

# Trabajo Fin de Máster

## Estructura y Contenidos Recomendados

---

### Propósito del Documento.

Este documento establece pautas estructurales y de formato que deberían considerarse al elaborar la memoria de un Trabajo Fin de Máster en la Escuela Técnica Superior en Ingeniería Informática (ETSINF). Todos los TFM realizados en la ETSINF deben seguir la plantilla [\[enlace\]](#) y deberían tener una extensión entre 80 y 150 páginas sin contar los anexos.



Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Informàtica  
Universitat Politècnica de València

### Título

Trabajo Fin de Máster  
Máster Universitario en Ingeniería  
Informática



Ilustración 1 Portada

A continuación, se presentan las secciones o apartados en los que se recomienda estructurar la memoria.

Contenido	
Propósito del Documento.....	1
Portada .....	4
Título.....	4
Subtítulo.....	4
Autor/a y año de creación del TFM .....	4
Tutor y Cotutores (si es el caso) del TFM.....	4
Dedicatoria.....	4
Agradecimientos.....	4
Resumen .....	5
Palabras clave.....	5

Prefacio o prólogo .....	5
Índices y glosarios.....	5
Índice de contenido .....	5
Índices generales, tablas e imàgenes.....	5
Autenticidad de la Información .....	6
CAPÍTULOS O SECCIONES DEL TFM.....	6
1.    Introducción .....	6
Motivación .....	7
Objetivos .....	7
Impacto Esperado.....	8
Metodología .....	8
Estructura.....	8
Colaboraciones .....	8
Convenciones .....	9
2.    Estado del arte.....	9
Crítica al estado del arte.....	9
Propuesta.....	11
3.    Análisis del problema .....	11
Análisis de la seguridad .....	11
Análisis energético o de eficiencia algorítmica.....	11
Análisis del marco legal y ético.....	11
Análisis de riesgos.....	12
Identificación y análisis de soluciones posibles .....	12
4 Solución propuesta .....	12
Plan de Trabajo .....	12
Presupuesto .....	12
Diseño de la solución .....	13
Arquitectura del Sistema.....	13
Diseño Detallado.....	13
Tecnología Utilizada .....	13
Desarrollo de la solución propuesta .....	13
5 Implantación.....	14
Pruebas .....	14
Resultados.....	14
6 Conclusiones.....	14
Relación del trabajo desarrollado con los estudios cursados .....	16
Trabajos futuros .....	16
10.Referencias.....	16
Referencias a pie de página.....	17
Anexos .....	17

Glosario ..... 18

## Portada

**Obligatorio.** En la portada se incluye toda aquella información obligatoria o formal del TFM.

Se recomienda que estas páginas no tengan numeración o, en todo caso, que estén numeradas con números romanos al margen del resto de numeraciones del resto de partes de la obra.

## Título

**Obligatorio.** Identifica de forma única el TFM. Es el nombre del TFM. Conviene que no sea artificialmente complejo. Un título no es el resumen de una obra. Es una referencia que ayuda a entender su contenido, sin desvelar todos sus detalles. Los más efectivos tienen menos de 10 palabras. No deben incluir abreviaturas ni acrónimos. Por ejemplo: “e-Brain: Sistema de simulación cerebral basado en redes neuronales”. El título deberá ser el mismo que el título aprobado por la Comisión Académica del Grado, si fuese diferente el alumno deberá solicitar una modificación del título.

## Subtítulo

**Opcional.** A veces el TFM forma parte de una obra más grande o requiere una aclaración. Por ejemplo, un sistema de inteligencia artificial más amplio dentro del cual el alumno ha desarrollado un aspecto o parte concreta. El título puede repetirse entre varios TFM y cada TFM aclarar en el subtítulo qué parte ha desarrollado. En el ejemplo del título anterior, un subtítulo podría ser: “Subsistema de reconocimiento visual de bordes”.

