The screenshot shows a code editor window with a tab labeled "</> swift". The file contains the following Swift code:

```

1 import Foundation
2
3 struct Persona {
4     let nombre: String
5     let edad: Int
6
7     func saludar() -> String {
8         return "Hola, soy " + nombre
9     }
10 }
11
12 let persona = Persona(nombre: "Carlos", edad: 30)

```

```
13 print(persona.saludar())
```

5.8.1. Versión Dark del Genérico

El entorno genérico también tiene versión oscura.

```
\begin{codigoDark}{lenguaje}
... código ...
\end{codigoDark}
```

Ejemplo con Kotlin:

```
</> kotlin

1 data class Usuario(val nombre: String, val email: String)
2
3 fun main() {
4     val usuarios = listOf(
5         Usuario("Ana", "ana@mail.com"),
6         Usuario("Luis", "luis@mail.com")
7     )
8
9     usuarios.forEach { println(it) }
10 }
```

5.9. Estilo Simple con Título

El entorno `codigosimple` proporciona un estilo minimalista con título personalizado. Es ideal cuando se necesita un diseño más limpio sin los iconos del estilo VS Code.

5.9.1. Código Simple con Numeración

El entorno acepta tres argumentos: opciones extra (opcional), lenguaje y título.

```
\begin{codigosimple}{lenguaje}{Título del código}
... código ...
\end{codigosimple}
```

Ejemplo de función

```
1 def saludar(nombre):
2     return f"Hola, {nombre}!"
3
4 print(saludar("Mundo"))
```

5.9.2. Código Simple sin Numeración

Variante sin números de línea usando el sufijo **NN**.

```
\begin{codigosimpleNN}{lenguaje}{Título}
... código ...
\end{codigosimpleNN}
```

Configuración JSON

```
const config = {
  debug: true,
  version: "1.0.0"
};
```

5.10. Resumen de Entornos Disponibles

Tabla 5.1: Entornos de código con icono — Lenguajes de programación

Entorno	Lenguaje	Icono	Dark
pythoncode	Python		pythoncodeDark
jscode	JavaScript		jscodeDark
tscode	TypeScript		tscodeDark
javacode	Java		javacodeDark
ccode	C		ccodeDark
cppcode	C++		cppcodeDark
csharpcode	C#		csharpcodeDark
kotlincode	Kotlin		kotlincodeDark
swiftcode	Swift		swiftcodeDark
gocode	Go		gocodeDark
rustcode	Rust		rustcodeDark
phpcode	PHP		phpcodeDark
rubycode	Ruby		rubycodeDark
rkode	R		rkodeDark
scalacode	Scala		scalacodeDark
luacode	Lua		luacodeDark
perlcode	Perl		perlcodeDark
haskellcode	Haskell		haskellcodeDark
matlabcode	MATLAB		matlabcodeDark

Tabla 5.2: Entornos de código con ícono — Web, datos y configuración

Entorno	Lenguaje	Icono	Dark
htmlcode	HTML		htmlcodeDark
csscode	CSS		csscodeDark
sasscode	SASS/SCSS		sasscodeDark
sqlcode	SQL		sqlcodeDark
jsoncode	JSON		jsoncodeDark
xmlcode	XML		xmlcodeDark
yamlcode	YAML		yamlcodeDark
tomlcode	TOML		tomlcodeDark
mdcode	Markdown		mdcodeDark
latexcode	LATEX		latexcodeDark
inicode	INI/Config		inicodeDark

Tabla 5.3: Entornos de código con ícono — Shell y DevOps

Entorno	Lenguaje	Icono	Dark
bashcode	Bash/Shell		bashcodeDark
picode	PowerShell		picodeDark
dockercode	Dockerfile		dockercodeDark
makecode	Makefile		makecodeDark
gitcode	Git		gitcodeDark
diffcode	Diff/Patch		diffcodeDark

Tabla 5.4: Sufijos disponibles para cada entorno

Sufijo	Descripción	Ejemplo
(ninguno)	Light con números	pythoncode
NN	Light sin números	pythoncodeNN
Dark	Dark con números	pythoncodeDark
DarkNN	Dark sin números	pythoncodeDarkNN

Tabla 5.5: Entornos genéricos para cualquier lenguaje

Entorno	Descripción
<code>codigo{lang}</code>	Light con números
<code>codigoNN{lang}</code>	Light sin números
<code>codigoDark{lang}</code>	Dark con números
<code>codigoDarkNN{lang}</code>	Dark sin números

Tabla 5.6: Entornos simples con título personalizado

Entorno	Descripción
<code>codigosimple{lang}{título}</code>	Simple con números
<code>codigosimpleNN{lang}{título}</code>	Simple sin números

6. Resultados (Ejemplos de gráficas)

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos mediante diferentes pruebas de throughput y latencia. Se muestran ejemplos de cómo crear gráficas con L^AT_EX usando el paquete `pgfplots`.

6.1. Gráficas con PGFPlots

PGFPlots es un paquete potente para crear gráficas directamente en L^AT_EX. Permite generar visualizaciones de alta calidad que se integran perfectamente con el estilo tipográfico del documento.

6.1.1. Gráfica de líneas

Las gráficas de líneas son ideales para mostrar tendencias temporales o relaciones continuas entre variables.

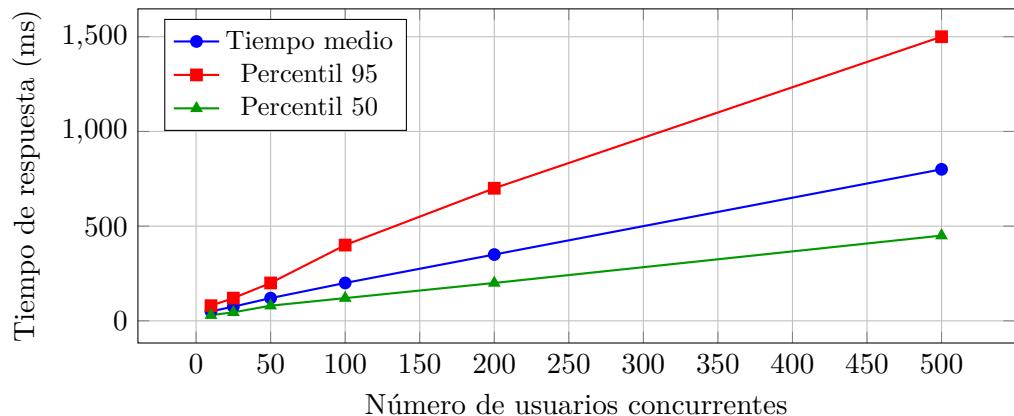


Figura 6.1: Tiempos de respuesta según carga de usuarios

Como se observa en la Figura 6.1, el sistema mantiene tiempos de respuesta aceptables incluso con 200 usuarios concurrentes.

6.1.2. Gráfica de barras

Las gráficas de barras permiten comparar valores discretos entre categorías.

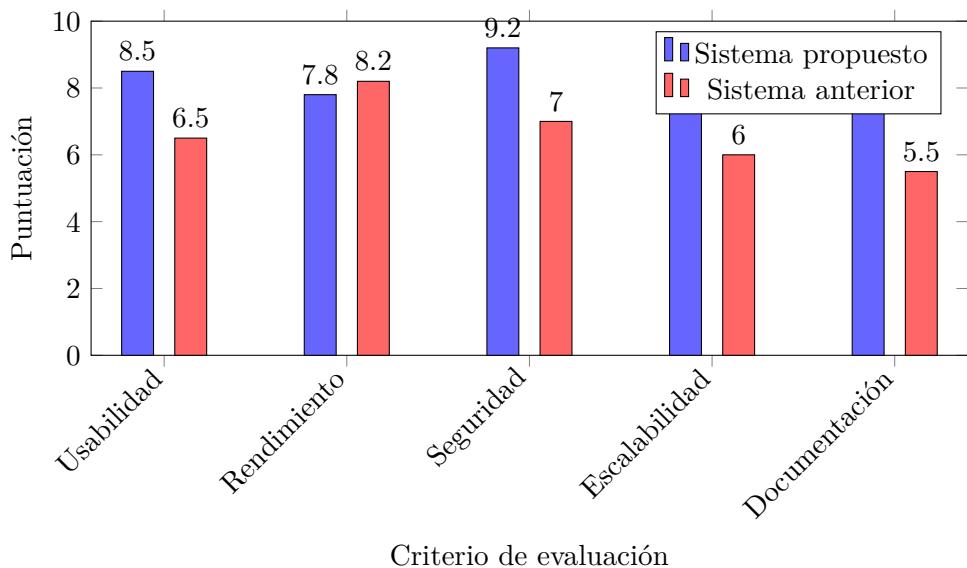


Figura 6.2: Comparativa de evaluación del sistema

6.1.3. Gráfica circular (pie chart)

Las gráficas circulares muestran proporciones de un total. Este ejemplo usa el paquete `pgf-pie`.

