



Universidad
de Cádiz

Escuela Superior de Ingeniería
Delegación de Estudiantes

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INVESTIGACIÓN EN
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y DE LA COMPUTACIÓN

TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

AUTOR/A: NOMBRE APELLIDOS DEL ESTUDIANTE

Cádiz, mes año



Universidad
de Cádiz

Escuela Superior de Ingeniería
Delegación de Estudiantes

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INVESTIGACIÓN EN
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y DE LA COMPUTACIÓN

TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

DIRECTOR/A: NOMBRE APELLIDOS DEL DIRECTOR/A

AUTOR/A: NOMBRE APELLIDOS DEL ESTUDIANTE

Cádiz, mes año

Resumen

Escriba aquí un resumen claro y autocontenido del trabajo. Debe describir el contexto, el problema de investigación, el objetivo principal, la metodología seguida, los resultados más relevantes y las conclusiones principales.

Abstract

Write here a clear and self-contained abstract of the work. It should describe the context, the research problem, the main objective, the methodology, the most relevant results, and the main conclusions.

Palabras clave / Keywords

Palabras clave: palabra clave 1; palabra clave 2; palabra clave 3; palabra clave 4

Keywords: keyword 1; keyword 2; keyword 3; keyword 4

Agradecimientos

Este apartado es opcional. Escriba aquí los agradecimientos personales, académicos o institucionales que procedan.

Índice general

Resumen	I
Abstract	II
Palabras clave / Keywords	III
Agradecimientos	IV
Listado de acrónimos	IX
1. Introducción	1
1.1. Contexto y motivación	1
1.2. Problema de investigación	4
1.3. Objetivos	4
1.4. Preguntas de investigación	4
1.5. Estructura del documento	4
2. Antecedentes y trabajos relacionados	5
2.1. Fundamentos teóricos	5
2.2. Estado del arte	5
3. Diseño metodológico	6
3.1. Materiales y datos	6
3.2. Herramientas y tecnologías	6
3.3. Procedimiento experimental	6

<i>ÍNDICE GENERAL</i>	VI
3.4. Métricas	6
4. Evaluación experimental	7
4.1. Configuración experimental	7
4.2. Baselines o métodos comparativos	7
4.3. Resultados	7
5. Discusión	8
5.1. Interpretación de los resultados	8
5.2. Comparación con trabajos previos	8
5.3. Amenazas a la validez	8
6. Conclusiones y trabajo futuro	9
6.1. Conclusiones	9
6.2. Trabajo futuro	9
Bibliografía	10
A. Material suplementario	11
B. Instrucciones de reproducción	12

Índice de figuras

1.1. Ejemplo de figura con marcador de posición. Sustituya este bloque por una imagen mediante <code>\includegraphics</code>	2
--	---

Índice de tablas

1.1. Ejemplo de tabla de resultados experimentales.	3
---	---

Listado de acrónimos

TFM Trabajo de Fin de Máster.

TFG Trabajo de Fin de Grado.

I+D+i Investigación, Desarrollo e Innovación.

MUIISC Máster Universitario en Investigación en Ingeniería de Sistemas y de la Computación.

RQ Research Question.

Capítulo 1

Introducción

1.1. Contexto y motivación

Describa el contexto científico, tecnológico o social en el que se sitúa el trabajo. Debe quedar claro por qué el problema es relevante, qué limitaciones presentan las soluciones actuales y qué oportunidad de investigación se aborda.

Como ejemplo de cita, el marco ADEPT propone una arquitectura para optimizar el flujo de datos en entornos dinámicos de Ambient Assisted Living [1]. De forma complementaria, los algoritmos de elección para gestionar la replicación de servicios en MANETs han sido estudiados en revistas indexadas [2]. Estos ejemplos ilustran el modo recomendado de introducir referencias bibliográficas en el documento: la cita debe integrarse dentro del discurso y debe emplearse un espacio protegido antes de `\cite` para evitar saltos de línea incorrectos entre el texto y la referencia.

En una memoria de investigación, las citas no deben aparecer como elementos aislados, sino vinculadas a una idea concreta. Por ejemplo, una referencia puede utilizarse para justificar la elección de una arquitectura, contextualizar un problema, comparar un resultado experimental o fundamentar una decisión metodológica. De esta forma, la revisión bibliográfica contribuye directamente a construir el argumento científico del trabajo, en lugar de limitarse a enumerar publicaciones relacionadas.