## Autor/a y año de creación del TFM

**Obligatorio.** Incluye al autor con su nombre completo. Normalmente este será el nombre con el que se registrará en las bases de datos públicas de la biblioteca de la universidad. Se pone el curso académico de la convocatoria de defensa del TFM.

## Tutor y Cotutores (si es el caso) del TFM

**Obligatorio.** De carácter obligatorio. Incluye el nombre y apellidos del tutor del TFM. Si existen dos tutores ambos deben aparecer como co-tutores. También puede incluirse el director/a experimental si se da el caso.

## Dedicatoria

**Opcional.** A criterio del alumno. Típicamente a personas muy allegadas, familiares, etc. Es importante pensar bien el orden y los términos en los que se realizará esta dedicatoria.

## Agradecimientos

**Obligatorio:** Si el trabajo ha sido financiado bajo algún proyecto, beca o similar.

**Opcional en el resto de casos:** Puede colocarse al principio o al final de la obra justo antes de los puntos complementarios finales como anexos o bibliografía.

Normalmente los agradecimientos son a compañeros que pueden haber ayudado en la redacción o desarrollo del TFM, al tutor del TFM, el tutor en la empresa en la que se ha realizado el TFM, a la propia empresa en la que se han realizado las prácticas. Si procede, a compañeros que hayan desarrollado contenidos que no forman parte del TFM pero que le ayudan en su

aspecto profesional, etc.

## Resumen

**Obligatorio.** Esta parte será pública y seguramente la más leída de todo el TFM. Es mejor escribirlo cuando el TFM esté prácticamente finalizado, pero no en el último minuto. Debe ser una síntesis del trabajo y, por lo tanto, deben aparecer aquí todos los elementos fundamentales del TFM. Se precisa de una descripción concisa del problema que se pretende resolver, la metodología seguida para resolverlo, las herramientas utilizadas, los resultados y las conclusiones obtenidas de todo el proceso. Se deben presentar de forma clara, coherente y correctamente estructuradas. Un resumen debe ser autocontenido, sin hacer referencia a páginas o capítulos de la memoria. Normalmente no contiene referencias. La extensión máxima recomendada suele ser de 200 a 500 palabras. El resumen debe realizarse en castellano, valenciano e inglés según la normativa de la UPV.

## Palabras clave

**Obligatorio.** Las palabras clave ayudan a tipificar y clasificar el TFM en las bases de datos, facilitando su búsqueda. Las palabras clave generalmente serán de 3 a 7 y podrán ser compuestas.

## Prefacio o prólogo

**Opcional.** El prefacio o prólogo suele ser una introducción que acostumbra a destacar los méritos, el valor del trabajo, o también a situar la obra en un contexto y unas circunstancias determinantes. Esta parte es opcional y se incluirá en el caso de que se desee ampliar el resumen.

## Índices y glosarios

Son colecciones de entradas que aparecen a lo largo de la memoria y que tienen como misión facilitar la localización de información relevante para el lector, así como poner de manifiesto la estructura general de la obra. Normalmente los índices suelen ir al principio de la obra, justo antes del primer capítulo de introducción y después de los agradecimientos (si estos se colocan al principio de la memoria).

## Índice de contenido

**Obligatorio.** Tabla de contenido donde se pueden observar las partes en que está dividido el TFM. También se denomina índice de títulos. Como regla general, se recomienda mantener el contenido de los índices de títulos en un nivel 3 y excepcionalmente ampliar al 4 si la extensión y estructura de la obra lo requiere. Más allá del nivel 4 no tiene mucho sentido porque los índices se hacen muy extensos y el nivel de detalle hace perder al lector la estructura del TFM.