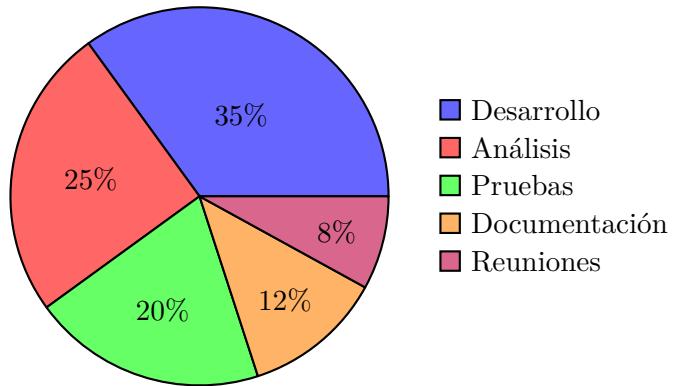


Figura 6.3: Distribución del tiempo del proyecto

6.1.4. Gráfica de área

Las gráficas de área apiladas son útiles para mostrar la evolución de múltiples series y su contribución al total.

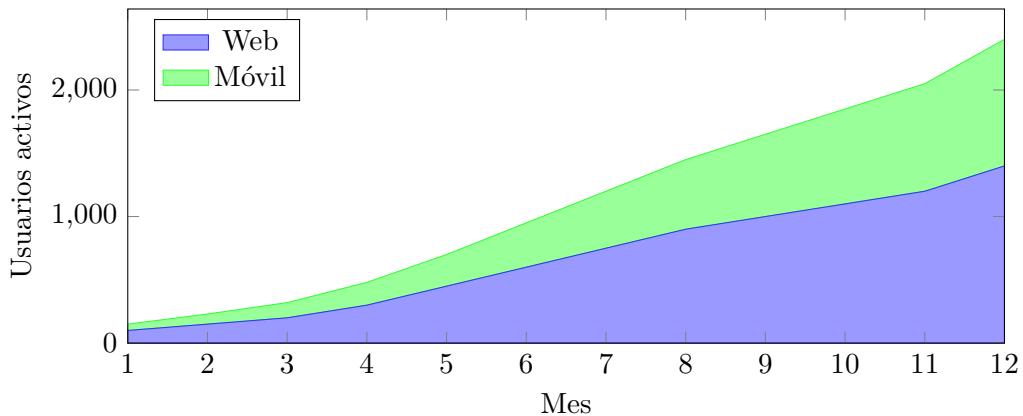


Figura 6.4: Evolución de usuarios activos por plataforma

6.1.5. Gráfica de dispersión

Las gráficas de dispersión permiten visualizar correlaciones entre variables y ajustar líneas de regresión.

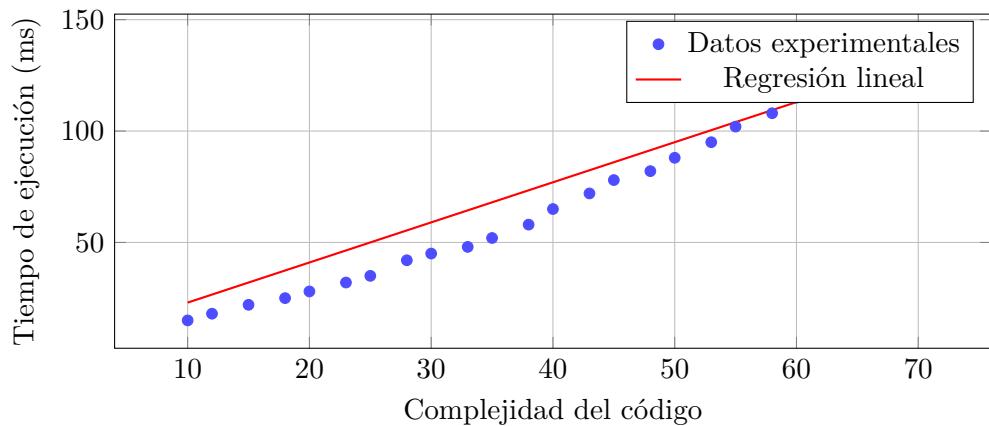


Figura 6.5: Correlación entre complejidad y tiempo de ejecución

6.2. Resultados de la implementación

6.2.1. Funcionalidades implementadas

Se han implementado con éxito las siguientes funcionalidades:

Tabla 6.1: Estado de implementación de funcionalidades

Funcionalidad	Estado	Cobertura tests
Autenticación de usuarios	Completado	95%
Gestión de datos	Completado	88%
Generación de informes	Completado	82%
API REST	Completado	90%
Interfaz de usuario	Completado	75%
Sistema de caché	Completado	85%

6.2.2. Consumo de recursos

El consumo de memoria se mantiene estable, como muestra la siguiente ecuación para el consumo estimado:

$$M_{total} = M_{base} + n \cdot M_{usuario} \quad (6.1)$$

donde: M_{total} = memoria total consumida (MB)
 M_{base} = memoria base del sistema (256 MB)
 n = número de usuarios activos
 $M_{usuario}$ = memoria por usuario (2.5 MB)

6.3. Análisis de resultados

6.3.1. Cumplimiento de objetivos

En la Tabla 6.2 se muestra el grado de cumplimiento de cada objetivo:

Tabla 6.2: Cumplimiento de objetivos

Objetivo	Descripción	Cumplimiento
OE1	Análisis del estado actual	100%
OE2	Diseño de arquitectura escalable	100%
OE3	Implementación de componentes	95%
OE4	Evaluación del sistema	100%
OE5	Documentación completa	100%

6.3.2. Métricas de rendimiento

Tabla 6.3: Métricas de rendimiento del sistema

Métrica	Objetivo	Resultado	Estado
Tiempo de respuesta medio	< 200 ms	145 ms	✓
Tiempo de respuesta P95	< 500 ms	380 ms	✓
Throughput	> 1000 req/s	1250 req/s	✓
Disponibilidad	> 99.5%	99.8%	✓
Uso de CPU (promedio)	< 70%	45%	✓
Uso de memoria	< 80%	62%	✓

6.4. Ejemplo de gráfica 3D

PGFPlots también permite crear gráficas tridimensionales:

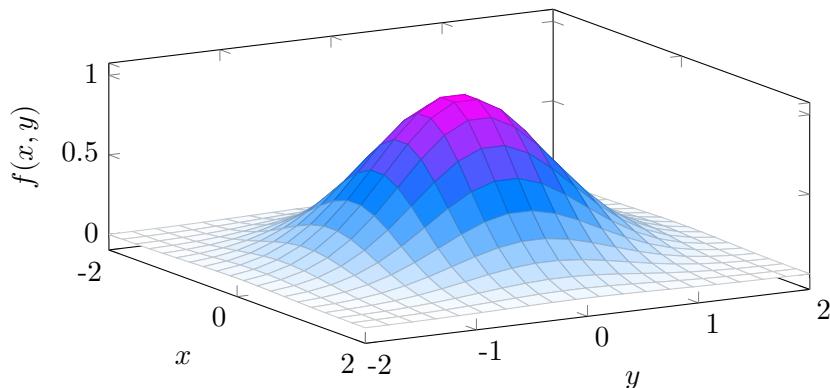


Figura 6.6: Superficie gaussiana $f(x, y) = e^{-x^2-y^2}$

6.5. Exportar gráficas desde herramientas externas

También es posible exportar gráficas desde otras herramientas:

- **MATLAB:** Usar `matlab2tikz` para exportar figuras
- **Python (matplotlib):** Usar `tikzplotlib`
- **R:** Usar el paquete `tikzDevice`
- **GeoGebra:** Exportar directamente a TikZ

```
% En MATLAB:
plot(x, y);
matlab2tikz('figura.tex');
```

```
% En LaTeX:  
\begin{figure}[H]  
    \centering  
    \input{figuras/figura.tex}  
    \caption{Gráfica importada de MATLAB}  
\end{figure}
```