La Ecuación (1.1) muestra un ejemplo de fórmula referenciada en el texto. El uso de `\Cref` permite mantener la palabra inicial en mayúscula cuando la referencia aparece al comienzo de una frase, por ejemplo Figura 1.1, Tabla 1.1 y Código 1.1. Esta convención mejora la consistencia formal del documento y evita tener que escribir manualmente expresiones como Figura, Tabla, Ecuación o Código cada vez que se referencia un elemento.

$$F_1 = 2 \cdot \frac{\text{precision} \cdot \text{recall}}{\text{precision} + \text{recall}} \quad (1.1)$$

La métrica F1 resulta especialmente útil cuando existe un compromiso entre precisión y cobertura, ya que combina ambos valores en una única medida. En problemas de clasificación, su uso suele ser recomendable cuando las clases están desbalanceadas o cuando no basta con maximizar la exactitud global del modelo. No obstante, la selección de métricas debe justificarse siempre en función del objetivo experimental y de las características del problema abordado.

Además de las fórmulas, una memoria investigadora debe incluir figuras que ayuden a explicar el diseño metodológico, la arquitectura propuesta o el flujo experimental seguido. La Figura 1.1 representa un marcador de posición que puede sustituirse por un diagrama real del procedimiento de investigación. En trabajos de ingeniería, este tipo de figura suele ser útil para resumir la relación entre datos, herramientas, modelos, evaluación y análisis de resultados.



Figura 1.1: Ejemplo de figura con marcador de posición. Sustituya este bloque por una imagen mediante `\includegraphics`.

Tras introducir una figura, es recomendable comentarla explícitamente en el texto. No basta con insertarla en el documento: debe explicarse qué representa, por qué es relevante y cómo debe interpretarse. Por ejemplo, si la figura describe el flujo experimental, el texto debería aclarar cuáles son las entradas, qué procesamiento se aplica, qué salidas se generan y cómo se relacionan dichas salidas con las preguntas de investigación planteadas.

Las tablas, por su parte, permiten presentar resultados de forma compacta y comparativa. La Tabla 1.1 muestra un ejemplo mínimo de tabla experimental en la que se comparan dos métodos mediante precisión, recall y F1. En un trabajo real, esta tabla podría ampliarse con desviaciones estándar, intervalos de confianza, resultados por clase o valores obtenidos en diferentes configuraciones experimentales.

Tabla 1.1: Ejemplo de tabla de resultados experimentales.

Método	Precisión	Recall	F1
Baseline	0.71	0.68	0.69
Propuesta	0.79	0.76	0.77

La interpretación de una tabla debe ir más allá de repetir los valores que ya aparecen en ella. El texto debe identificar las diferencias relevantes, explicar si dichas diferencias son sustanciales y relacionarlas con las hipótesis o preguntas de investigación. Por ejemplo, en la Tabla 1.1 la propuesta obtiene un mejor valor de F1 que el baseline, pero en una evaluación completa habría que analizar si esa mejora es estable, si se mantiene en diferentes particiones de datos y si compensa el coste computacional adicional del método.

Finalmente, la inclusión de código debe reservarse para fragmentos breves y directamente relevantes. La Código 1.1 muestra un ejemplo de código utilizado para calcular una métrica experimental. Para implementaciones completas, scripts auxiliares o configuraciones extensas, es preferible remitir a un repositorio o a un anexo de reproducción, evitando sobrecargar el cuerpo principal de la memoria.

```
1 from sklearn.metrics import f1_score
2
3 predictions = model.predict(test_data)
4 f1 = f1_score(y_true, predictions, average="macro")
5 print(f"Macro-F1: {f1:.3f}")
```

Código 1.1: Ejemplo de código para documentar un procedimiento experimental.

El código incluido en el documento debe ser comprensible sin necesidad de consultar inmediatamente el repositorio completo. Por ello, conviene acompañarlo de una explicación breve que indique qué entrada recibe, qué operación realiza y qué salida produce. En este caso, el fragmento obtiene las predicciones de un modelo previamente entrenado, calcula la macro-F1 sobre el conjunto de prueba e imprime el resultado con tres decimales. Este tipo de ejemplo es suficiente para ilustrar una operación concreta, mientras que los detalles completos de ejecución deberían documentarse en las instrucciones de reproducción del anexo correspondiente.

1.2. Problema de investigación

Formule el problema de investigación de manera explícita. Este apartado debe delimitar el alcance del trabajo y evitar una descripción meramente técnica de la solución.

1.3. Objetivos

El objetivo general debe resumir el propósito principal del trabajo. Los objetivos específicos deben ser verificables y estar alineados con la metodología y la evaluación.

- Objetivo específico 1: describir el primer objetivo medible.
- Objetivo específico 2: describir el segundo objetivo medible.
- Objetivo específico 3: describir el tercer objetivo medible.

1.4. Preguntas de investigación

Las preguntas de investigación deben formularse de forma evaluable. Por ejemplo:

RQ1. ¿En qué medida el método propuesto mejora el rendimiento respecto a los métodos de referencia?

RQ2. ¿Qué variables, componentes o decisiones de diseño explican los resultados obtenidos?

RQ3. ¿Cuáles son las principales limitaciones del enfoque propuesto?