## Índices generales, tablas e imágenes

**Opcionales.** Hay de varios tipos.

**Índice o glosario de términos.** Lista ordenada de conceptos, nombres propios, etc.; que aparecen en la obra, con las indicaciones necesarias para su localización. Ejemplo: Índice alfabético. Índice onomástico o un índice de materias. Se pueden incluir también índices de referencias a estándares. También es conveniente que aparezca al final del documento, como un anexo más, un capítulo a modo de diccionario breve, que contenga las principales palabras específicas o tecnicismos que se emplean en el trabajo para facilitar la comprensión por parte de

aquellos lectores no especializados en el área del TFM. Conviene avisar de la existencia de este diccionario en el capítulo de introducción.

**Índice de tablas, imágenes, esquemas, etc. Recomendable.** Suele ser un conjunto de listas ordenadas que incluyen las tablas que aparecen diseminadas por toda la memoria, imágenes, ilustraciones o esquemas. Se hace referencia al título que identifica el objeto incluido en la memoria, así como la página en la que aparece. Se pueden incluir tantas listas como se desee, si bien, lo habitual es colocar una de tablas y otra de ilustraciones.

**Definiciones, abreviaturas y acrónimos. Recomendable.** Dependiendo del área de conocimiento en el que se desarrolle el trabajo, puede hacerse uso de un gran número de éstas. Conviene poner un punto común en el que estén todas registradas a modo de diccionario. Suele aparecer conjuntamente con el índice o glosario si existen.

## Autenticidad de la Información

**Obligatorio.** Los alumnos deberán pasar el sistema TURNITIN (<https://www.upv.es/entidades/ASIC/catalogo/FAQS-Anti plagio.pdf>) a la memoria del TFM, y deberán subir el resultado del análisis en la aplicación EBRÓN cuando depositen su TFM. Actualmente se realiza a través de una tarea creada a propósito en el sitio PoliformaT asociado a los TFM. En un futuro esta funcionalidad se integrará en la aplicación Ebrón.

## CAPÍTULOS O SECCIONES DEL TFM

Aparte de las secciones iniciales presentadas, el TFM presentará un cuerpo principal donde aparece el contenido fundamental del TFM desarrollado y posteriormente todos los anexos y apéndices complementarios. A continuación, se presentan una serie de capítulos o secciones que se recomienda incluir. En la ETSINF se presentan TFM de distinta naturaleza (desarrollo de software, arquitectura de sistemas, emprendimiento, consultoría, etc.) y por ello, es importante destacar que estamos ante una recomendación, y pueden existir TFM donde se pueda prescindir de ciertas secciones o sea necesario incluir nuevas que no aparecen en este documento.

### 1. Introducción

**Muy recomendable.** Es el primer capítulo de la memoria. Se debe exponer el problema global de manera sencilla. Presentar una visión amplia y holística del problema. No sobrestimar la familiaridad del lector con el tema del trabajo. No todos los lectores son especialistas en la materia ni la memoria debe de estar redactada solo para los miembros del tribunal.

Ayudaría imaginar a una persona, profesor, profesional, etc. que se desenvuelve en un área diferente, aunque tenga conocimientos generales técnicos propios del Grado. Esta persona tiene vuestro mismo nivel de conocimiento general, pero sabe poco de la literatura, jerga o los trucos que se refieren a su tema particular.

Si aparece al final del documento un pequeño glosario/anexo de términos técnicos empleados comúnmente en la memoria pero que el lector medio pueda tener dificultad para entenderlos, conviene avisar de la existencia de este diccionario en este capítulo.

Escribir de manera que motive al lector a continuar leyendo. Para los primeros párrafos, la tradición permite la prosa, que es menos dura que el rigor exigido por la escritura científica.

Es una buena idea preguntar a alguien que no sea un especialista sobre lo que opina tras leer la memoria. ¿Es una introducción adecuada? ¿Es fácil de seguir? ¿Es interesante?.

Los siguientes tres apartados deberían ser subtítulos dentro del primer capítulo del TFM.