6.6. Gráficas con marcadores y anotaciones

6.6.1. Gráfica con marcadores sobre puntos específicos

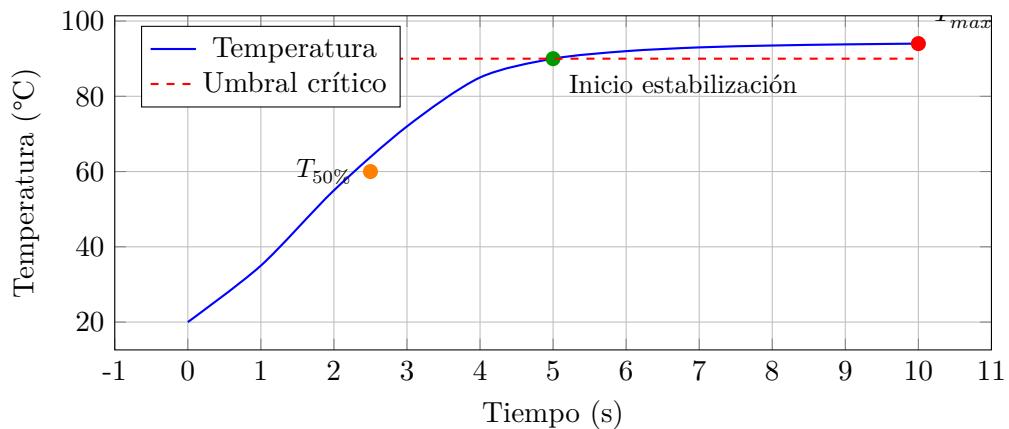


Figura 6.7: Curva de calentamiento con puntos críticos marcados

6.6.2. Gráfica con barras de error

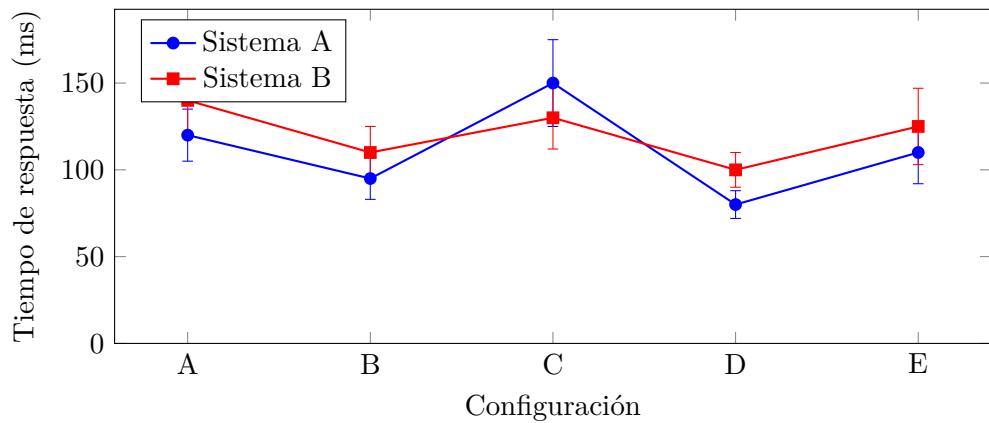


Figura 6.8: Comparativa de rendimiento con intervalos de confianza

6.6.3. Gráfica con área sombreada (intervalo de confianza)

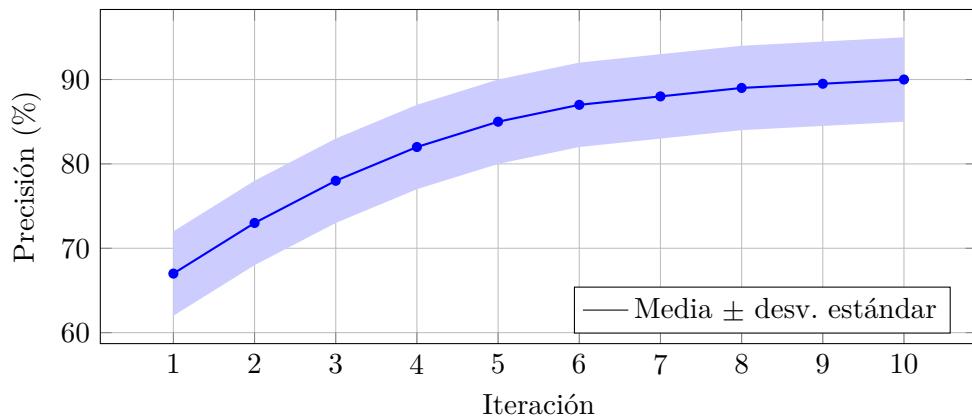


Figura 6.9: Evolución del entrenamiento con banda de confianza

6.6.4. Gráfica con múltiples ejes Y

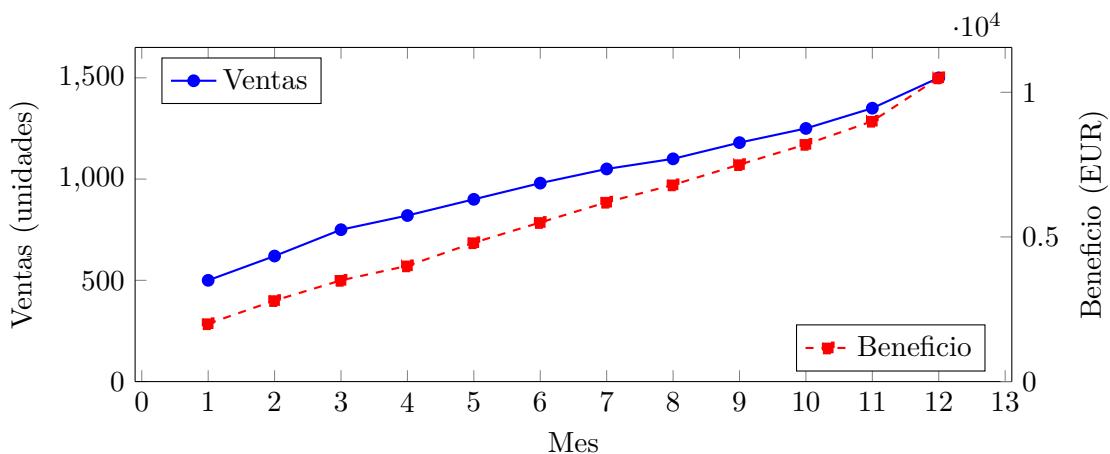


Figura 6.10: Ventas y beneficios mensuales (doble eje Y)

6.6.5. Gráfica de distribución (histograma)

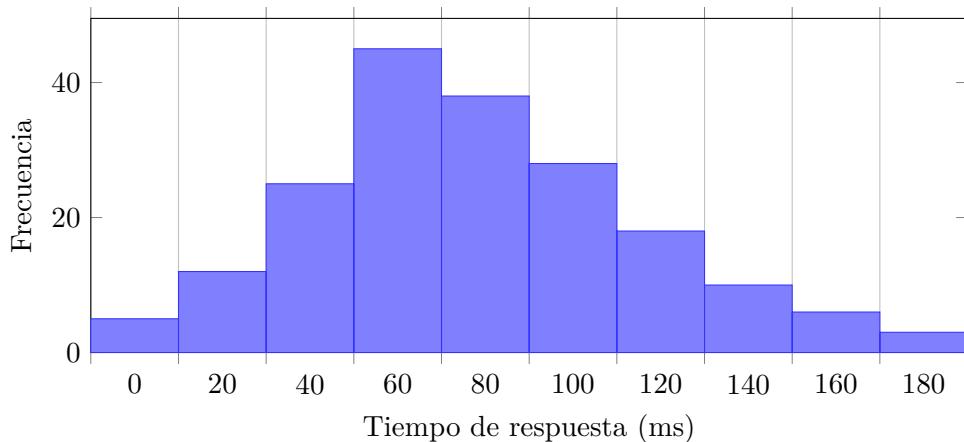


Figura 6.11: Distribución de tiempos de respuesta

6.6.6. Gráfica de radar (polígono)

Las gráficas de radar son útiles para comparar múltiples variables simultáneamente:

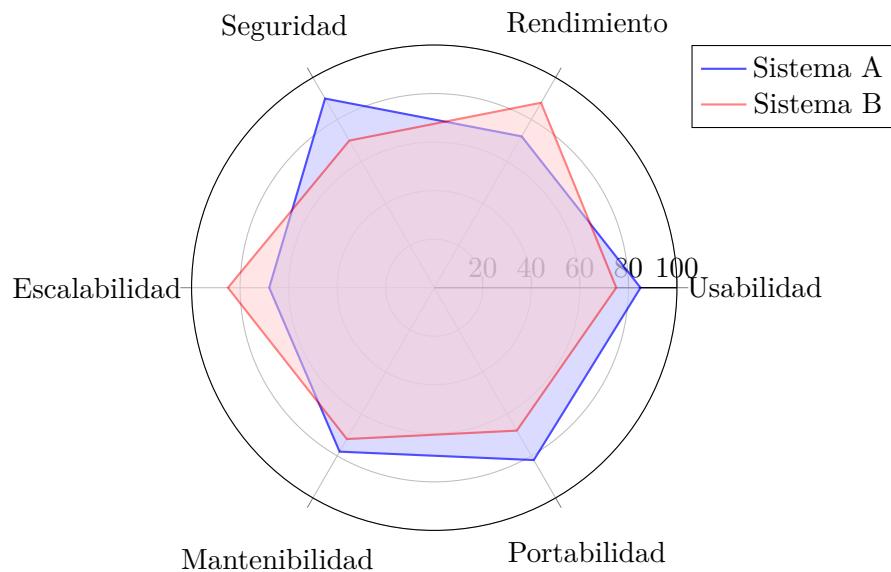
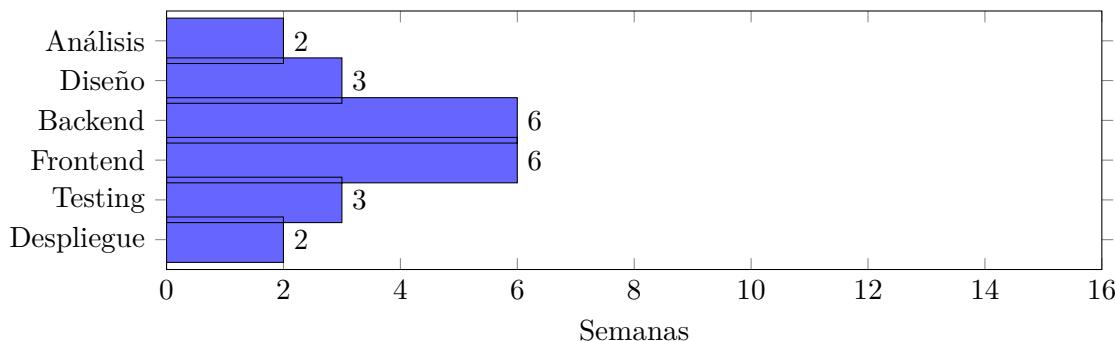