1.5. Estructura del documento

El documento se organiza de la siguiente forma. El Capítulo 2 presenta los antecedentes y trabajos relacionados. El Capítulo 3 describe el diseño metodológico. El Capítulo 4 recoge la evaluación experimental. El Capítulo 5 discute los resultados y las amenazas a la validez. Finalmente, el Capítulo 6 resume las conclusiones y el trabajo futuro.

Capítulo 2

Antecedentes y trabajos relacionados

2.1. Fundamentos teóricos

Presente los conceptos, modelos, técnicas o marcos teóricos necesarios para comprender el trabajo. Evite convertir este apartado en un glosario; cada concepto debe estar vinculado con el problema de investigación.

2.2. Estado del arte

Analice de forma crítica los trabajos relacionados. No basta con enumerar artículos: debe compararlos, identificar sus limitaciones y justificar el hueco de investigación que aborda este TFG/TFM.

Capítulo 3

Diseño metodológico

3.1. Materiales y datos

Describa los datasets, corpus, casos de estudio, fuentes documentales o materiales utilizados. Incluya criterios de selección, tamaño, variables principales, preprocesamiento y consideraciones éticas si procede.

3.2. Herramientas y tecnologías

Indique lenguajes de programación, bibliotecas, herramientas, versiones y configuración relevante. Esta información debe permitir reproducir el trabajo.

3.3. Procedimiento experimental

Explique el protocolo seguido: particiones de datos, entrenamiento, validación, evaluación, configuración de experimentos, semillas aleatorias, parámetros y cualquier decisión metodológica relevante.

3.4. Métricas

Defina las métricas utilizadas y justifique su elección. Si el problema presenta desbalanceo, dependencia temporal, validación por grupos u otras restricciones, explique por qué las métricas elegidas son adecuadas.

Capítulo 4

Evaluación experimental

4.1. Configuración experimental

Detalle la configuración experimental final: hardware, software, versiones, parámetros, número de repeticiones, particiones y criterios de comparación.

4.2. Baselines o métodos comparativos

Describa los métodos comparativos utilizados y justifique que son adecuados para responder a las preguntas de investigación.

4.3. Resultados

Presente los resultados de manera clara, preferiblemente combinando tablas, figuras y análisis textual. Evite limitarse a mostrar valores numéricos sin interpretación.

Capítulo 5

Discusión

5.1. Interpretación de los resultados

Interprete los resultados en relación con los objetivos y preguntas de investigación. Indique qué resultados son esperables, cuáles son inesperados y qué explicación plausible puede darse.

5.2. Comparación con trabajos previos

Compare los resultados obtenidos con la literatura revisada. La comparación debe ser prudente si los datasets, métricas o protocolos experimentales no son directamente equivalentes.

5.3. Amenazas a la validez

Identifique limitaciones internas, externas, de constructo y de conclusión. Explique cómo se han mitigado y qué aspectos permanecen abiertos.

Capítulo 6

Conclusiones y trabajo futuro

6.1. Conclusiones

Resuma las conclusiones principales sin introducir resultados nuevos. Debe quedar claro qué se ha demostrado, qué no se ha demostrado y cuál es la contribución final del trabajo.

6.2. Trabajo futuro

Describa extensiones razonables del trabajo: nuevos datasets, mejoras metodológicas, validaciones adicionales, integración en sistemas reales o análisis complementarios.

Bibliografía

- [1] S. Balderas-Díaz y G. Guerrero-Contreras, «ADEPT Framework: Optimizing Data Flow in Dynamic Environments for Ambient Assisted Living,» en *Ambient Intelligence – Software and Applications – 15th International Symposium on Ambient Intelligence*, ép. Lecture Notes in Networks and Systems, vol. 1279, Cham: Springer, 2025, págs. 119-128. DOI: [10.1007/978-3-031-83117-1_12](https://doi.org/10.1007/978-3-031-83117-1_12).
- [2] G. Guerrero-Contreras, S. Balderas-Díaz, J. L. Garrido, M. J. Rodríguez-Fórtiz y G. M. P. O’Hare, «Proposal and Comparative Analysis of a Voting-Based Election Algorithm for Managing Service Replication in MANETs,» *Applied Intelligence*, vol. 53, n.º 16, págs. 19 563-19 590, 2023, ISSN: 0924-669X. DOI: [10.1007/s10489-023-04506-7](https://doi.org/10.1007/s10489-023-04506-7).

Anexo A

Material suplementario

Incluya aquí tablas extendidas, figuras adicionales, cuestionarios, resultados secundarios o información complementaria que no encaje en el cuerpo principal del documento.

Anexo B

Instrucciones de reproducción

Describa los pasos necesarios para reproducir los experimentos. Por ejemplo:

```
1 git clone https://github.com/usuario/repositorio.git
2 cd repositorio
3 python -m venv .venv
4 pip install -r requirements.txt
5 python scripts/run_experiments.py --seed 42
```

Código B.1: Ejemplo de comandos de reproducción.