## Motivación

**Recomendable.** Indicar los motivos que han llevado a realizar el TFM y en concreto uno de la temática elegida. Si había alternativas, hay que valorarlas y justificar las razones de esta decisión. Se debe dejar claro cuál es el tema y por qué es importante para el alumno (la empresa, asociación, etc.). Aquí se puede incluir las motivaciones personales que justifican el contenido y orientación del trabajo, motivaciones técnicas, objetivos de aprendizaje que se pretendían, motivaciones profesionales posteriores, etc. Tras leer este punto, el tribunal debe tener claro por qué le interesa esta temática al alumno. Se puede subdividir este apartado de motivación en una motivación personal en la que estaría justificado hablar en primera persona del singular y otra profesional más aséptica en tercera persona del singular reflexiva. Esta motivación debe ser la base para el establecimiento de los objetivos.

## Objetivos

**Obligatorio.** Qué se pretende conseguir con este trabajo. Hay que ser claros y concisos. El TFM posee un propósito que constituirá el punto de partida y orientará todo el proceso llevado a cabo durante su desarrollo o concepción. Ese propósito puede ser desarrollar un producto o un servicio, con sus posibles dependencias o relaciones con otros proyectos/trabajos.

En el caso de ser un trabajo realizado para una empresa o terceros, **contextualizar** el trabajo sobre la situación de partida, y describir cuáles serán las potenciales ventajas del producto o servicio tras su implantación.

El objetivo manifiesta la intencionalidad del trabajo. El principal requisito en el momento de plantear los objetivos es que estos sean alcanzables, razonables y medibles. Es decir que el interés que se persiga considere las posibilidades y limitaciones del trabajo realizado.

Pueden plantearse uno o varios objetivos primarios o generales de los cuales se derivarán una serie de objetivos secundarios o específicos; ya sean los primeros o los segundos siempre se ordenarán según su relevancia.

La valoración de todo el trabajo se da a partir de los objetivos propuestos, los cuales deben ser claramente identificables con el resultado final obtenido. Por lo tanto, el apartado Objetivos y el de Resultados están muy relacionados entre sí. En la redacción se deben considerar las siguientes recomendaciones para considerar los aspectos más relevantes en su formulación:

- Deben ser concretos, es decir no redundar en frases largas.
- Ser factibles y medibles en su consecución.
- Deben identificar aquello que se quiere conseguir con el trabajo.
- Se deben utilizar los verbos en infinitivo, para identificar de forma clara los resultados de cada objetivo como una acción por realizar.

### Impacto Esperado

**Recomendable.** Debe explicar las ventajas/mejoras que va a suponer el producto/servicio resultante del trabajo para el usuario.

Pueden identificarse diferentes usuarios y explicarse el impacto para cada uno de ellos. Por ejemplo: Prototipo de venta online con dos tipos de usuarios (vendedor y comprador).

Adicionalmente se puede relacionar el TFM con problemas contemporáneos, y en concreto con los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible)<sup>1</sup>.

### Metodología

**Recomendable.** Debe explicar los diferentes pasos que se proponen para el cumplimiento de los objetivos. De alguna manera esta metodología guiará o determinará la estructura del trabajo a realizar y, por lo tanto, indirectamente la estructura de la memoria. Debe quedar claro que la metodología utilizada se adecua al ámbito del trabajo y a la orientación del TFM.

### Estructura

**Muy recomendable.** La estructura del documento es un pequeño índice general comentado. Se hace un recorrido rápido de aquello que el lector puede encontrar en los sucesivos capítulos. No es necesario detallar el contenido más allá del segundo nivel de índice por no ser tedioso ni repetir aspectos que se verán más adelante. Básicamente es un párrafo grande que justifica y describe los capítulos para que el lector sepa qué va a encontrar en cada capítulo del TFM.

En esta sección se debe incluir información del contenido de los anexos con el fin de que el lector conozca de primera mano con qué contenidos adicionales puede contar.