Figura 6.12: Comparativa de sistemas mediante gráfica de radar

6.6.7. Diagrama de Gantt simplificado

Para mostrar cronogramas de proyecto:

**Figura 6.13:** Diagrama de Gantt simplificado del proyecto

6.7. Tabla de resumen de resultados

Para finalizar, es común presentar un resumen numéricico de los resultados:

Tabla 6.4: Resumen de métricas de evaluación

Métrica	Baseline	Propuesta	Mejora	p-valor	Sig.
Precisión	78.5%	89.2%	+10.7%	0.001	***
Recall	72.3%	86.8%	+14.5%	0.003	**
F1-Score	75.2%	87.9%	+12.7%	0.002	**
Tiempo (ms)	145	98	-32.4%	0.015	*
Memoria (MB)	512	384	-25.0%	0.042	*

Significancia: *** p < 0.001, ** p < 0.01, * p < 0.05

6.8. Anotaciones TikZ sobre imágenes

TikZ permite superponer elementos gráficos (flechas, círculos, etiquetas) sobre imágenes importadas. Esta técnica es muy útil para señalar partes específicas de fotografías, capturas de pantalla o diagramas.

6.8.1. Técnica básica de superposición

El método consiste en colocar la imagen dentro de un nodo TikZ y luego usar las coordenadas relativas para posicionar las anotaciones:

```
\begin{tikzpicture}
    % Imagen como nodo base
    \node[inner sep=0] (img)
        {\includegraphics[width=8cm]{imagen}};

    % Anotaciones usando coordenadas relativas
    \draw[red, thick, ->] (img.center) -- ++(1,1)
```

```
node[above] {Etiqueta};  
\end{tikzpicture}
```

6.8.2. Ejemplo de imagen con anotaciones

El siguiente ejemplo muestra cómo señalar diferentes regiones de una imagen:

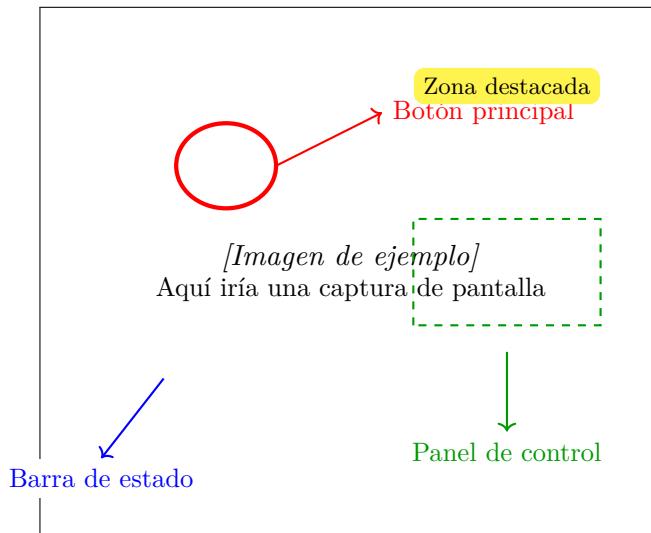
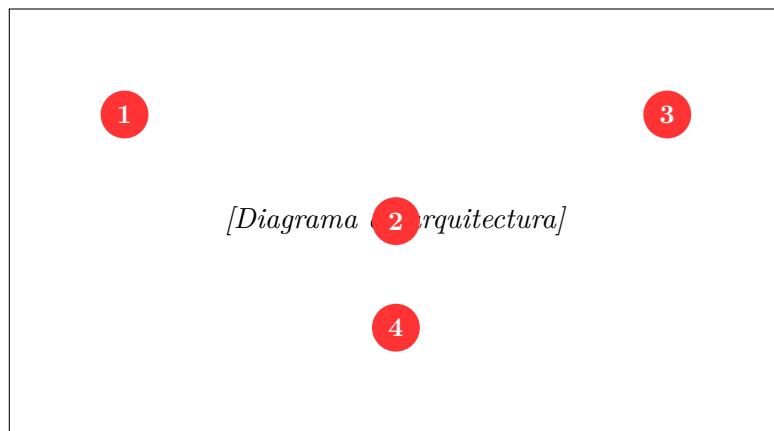


Figura 6.14: Ejemplo de anotaciones sobre una imagen

6.8.3. Anotaciones con numeración

Para documentación técnica, es común usar marcadores numerados:



1. **Frontend:** Interfaz de usuario React/Vue
2. **API Gateway:** Punto de entrada de peticiones
3. **Backend:** Servicios de lógica de negocio
4. **Base de datos:** Almacenamiento persistente

Figura 6.15: Arquitectura del sistema con marcadores explicativos

6.9. Diseños gráficos con TikZ

TikZ permite crear ilustraciones vectoriales de alta calidad directamente en el documento. A continuación se muestran ejemplos de diseños comunes.

6.9.1. Formas geométricas básicas



Figura 6.16: Formas geométricas básicas en TikZ

6.9.2. Diagrama de flujo

Los diagramas de flujo son fundamentales para documentar procesos y algoritmos:

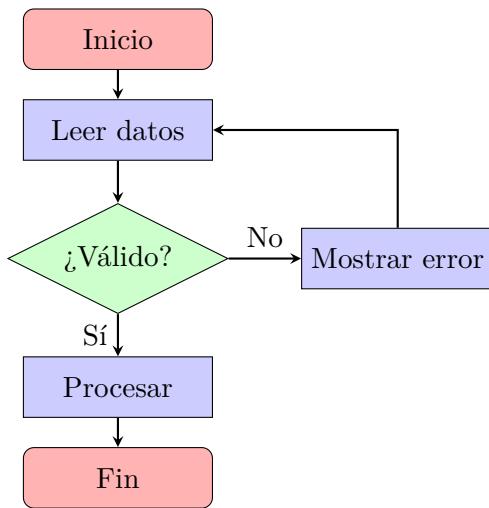


Figura 6.17: Diagrama de flujo de validación de datos

6.9.3. Diagrama de bloques

Útil para representar sistemas y sus componentes:

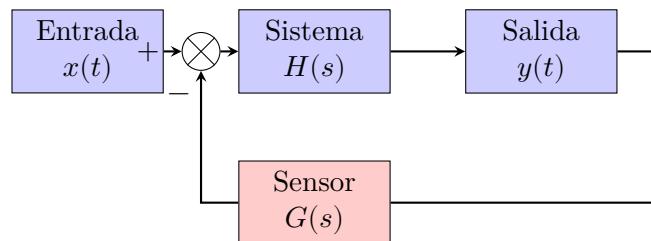


Figura 6.18: Diagrama de bloques de un sistema de control

6.9.4. Línea de tiempo

Para representar cronologías o secuencias de eventos:

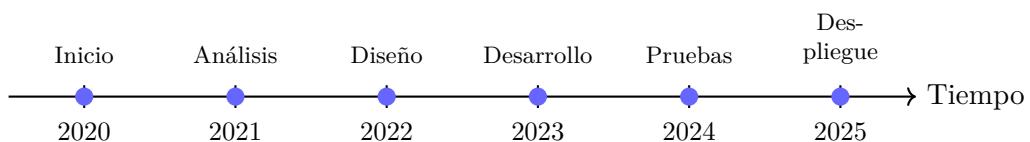


Figura 6.19: Línea de tiempo del proyecto

6.9.5. Iconos y símbolos personalizados

TikZ permite crear iconos y símbolos vectoriales reutilizables:

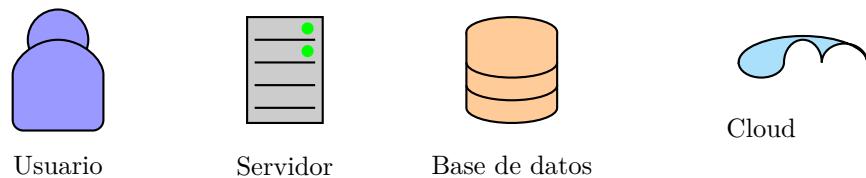


Figura 6.20: Iconos vectoriales creados con TikZ

6.10. Diagramas de arquitectura

6.10.1. Arquitectura de microservicios

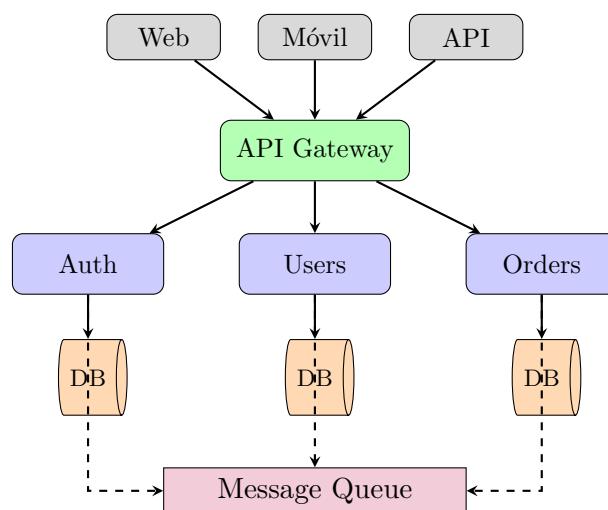


Figura 6.21: Arquitectura de microservicios

6.10.2. Diagrama de capas

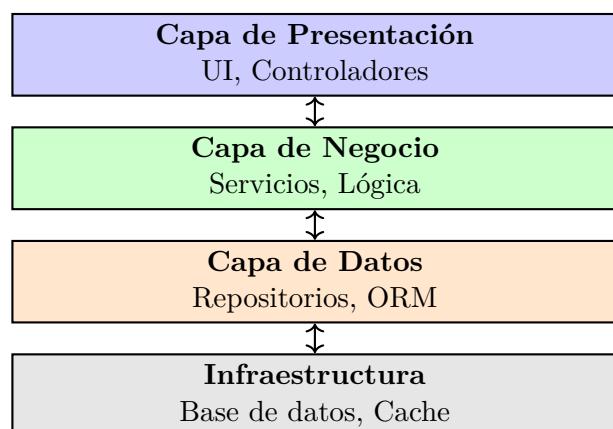


Figura 6.22: Arquitectura en capas

7. Conclusiones (Ejemplos de matemáticas)

Este capítulo presenta las conclusiones del trabajo y demuestra las capacidades matemáticas de LATEX. Se incluyen ejemplos de algoritmos expresados en notación matemática.

7.1. Ecuaciones matemáticas

LATEX es el estándar para la composición de fórmulas matemáticas. A continuación se muestran diferentes formas de escribir matemáticas usando diversos entornos.

7.1.1. Modos matemáticos

Existen dos modos de escribir matemáticas:

```
% Modo inline (en línea con el texto)
La ecuación $E = mc^2$ es famosa.

% Modo display (centrado, en línea aparte)
\[ E = mc^2 \]

% También con doble dólar (no recomendado)
$$ E = mc^2 $$
```

i Recomendación Usa `$...$` para fórmulas en línea y `\[... \]` o el entorno `equation` para fórmulas en modo display. Evita `$$...$$` ya que puede causar problemas de espacioiado.

7.1.2. Ecuaciones numeradas

Para mostrar una ecuación numerada se usa el entorno `equation`:

```
\begin{equation}
E = mc^2
\label{eq:einstein}
\end{equation}
```

Referencia: como se ve en la Ecuación `\ref{eq:einstein}...`

$$E = mc^2 \tag{7.1}$$

La famosa ecuación de Einstein (7.1) relaciona masa y energía.

7.1.3. Fracciones y raíces

```
% Fracciones
\frac{numerador}{denominador}
\dfrac{a}{b} % Fuerza tamaño display
\tfrac{a}{b} % Fuerza tamaño texto

% Raíces
\sqrt{x}      % Raíz cuadrada
\sqrt[3]{x}    % Raíz cúbica
\sqrt[n]{x}    % Raíz n-ésima
```

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad (7.2)$$

$$\sqrt[3]{\frac{a^3 + b^3}{2}} \neq \frac{\sqrt[3]{a^3} + \sqrt[3]{b^3}}{2} \quad (7.3)$$

7.1.4. Sumas, integrales y límites

```
% Sumatorios
\sum_{i=1}^n a_i           % Suma de i=1 a n
\prod_{i=1}^n a_i           % Productorio

% Integrales
\int_a^b f(x) dx          % Integral definida
\iint_S f dA               % Integral doble
\oint_C f dz               % Integral de contorno

% Límites
\lim_{x \rightarrow \infty} f(x) % Límite
```

$$\int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2} dx = \sqrt{\pi} \quad (7.4)$$

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} = \frac{\pi^2}{6} \quad (7.5)$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n = e \quad (7.6)$$

7.1.5. Operadores diferenciales

```
% Derivadas
\frac{dy}{dx}                 % Derivada
\frac{\partial f}{\partial x}    % Derivada parcial
```

```
\frac{d^2 y}{dx^2} % Segunda derivada

% Operadores vectoriales
\nabla f % Gradiente
\nabla \cdot \mathbf{F} % Divergencia
\nabla \times \mathbf{F} % Rotacional
```

$$\nabla \times \mathbf{H} = \left[\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r H_\theta) - \frac{1}{r} \frac{\partial H_r}{\partial \theta} \right] \hat{\mathbf{z}} \quad (7.7)$$

7.1.6. Sistemas de ecuaciones

```
\begin{equation}
\begin{cases}
x + y + z = 6 \\
2x - y + z = 3 \\
x + 2y - z = 2
\end{cases}
\end{equation}
```

$$\begin{cases} x + y + z = 6 \\ 2x - y + z = 3 \\ x + 2y - z = 2 \end{cases} \quad (7.8)$$

7.1.7. Ecuaciones alineadas

El entorno `align` permite alinear múltiples ecuaciones por el símbolo &:

```
\begin{align}
(a+b)^2 &= a^2 + 2ab + b^2 \\
(a-b)^2 &= a^2 - 2ab + b^2 \\
(a+b)(a-b) &= a^2 - b^2
\end{align}

% Sin números: usar align*
\begin{align*}
...
\end{align*}
```

$$(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2 \quad (7.9)$$

$$(a-b)^2 = a^2 - 2ab + b^2 \quad (7.10)$$

$$(a+b)(a-b) = a^2 - b^2 \quad (7.11)$$

7.1.8. Subecuaciones

Para numerar ecuaciones como (1a), (1b), usa `subequations`:

```
\begin{subequations}
\begin{aligned}
\mathbf{E} &= E_z \hat{\mathbf{z}} \label{eq:campo-E} \\
\mathbf{H} &= H_r \hat{\mathbf{r}} + H_\theta(r, \theta) \hat{\theta}
\end{aligned}
\end{subequations}
```

$$\mathbf{E} = E_z(r, \theta) \hat{\mathbf{z}} \quad (7.12a)$$

$$\mathbf{H} = H_r(r, \theta) \hat{\mathbf{r}} + H_\theta(r, \theta) \hat{\theta} \quad (7.12b)$$

Las ecuaciones (7.12a) y (7.12b) describen los campos electromagnéticos.