Dado que los miembros del tribunal pueden estar formados por profesores que pueden provenir de áreas diversas ajenas a la temática del trabajo, es muy conveniente indicar que existe un glosario o diccionario de términos al final del TFM, que se puede consultar cuando se tengan dudas acerca del significado concreto de alguna palabra específica del área que toca la memoria.

### Colaboraciones

**Obligatorio (si se da el caso).** En el caso de que el trabajo sea realizado junto con otros compañeros, hay que mencionar al equipo completo del trabajo indicando cada uno lo que ha realizado y en concreto, destacar qué parte ha realizado el alumno. En el subtítulo del TFM debería figurar claramente la aportación. Puede ser conveniente incluir el título del TFM con el que se ha colaborado.

Esta información es interesante para que, si alguien se descarga en el futuro una de las memorias de los integrantes del grupo, pueda localizar las complementarias. Por lo tanto, hay que incluir referencias a los otros autores, trabajos, explicar los contenidos desarrollados en esos trabajos que no forman parte del propio, así como la forma en la que se ha llevado a cabo la colaboración entre ambos. Esto deben incluirlo en su TFM todos los miembros del equipo.

Por ejemplo, en el caso de un TFM de desarrollo de software de forma colaborativa, indicar los grandes bloques en que se dividirá la aplicación, cómo interactúan unos con otros, qué funcionalidad concreta va a tener cada uno, requisitos que deberá presentar el API de interacción, problemas a solucionar y el orden en que se abordan dichos problemas, etc,

---

<sup>1</sup> <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

## Convenciones

**Recomendable.** Si el texto de la memoria va a incluir alguna normativa de marcado que lleve asociado un significado adicional, hay que establecer aquí los convencionalismos. Por ejemplo:

- El código fuente se muestra en letra courier cursiva. Y sólo se empleará esta tipología para este tipo de contenido.
- Las palabras extranjeras se remarcarán en cursiva.
- Se entrecomillarán las citas textuales externas a la obra.

## 2. Estado del arte

**Obligatorio.** Esta sección también se podría denominar "Situación actual de la tecnología", "Contexto Tecnológico" o "Estudio Estratégico". Se documentarán otras aplicaciones que existen actualmente o han existido en el mercado (historia de la evolución tecnológica) que realicen funcionalidades iguales o parecidas a las que se propone desarrollar en el TFM. Se expondrán posibles alternativas justificando la opción o el camino elegido para llevar a cabo este TFM.

En caso de considerar conveniente el uso de referencias a videos, las referencias deberían ser tratadas como notas al pie de página en la que aparezca la URL de acceso al video y no como referencias "bibliográficas" o como hiperenlaces superpuestos al texto.

Es en este capítulo donde suelen concentrarse un porcentaje elevado de las referencias bibliográficas que aparezcan al final de la memoria.

Disponer de abundantes referencias bibliográficas en forma de revistas científicas o de divulgación profesional tiene como objetivo refrendar y dar autoridad a las afirmaciones que se realicen. La validación de las afirmaciones que vierte el alumno en esta parte mediante citas externas garantiza que el alumno no se está inventando nada de lo que está diciendo y que, en la realidad, las cosas funcionan como se está indicando. Es importante dar indicios no sólo propios sino fundamentalmente externos de que lo que se dice está validado y es real.

Para la gestión de referencias es muy recomendable la utilización de un gestor bibliográfico, como puede ser Mendeley. La biblioteca de la UPV pone a disposición de la comunidad universitaria información de sobre su uso, disponible en:

<https://www.upv.es/entidades/ABDC/infoweb/bg/info/937008normalc.html>

Si se ha realizado el TFM en el ámbito de una **práctica en empresa**, y con el consentimiento del tutor de empresa, es esta sección o en otra similar (con un título más adecuado) se puede presentar la empresa, su trayectoria, historia, productos que desarrolla, trabajos más representativos, marco en el que se engloban las prácticas realizadas, resaltar la importancia del trabajo realizado para la estrategia de la empresa, del proyecto en el que se enmarca, etc.