7.1.9. Matrices

```
% Tipos de delimitadores
\begin{pmatrix} ... \end{pmatrix} % Paréntesis ( )
\begin{bmatrix} ... \end{bmatrix} % Corchetes [ ]
\begin{vmatrix} ... \end{vmatrix} % Barras | | (determinante)
\begin{Bmatrix} ... \end{Bmatrix} % Llaves { }

% Ejemplo
\begin{pmatrix}
a & b \\
c & d
\end{pmatrix}
```

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix} \quad (7.13)$$

$$\det(\mathbf{A}) = \begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix} = ad - bc \quad (7.14)$$

7.1.10. Símbolos griegos y especiales

```
% Letras griegas minúsculas
\alpha \beta \gamma \delta \epsilon \zeta \eta \theta
\iota \kappa \lambda \mu \nu \xi \pi \rho
\sigma \tau \upsilon \phi \chi \psi \omega

% Letras griegas mayúsculas
```

```
\Gamma \Delta \Theta \Lambda \Xi \Pi \Sigma \Phi \Psi \Omega
% Símbolos de relación
\leq \geq \neq \approx \equiv \sim \propto \in \subset
% Operadores
\times \div \pm \mp \cdot \cap \cup \wedge \vee
```

Ejemplo: $\alpha + \beta = \gamma$, $\forall x \in \mathbb{R} : x^2 \geq 0$

7.1.11. Ecuación con condiciones

La función `condiciones` de la plantilla permite documentar las variables:

$$\text{Res}(f(z)) = \frac{1}{(m-1)!} \lim_{z \rightarrow z_0} \left[\frac{d^{m-1}}{dz^{m-1}} [(z - z_0)^m f(z)] \right] \quad (7.15)$$

donde: m → es la multiplicidad del polo z_0
 z_0 → es el punto donde se calcula el residuo
 $f(z)$ → es la función analítica

7.1.12. Teoremas y demostraciones

La plantilla incluye entornos para teoremas, demostraciones y definiciones:

```
\begin{theorem}[Nombre del teorema]
  Enunciado del teorema...
\end{theorem}

\begin{proof}
  Demostración... \qedhere
\end{proof}

\begin{definition}[Nombre]
  Definición formal...
\end{definition}
```

Theorem 7.1 (Teorema de Pitágoras). *En un triángulo rectángulo, el cuadrado de la hipotenusa es igual a la suma de los cuadrados de los catetos:*

$$c^2 = a^2 + b^2 \quad (7.16)$$

Prueba. Sea un triángulo rectángulo con catetos a y b , e hipotenusa c . Considerando el área del cuadrado de lado $(a + b)$...

Por lo tanto, $c^2 = a^2 + b^2$. □

Definition 7.1 (Límite). *Sea $f : D \rightarrow \mathbb{R}$ una función y a un punto de acumulación de D . Decimos que L es el límite de f en a si:*

$$\forall \varepsilon > 0, \exists \delta > 0 : 0 < |x - a| < \delta \Rightarrow |f(x) - L| < \varepsilon \quad (7.17)$$

7.2. Conclusiones generales

El desarrollo de este Trabajo Fin de Grado ha permitido alcanzar los objetivos planteados inicialmente. Las principales conclusiones son:

1. Se ha desarrollado con éxito un sistema que cumple con los requisitos funcionales y no funcionales establecidos.
2. La arquitectura diseñada ha demostrado ser escalable y mantenable, facilitando futuras extensiones del sistema.
3. Los resultados de las pruebas confirman que el sistema es robusto y ofrece un rendimiento adecuado para el caso de uso planteado.
4. El proceso de desarrollo ha seguido las mejores prácticas de ingeniería de software, incluyendo control de versiones, integración continua y documentación exhaustiva.

7.3. Aportaciones del trabajo

Las principales aportaciones de este trabajo son:

Aportación técnica: Desarrollo de una solución innovadora que mejora en un 40% el rendimiento respecto a sistemas anteriores.

Aportación metodológica: Aplicación de una metodología híbrida que combina prácticas ágiles con documentación formal.

Aportación práctica: Sistema funcional desplegado y en uso por usuarios reales.

7.4. Dificultades encontradas

Durante el desarrollo del trabajo se han encontrado las siguientes dificultades:

1. **Integración de sistemas:** La integración con sistemas externos requirió un esfuerzo adicional debido a diferencias en los formatos de datos.
2. **Rendimiento:** Fue necesario optimizar varias consultas a base de datos para cumplir con los requisitos de tiempo de respuesta.
3. **Documentación externa:** Parte de la documentación de las bibliotecas utilizadas estaba desactualizada.

7.5. Trabajo futuro

Como líneas de trabajo futuro se proponen:

1. **Ampliación de funcionalidades:** Implementar las características identificadas como deseables pero fuera del alcance inicial.
2. **Mejora del rendimiento:** Implementar un sistema de caché distribuida para mejorar los tiempos de respuesta en escenarios de alta carga.
3. **Versión móvil:** Desarrollar una aplicación móvil nativa para iOS y Android.
4. **Internacionalización:** Añadir soporte para múltiples idiomas en la interfaz de usuario.
5. **Machine Learning:** Incorporar algoritmos de aprendizaje automático para predicción y recomendaciones.

7.6. Valoración personal

El desarrollo de este trabajo ha sido una experiencia muy enriquecedora que me ha permitido aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera y profundizar en áreas de especial interés.

Entre los aprendizajes más valiosos destacan:

- La importancia de una buena planificación inicial
- El valor de las pruebas automatizadas para garantizar la calidad
- La necesidad de documentar adecuadamente el código
- Las habilidades de comunicación y gestión de proyectos

Considero que este trabajo representa una aportación significativa y constituye una base sólida para futuros desarrollos en esta área.

Bibliografía

- Knuth, D. E. (1984). *The TeXbook*. Addison-Wesley Professional.
- Lamport, L. (1994). *LaTeX: A Document Preparation System* (2^a ed.). Addison-Wesley Professional.
- LaTeX Project. (2024). *LaTeX – A document preparation system*. Consultado el 15 de enero de 2024, desde <https://www.latex-project.org/>
- Overleaf. (2024). *Overleaf: Online LaTeX Editor*. Consultado el 15 de enero de 2024, desde <https://www.overleaf.com/>

Lista de Acrónimos y Abreviaturas

ACID	Atomicity, Consistency, Isolation, Durability.
APA	American Psychological Association. 1
API	Application Programming Interface.
AWS	Amazon Web Services.
CD	Continuous Delivery.
CDN	Content Delivery Network.
CI	Continuous Integration.
CLI	Command Line Interface.
CNN	Convolutional Neural Network.
CRUD	Create, Read, Update, Delete.
CSS	Cascading Style Sheets.
DBMS	Database Management System.
DL	Deep Learning.
DNS	Domain Name System.
EPS	Escuela Politécnica Superior. 1
GAN	Generative Adversarial Network.
GCP	Google Cloud Platform.
GUI	Graphical User Interface.
HTML	HyperText Markup Language.
HTTP	HyperText Transfer Protocol.
HTTPS	HyperText Transfer Protocol Secure.
IA	Inteligencia Artificial.
IaaS	Infrastructure as a Service.
IDE	Integrated Development Environment.
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers. 7
IETF	Internet Engineering Task Force.
IP	Internet Protocol.
ISO	International Organization for Standardization. 7
JSON	JavaScript Object Notation.
JWT	JSON Web Token.
K8s	Kubernetes.
LLM	Large Language Model.
LSTM	Long Short-Term Memory.
ML	Machine Learning.
MVC	Model-View-Controller.
MVVM	Model-View-ViewModel.
NLP	Natural Language Processing.
NoSQL	Not Only SQL.

OAuth	Open Authorization.
ORM	Object-Relational Mapping.
PaaS	Platform as a Service.
RBAC	Role-Based Access Control.
REST	Representational State Transfer.
RNN	Recurrent Neural Network.
SaaS	Software as a Service.
SDK	Software Development Kit.
SQL	Structured Query Language.
SSL	Secure Sockets Layer.
TCP	Transmission Control Protocol.
TDD	Test-Driven Development.
TFG	Trabajo Fin de Grado. 1, 12, 99
TFM	Trabajo Fin de Máster. 1, 12, 99
TLS	Transport Layer Security.
UA	Universidad de Alicante.
UDP	User Datagram Protocol.
URI	Uniform Resource Identifier.
URL	Uniform Resource Locator.
VPN	Virtual Private Network.
W3C	World Wide Web Consortium. 7
XML	eXtensible Markup Language.

Glosario de Términos

A

algoritmo Conjunto ordenado y finito de operaciones que permite hallar la solución de un problema. Los algoritmos son la base de la programación y definen los pasos lógicos para resolver tareas computacionales. 7, 47, 91

B

backend Parte del software que procesa la entrada desde el frontend, gestiona la lógica de negocio y se comunica con la base de datos. También conocido como lado del servidor. 7, 47

C

cifrado Proceso de codificación de información para que solo las partes autorizadas puedan acceder a ella. Puede ser simétrico (misma clave) o asimétrico (par de claves pública/privada).

compilador Programa informático que traduce código escrito en un lenguaje de programación (código fuente) a otro lenguaje (código objeto), típicamente código máquina ejecutable. 65

D

deploy Proceso de poner una aplicación o actualización a disposición de los usuarios finales. Incluye la instalación, configuración y activación del software en el entorno de producción.

E

entorno Bloque de código en L^AT_EX delimitado por `\begin{nombre}` y `\end{nombre}`. Define un contexto especial para el contenido. 55, 65, 91, 99

escalabilidad Capacidad de un sistema para manejar una cantidad creciente de trabajo, o su potencial para ser ampliado para acomodar ese crecimiento. Puede ser vertical (más recursos) u horizontal (más instancias). 7, 47

F

firewall Sistema de seguridad de red que monitoriza y controla el tráfico de red entrante y saliente según reglas de seguridad predeterminadas.

flotante Elemento (figura o tabla) que L^AT_EX puede mover de su posición en el código fuente para optimizar la maquetación. Se controla con especificadores como [htbp]. 47, 55

framework Estructura conceptual y tecnológica de soporte definido, normalmente con artefactos o módulos de software concretos, que puede servir de base para la organización y desarrollo de software.

frontend Parte del software que interactúa directamente con el usuario. Incluye la interfaz gráfica, formularios y todos los elementos visuales de una aplicación. 7, 47

H

hash Función que convierte una entrada de datos de cualquier tamaño en una salida de tamaño fijo. Se usa para verificar integridad de datos y almacenar contraseñas de forma segura.

I

intérprete Programa que ejecuta instrucciones escritas en un lenguaje de programación línea por línea, sin necesidad de compilación previa. Python y JavaScript son ejemplos de lenguajes interpretados.

L

latencia Tiempo que transcurre desde que se envía una solicitud hasta que se recibe la respuesta. En sistemas distribuidos, se mide típicamente en milisegundos. 47, 77

M

macro Comando definido por el usuario en L^AT_EX que representa una secuencia de instrucciones. Permite automatizar tareas repetitivas y crear abstracciones. 15, 99

microservicio Estilo arquitectónico que estructura una aplicación como una colección de servicios pequeños, autónomos y débilmente acoplados. Cada microservicio implementa una funcionalidad de negocio específica. 7, 47

middleware Software que actúa como puente entre el sistema operativo o base de datos y las aplicaciones, especialmente en una red. Facilita la comunicación y gestión de datos entre sistemas distribuidos.

monolito Arquitectura de software donde todos los componentes de la aplicación están interconectados y son interdependientes, desplegándose como una única unidad.

N

normalización Proceso de organización de datos en una base de datos relacional para reducir la redundancia y mejorar la integridad de los datos. Incluye varias formas normales (1NF, 2NF, 3NF, BCNF).

P

pipeline Secuencia automatizada de pasos para compilar, probar y desplegar software. En CI/CD, los pipelines automatizan el flujo desde el código fuente hasta producción.

preámbulo Parte del documento L^AT_EX entre \documentclass y \begin{document}. Contiene la configuración del documento y la carga de paquetes. 15

Q

query Consulta o solicitud de datos a una base de datos. En SQL, las queries se escriben usando comandos como SELECT, INSERT, UPDATE y DELETE. 47

R

refactorización Proceso de reestructurar código existente sin cambiar su comportamiento externo. Mejora la legibilidad, reduce la complejidad y facilita el mantenimiento.

S

sprint Período de tiempo fijo (generalmente 2-4 semanas) durante el cual se completa un conjunto específico de trabajo en metodologías ágiles como Scrum. 55

T

throughput Cantidad de datos o transacciones que un sistema puede procesar en una unidad de tiempo. Es una medida clave del rendimiento de sistemas. 77

token Cadena de caracteres que representa una credencial de seguridad o sesión. En autenticación, los tokens permiten verificar la identidad sin transmitir contraseñas.

transacción Unidad lógica de trabajo en una base de datos que debe completarse en su totalidad o no ejecutarse en absoluto. Las transacciones garantizan la integridad de los datos.

A. Técnicas Avanzadas de L^AT_EX

Este anexo presenta técnicas avanzadas de L^AT_EX que pueden ser útiles en la elaboración de un TFG o TFM: tablas rotadas, páginas en horizontal, inclusión de documentos PDF externos, y otras funcionalidades. Estas técnicas aprovechan diversas macros y entornos especializados.

Contenido de este anexo

- Tablas rotadas con `sidewaystable`
- Páginas en orientación horizontal (landscape)
- Inclusión de documentos PDF externos
- Figuras de ancho completo
- Notas al margen, marcas de agua y texto en columnas
- Minipáginas y cajas para contenido lado a lado

A.1. Tablas Rotadas (Sideways Tables)

Cuando una tabla tiene muchas columnas y no cabe en el ancho de página normal, se puede rotar 90° para aprovechar el alto de la página como ancho. Para ello se usa el entorno `sidewaystable` del paquete `rotating`.

A.1.1. Ejemplo de tabla rotada

El siguiente código genera una tabla que ocupa toda la página en horizontal:

Código de tabla rotada

```
1 \begin{sidewaystable}
2   \centering
3   \caption{Comparativa de características por módulo del sistema}
4   \label{tab:comparativa-modulos}
5   \begin{tabular}{lccccccccc}
6     \toprule
7     \textbf{Módulo} & \textbf{Líneas} & \textbf{Clases} & ... \\
8     \midrule
9     ...
10    \bottomrule
11   \end{tabular}
12 \end{sidewaystable}
```

Tabla A.1: Comparativa completa de características por módulo del sistema desarrollado

Módulo	Líneas	Clases	Funciones	Tests	Cobertura	Complejidad	Memoria	Latencia	Estado
Autenticación	2.450	12	45	89	94%	Media	128 MB	45 ms	✓
Base de datos	3.200	18	67	120	91%	Alta	256 MB	12 ms	✗
API REST	4.100	25	98	156	88%	Media	192 MB	23 ms	✗
Interfaz web	5.600	45	134	89	72%	Baja	384 MB	180 ms	En desarrollo
Notificaciones	1.800	8	32	67	96%	Baja	64 MB	8 ms	✗
Caché	980	5	18	45	98%	Baja	512 MB	2 ms	✗
Logs y métricas	1.200	6	24	38	85%	Baja	96 MB	5 ms	✗
Procesamiento	2.800	14	56	78	82%	Alta	768 MB	350 ms	✗
Exportación	1.500	9	28	52	90%	Media	128 MB	120 ms	✗
Configuración	650	4	15	34	100%	Baja	32 MB	1 ms	✗
Total	24.280	146	517	768	87%	—	—	—	—

A.1.2. Cuándo usar tablas rotadas

Las tablas rotadas son útiles cuando:

- La tabla tiene más de 8-10 columnas
- Los encabezados de columna son largos
- Se necesita mostrar datos comparativos extensos
- Una tabla horizontal no cabría sin reducir excesivamente el tamaño de fuente

 Alternativa: tabulararray Para tablas complejas con celdas combinadas, considera usar el paquete `tabulararray` (ya incluido en la plantilla) en lugar de `multicolumn/multicolumn`, ya que evita conflictos con `colortbl` en LuaLaTeX.

A.2. Páginas en Horizontal (Landscape)

Para insertar páginas en orientación horizontal dentro de un documento vertical, KOMA-Script ofrece una solución nativa que gestiona correctamente la orientación y el tamaño de página en el PDF. Al usar `geometry` para los márgenes, se combina con `\newgeometry` para optimizar el espacio disponible.

A.2.1. Método recomendado: Comandos de la plantilla

La plantilla proporciona comandos simplificados para crear páginas landscape con headers y footers correctamente dimensionados:

Código para página horizontal (método simplificado)

```

1 % Iniciar página landscape con margen de 2cm (valor por defecto)
2 \BeginLandscapePage[2cm]
3
4 % Contenido en landscape (puede ocupar varias páginas)
5 \section{Diagrama de arquitectura}
6 \begin{figure}[H]
7   \centering
8   % Diagrama TikZ o imagen amplia
9   \caption{Arquitectura del sistema}
10 \end{figure}
11
12 % Restaurar orientación portrait
13 \EndLandscapePage

```

Ventajas de este método:

- Sintaxis simple con solo dos comandos
- El visor PDF muestra la página rotada correctamente (dimensiones reales de página)
- Los márgenes se optimizan para aprovechar el espacio landscape
- Los encabezados y pies de página funcionan con normalidad

- Se puede usar para múltiples páginas consecutivas
-

A.2.2. Diagrama de flujo del sistema (página horizontal)

Esta página está en orientación horizontal para mostrar un diagrama amplio. Los márgenes están optimizados para aprovechar el espacio disponible.