Si la empresa ya comercializa un producto software o hardware al cual complementa el TFM, habría que describirlo ampliamente dado que dicho producto es el que determinará posteriormente los requisitos a cumplir por el TFM.

Tanto la empresa como el producto podrían aparecer en un par de apéndices si no se quiere hacer la memoria muy farragosa. En este último caso, podemos referenciar al producto/empresa sucintamente y referir a los apéndices para ampliar la información.

## Crítica al estado del arte

**Muy recomendable.** En esta sección se deben analizar los trabajos anteriormente presentados en la ETSINF e identificar cualquier fallo, ineficacia, laguna, aspecto no abordado que justifique el desarrollo del TFM. Cuando uno acabe de leer este punto debería tener claro el espacio del

conocimiento o de la tecnología que el autor quiere rellenar, objetivo a cumplir, etc.

## Propuesta

**Muy recomendable.** Resume, aclara y justifica cual es el espacio de conocimiento y tecnológico que va a llenar este trabajo. Incide en lo que diferencia, mejora o aporta tu trabajo a lo ya existente. También se puede indicar en qué se parece a lo ya existente. Muchas veces, más que una aportación genial, puede ser una prueba de concepto que combine de una manera original o novedosa soluciones ya existentes.

## 3. Análisis del problema

**Muy recomendable.** Una vez finalizado el estudio sobre el estado del arte sería adecuado un buen análisis del problema o la identificación de oportunidades de innovación o de negocio en el TFM. Este análisis se debe llevar a cabo de forma sistemática y utilizando las técnicas y métodos adecuados según la naturaleza del problema a resolver y el criterio del alumno y el tutor. Algunos ejemplos de secciones a incluir en este apartado serían: Especificación de Requisitos y/o Modelado Conceptual. Se utilizarán técnicas estándares o de amplia aceptación en el ámbito de la Informática (estándares de requisitos, plantillas, casos de uso u otros diagramas UML, etc.). Los requisitos deberán ser detallados y concretos dado que estos puntos deben ser satisfechos por las soluciones propuestas y determinarán la solución a implementar. Existen otros aspectos, quizás menos incluidos en las memorias actuales, que deberían estar presentes en muchos de los casos. Estos aspectos serán opcionales. A continuación, se comentan algunos de ellos:

### Análisis de la seguridad

**Recomendable.** No todos los trabajos tienen este tipo de requisitos, no está de más que se especifique explícitamente cuando sea un aspecto de interés.

### Análisis energético o de eficiencia algorítmica

**Recomendable.** Cada vez más los programas se ejecutan en dispositivos móviles cuya vida de la batería hay que alargar todo lo que se pueda, tanto en el día a día como a lo largo de la vida útil del dispositivo. Realizar algoritmos eficientes y reducir el consumo eléctrico debido al uso de la aplicación desarrollada es algo cada día más a tener en cuenta.

### Análisis del marco legal y ético

**Recomendable.** El marco legal es de obligado cumplimiento por todo profesional, y debe ser considerado desde diversos aspectos tales como:

#### *Análisis de la protección de datos*

No todos los trabajos tienen este requisito, pero si el trabajo consta de algún tipo de acceso a la red o almacena información sensible de los usuarios conviene que se tenga en cuenta.

#### *Propiedad intelectual*

Considerar aspectos como el tipo de licencia que se va a utilizar para el desarrollo de la aplicación en caso de desarrollo de software y especialmente cuando se realiza en el seno de empresas o administraciones públicas. Y otros aspectos convencionales de la propiedad intelectual (p.ej. derechos de imágenes utilizadas en el producto final).

#### *Otros aspectos legales*

Para algunos trabajos se deben considerar elementos como el procedimiento electrónico (administración pública), esquema nacional de interoperabilidad, esquema nacional de seguridad, etc.