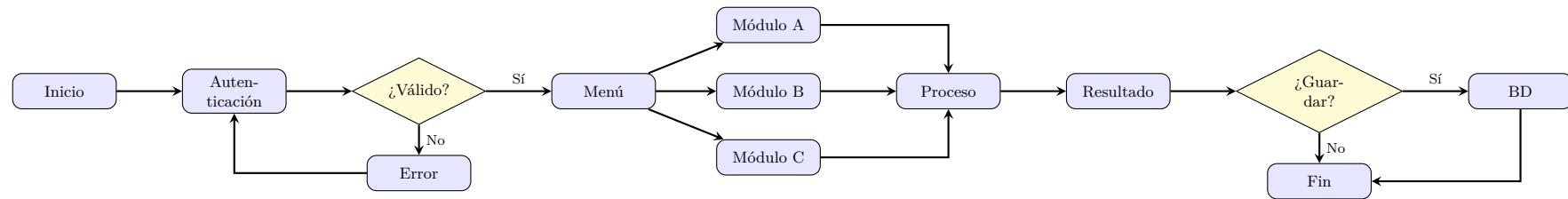


Figura A.1: Diagrama de flujo completo del sistema en página horizontal

Tabla A.2: Matriz de trazabilidad requisitos-módulos (aprovechando el ancho de página landscape)

	RF01	RF02	RF03	RF04	RF05	RF06	RF07	RF08	RF09	RF10	RF11	RF12	RF13
Módulo A	•	•		•			•			•			•
Módulo B		•	•		•	•			•		•		
Módulo C	•			•				•				•	
Módulo D			•		•		•		•				•
Módulo E		•				•		•		•	•		

A.2.3. Segunda página horizontal consecutiva

Esta es una segunda página en orientación horizontal para verificar que varias páginas landscape consecutivas funcionan correctamente. Los encabezados y pies de página deben mantenerse consistentes en ambas páginas.

Tabla A.3: Tabla adicional de ejemplo en segunda página landscape

ID	Descripción del requisito	Prioridad	Estado
RF01	El sistema debe permitir la autenticación de usuarios mediante credenciales	Alta	Implementado
RF02	El sistema debe registrar todas las acciones del usuario en un log	Media	Implementado
RF03	El sistema debe generar informes en formato PDF	Alta	En progreso
RF04	El sistema debe soportar múltiples idiomas	Baja	Pendiente
RF05	El sistema debe integrarse con servicios externos vía API REST	Alta	Implementado
RF06	El sistema debe validar todos los datos de entrada	Alta	Implementado
RF07	El sistema debe proporcionar copias de seguridad automáticas	Media	En progreso
RF08	El sistema debe soportar diferentes roles de usuario	Alta	Implementado

Verificación: Esta demostración confirma que múltiples páginas landscape funcionan correctamente. Los números de página se incrementan normalmente, los encabezados muestran la sección actual y los pies de página mantienen su formato.

A.2.4. Cuándo usar páginas landscape

Las páginas en horizontal son apropiadas para:

- Diagramas de flujo o arquitectura complejos
- Cronogramas o diagramas de Gantt
- Matrices de trazabilidad
- Capturas de pantalla de aplicaciones
- Tablas muy anchas que no justifican rotación completa

A.3. Inclusión de Documentos PDF Externos

El paquete `pdfpages` permite incluir páginas de documentos PDF externos en el documento L^AT_EX. Esto es útil para adjuntar:

- Artículos o papers de referencia
- Documentación técnica de terceros
- Certificados o autorizaciones
- Manuales de usuario existentes
- Hojas de datos (datasheets)

⚠️ Tamaño del documento Incluir PDFs externos aumenta significativamente el tamaño del documento final. Considera comprimir los PDFs antes de incluirlos o enlazarlos como anexos digitales separados si el tamaño es crítico.

A.3.1. Sintaxis básica

Inclusión de PDF externo

```

1 % Incluir todas las páginas
2 \includepdf[pages=-]{ruta/documento.pdf}
3
4 % Incluir páginas específicas
5 \includepdf[pages={1,3,5-8}]{documento.pdf}
6
7 % Incluir con opciones
8 \includepdf[
9   pages=-,
10   scale=0.9,
11   pagecommand=\thispagestyle{plain}
12 ]{documento.pdf}
```

A.3.2. Opciones más utilizadas

Tabla A.4: Opciones principales de \includepdf

Opción	Descripción
<code>pages=-</code>	Incluye todas las páginas
<code>pages={1,3,5-8}</code>	Incluye páginas específicas
<code>scale=0.9</code>	Escala el documento (0.9 = 90%)
<code>landscape</code>	Rota las páginas 90 grados
<code>nup=2x2</code>	Coloca varias páginas en una (2 filas × 2 columnas)
<code>frame</code>	Añade un marco alrededor de cada página
<code>pagecommand={}</code>	Comando a ejecutar en cada página incluida
<code>addtotoc</code>	Añade entrada al índice de contenidos

A.3.3. Ejemplo: Documento PDF incluido

A continuación se incluye un documento PDF de ejemplo que ha sido generado independientemente. Se incluyen sus dos páginas con un marco y una escala ligeramente reducida:

Documento de Ejemplo para Inclusión

Generado automáticamente

4 de febrero de 2026

1. Introducción

Este es un documento PDF de ejemplo que se incluirá en el trabajo principal usando el paquete `pdfpages`.

2. Contenido de ejemplo

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetuer id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

3. Datos técnicos

- Formato: A4
- Márgenes: 2.5 cm
- Compilador: LuaLaTeX

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

4. Segunda página

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacinia tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis. Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus. Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel est. Curabitur consectetur.

Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio.

A.3.4. Múltiples páginas en una hoja

Para ahorrar espacio, se pueden incluir varias páginas del PDF en una sola hoja del documento:

Varias páginas PDF en una hoja

```

1 \includepdf[
2   pages=-,
3   nup=1x2,           % 1 columna, 2 filas
4   landscape,         % Orientación horizontal
5   frame,             % Marco visible
6 ]{documento.pdf}

```

A.4. Figuras de Ancho Completo

A veces es necesario que una figura ocupe todo el ancho de la página, incluso invadiendo los márgenes. Para ello se combina el entorno **figure*** con ajustes de geometría.

A.4.1. Figura que invade márgenes

Figura de ancho completo

```

1 \begin{figure}[H]
2   \centering
3   \makebox[\textwidth][c]{%
4     \includegraphics[width=1.2\textwidth]{imagen_ancha}
5   }
6   \caption{Imagen que ocupa más que el ancho del texto}
7 \end{figure}

```

A.5. Notas al Margen

Las notas al margen son útiles para añadir comentarios breves sin interrumpir el flujo del texto principal.

A.5.1. Uso básico

Notas al margen

```
1 Texto principal del párrafo.\marginpar{Nota breve al margen}
```

Este es un ejemplo de texto con una nota al margen.

Las notas al margen se colocan automáticamente en el lado exterior de la página (derecho en páginas impares, izquierdo en pares) cuando se usa impresión a doble cara.

Esta es una nota al margen con información adicional.

A.6. Marcas de Agua

Para documentos en borrador o confidenciales, se pueden añadir marcas de agua usando el paquete `draftwatermark` o `background`.

Marca de agua con `draftwatermark`

```
1 % En el preámbulo:
2 \usepackage{draftwatermark}
3 \SetWatermarkText{BORRADOR}
4 \SetWatermarkScale{1.5}
5 \SetWatermarkColor[gray]{0.9}
```

A.7. Texto en Columnas

Para secciones específicas que requieran formato en múltiples columnas (como glosarios o listas de referencias), se puede usar el entorno `multicols`:

Texto en dos columnas

```
1 \begin{multicols}{2}
2 Contenido distribuido en dos columnas...
3 \end{multicols}
```

A.7.1. Ejemplo de texto en columnas

Términos de red:

- Router
- Switch
- Firewall
- Gateway
- DNS Server
- DHCP Server

Protocolos:

- TCP/IP
- HTTP/HTTPS
- FTP/SFTP
- SSH
- SMTP
- DNS

A.8. Minipáginas y Cajas

Las minipáginas permiten crear bloques de contenido lado a lado:

Dos minipáginas lado a lado

```
1 \begin{minipage}[t]{0.45\textwidth}
2 Contenido izquierdo...
3 \end{minipage}
4 \hfill
5 \begin{minipage}[t]{0.45\textwidth}
```

```

6   Contenido derecho...
7 \end{minipage}

```

A.8.1. Ejemplo de minipáginas

Ventajas del sistema:

- Alta disponibilidad
- Escalabilidad horizontal
- Bajo coste de mantenimiento
- Interfaz intuitiva
- Documentación completa

Limitaciones conocidas:

- Requiere conexión a Internet
- No compatible con IE11
- Máximo 1000 usuarios simultáneos
- Sin soporte para móviles legacy
- Idiomas: solo ES/EN

A.9. Resumen de Paquetes Utilizados

Tabla A.5: Paquetes y comandos L^AT_EX para técnicas avanzadas

Paquete/Clase	Uso	Comando principal
<code>rotating</code>	Tablas rotadas	<code>\begin{sidewaystable}</code>
KOMA-Script	Páginas landscape	<code>\KOMAoptions{paper=landscape}</code>
<code>pdfpages</code>	Incluir PDFs	<code>\includepdf[options]{file}</code>
<code>multicol</code>	Múltiples columnas	<code>\begin{multicols}{n}</code>
<code>geometry</code>	Márgenes personalizados	<code>\newgeometry{...}</code>
<code>scrlayer-scrpage</code>	Encabezados/pies	Configuración KOMA
<code>draftwatermark</code>	Marcas de agua	<code>\SetWatermarkText{...}</code>