#### *Ética*

Además, el alumno se puede encontrar ante dilemas morales que deben ser analizados.

### Análisis de riesgos

**Recomendable.** En el caso de desarrollos orientados a un usuario, debería analizarse el riesgo de aceptación y los indicadores de satisfacción que podremos medir tras la implantación.

En caso de desarrollos orientados a la interoperabilidad, se deberán analizar riesgos tecnológicos y de integración. Si además, el resultado del TFM va a ser integrado en un proyecto de mayor alcance, también deberán considerarse los riesgos potenciales de dicha integración.

Cada riesgo se definirá determinando la siguiente información:

- Tipo de riesgo.
- Impacto que producirá en el proyecto o sobre el producto/servicio resultado del trabajo.
- Medidas que se han tomado o se pueden tomar par reducir dicho impacto.

### Identificación y análisis de soluciones posibles

**Muy recomendable.** En la mayoría de TFM, a partir de los requisitos analizados, lo habitual es que no exista una solución única para la resolución del problema planteado. Habrá que presentar el abanico de soluciones posibles, analizarlas una por una, determinar pros y contras, **establecer un criterio de selección y aplicarlo** para encontrar cual va a ser la solución que finalmente se acabe desarrollando en el TFM. El mensaje final que se debe transmitir en esta sección es que estamos ante un trabajo de un ingeniero, en el cual se han evaluado alternativas y se ha elegido la solución adecuada o al menos la que cumple una serie de restricciones.

### 4 Solución propuesta

**Muy recomendable.** La solución elegida se presenta en esta sección, indicando en qué consiste, las fases por las que se pasará para su desarrollo o en las que se dividirá el TFM, cómo se va a implantar y validar (pruebas a realizar), etc.

### Plan de Trabajo

**Muy Recomendable.** Se recomienda definir un plan de trabajo mediante técnicas de planificación y estimación de esfuerzo que indiquen las fases en las que se dividirá el desarrollo del TFM y cuántas horas-persona necesitará para desarrollar cada fase. Todo ello permitirá calcular un presupuesto aproximado en euros y horas de trabajo del técnico. Se puede incluir fases desarrolladas por las otras personas indicando que dicho trabajo ha sido realizado por las otras personas integrantes en el grupo de desarrollo, destacando siempre la labor propia.

La forma de trabajar ideal sería que los alumnos realicen una estimación y un plan de trabajo antes de empezar el TFM y, conforme avance, anoten lo que realmente les está costando cada fase, anotando si hay desviaciones importantes, que corrijan sobre la marcha, y reasignen prioridades. El objetivo no es acertar a la primera o penalizar planes de trabajo desviados, sino que el alumno realice una reflexión crítica a posteriori de las diferencias obtenidas, que aprenda de los errores de estimación realizados, que averigüe qué detalles se dejó en la estimación para no volver a caer en ellos la próxima vez, en definitiva, que extraiga al final de todo el proceso un aprendizaje.

### Presupuesto

**Muy Recomendable.** Independientemente de que el alumno acabe trabajando en un centro de

investigación, un servicio público o en la empresa privada, siempre tendrá que valorar si con los medios que dispone podrá ser capaz de realizar el trabajo propuesto; bien por él mismo o por un tercero. Es por ello por lo que se recomienda la realización de un presupuesto que determine cuál será la cantidad de recursos humanos y materiales necesarios para poder realizar dicho trabajo. Este punto es una oportunidad para que el alumno valore cuantitativamente el esfuerzo que él mismo ha realizado y tome conciencia del valor del producto realizado.

En el caso más sencillo (el alumno lo podrá detallar como lo estime) se deberá presentar una relación de material hw y sw necesario para poder desarrollar el TFM y las horas-hombre empleadas.

### Diseño de la solución

**Muy recomendable.** Una vez identificados los requisitos de la aplicación, sistema o hardware a desarrollar hay que tomar una serie de decisiones acerca de cómo se ha de realizar o llevar a cabo la solución al problema. Este apartado se refiere al diseño de la solución. El diseño se puede llevar a cabo y documentar en dos niveles de detalle que se describen a continuación.

### Arquitectura del Sistema

**Muy recomendable.** En este primer nivel de abstracción se indicarán los grandes bloques o subsistemas en los que se dividirá la solución. Para muchos TFM es aquí donde se elige y explica la arquitectura software o patrón arquitectónico elegido, se identificarán los componentes esenciales de la arquitectura y cómo se relacionan o interactúan unos con otros. Se presentará mediante un gráfico o diagrama de bloques las piezas o componentes esenciales de la arquitectura. En esta sección también suele incluirse un diagrama UML de componentes/despliegue o simplemente dibujo donde se representan los componentes o piezas de la solución propuesta (BD, dispositivos móviles, servidores, cloud, middleware, APIs, distribución de los componentes, etc.).

### Diseño Detallado

**Muy recomendable.** En este segundo nivel de diseño se detalla el nivel propuesto previamente. Por ejemplo, en muchos TFM es aquí donde se presenta la lista de clases que describirán los diferentes elementos que interactuarán durante la ejecución del programa. Estas clases mantienen relaciones entre ellas incluyen unas a otras como atributos. Hay que indicar estas relaciones, la estructura de módulos que las contendrán, cómo se organizan en la estructura de directorios de la solución. Básicamente se trata de detallar la arquitectura software propuesta, el diseño de la base de datos, toda aquella información que aporte luz a la forma en la que se ha diseñado de forma detallada la solución del problema a resolver con el TFM.

### Tecnología Utilizada

**Muy recomendable.** Este punto podría ser un capítulo aparte. Un aspecto importante del TFM es determinar con qué herramientas, tecnologías y frameworks se ha llevado a cabo el desarrollo o en qué ámbito tecnológico se tiene que desarrollar el TFM. Así surge un apartado en el que se plantean todas las soluciones posibles: entornos, sistemas operativos, lenguajes de desarrollo, etc, para facilitar la implementación, conocimiento personal de las herramientas o estimación del coste de aprendizaje de las mismas, viabilidad esperada y cuantos parámetros se consideren. En este punto se deben tomar las decisiones de entorno de desarrollo empleado, lenguaje a utilizar, APIs, plug-ins, etc.

### Desarrollo de la solución propuesta

**Muy recomendable.** En este apartado se describe el desarrollo de la solución propuesta donde aparece como se ha pasado de la propuesta a la solución final, los problemas y dificultades encontradas, decisiones que se han tenido que tomar, particularidades de la solución final, etc.

Para el caso de desarrollo de aplicaciones, normalmente, en la memoria de TFM no se suele profundizar mucho en la implementación, prácticamente no se suele incluir gran cantidad de código fuente dentro del cuerpo de la memoria ni en los apéndices.

Se puede incluir el código cuando se desee mostrar las implementaciones de ciertos aspectos o partes del sistema relevantes, novedosas, complejas, esenciales para entender el sistema que merezcan la pena explicar debido a la complejidad intrínseca o por ser un punto especialmente crítico en el sistema.

Como regla general, el código normal

1. Vendrá comentado bien en párrafos adjuntos de la memoria o bien como comentarios extensos dentro del código.
2. Se situará en alguno de los apéndices, si procede.

## 5 Implantación

**Muy recomendable.** En este apartado se presenta la etapa de implantación de la solución. En esta fase lleva el desarrollo realizado a explotación. Para ello, puede ser necesaria la instalación y/o puesta en marcha (o en producción) del sistema desarrollado para probarlo y obtener resultados que nos ofrece la solución final.

Incluir los aspectos relacionados con la gestión del cambio.

## Pruebas

**Muy recomendable.** En este apartado se presentarán las pruebas que se hayan realizado para verificar que la solución funciona correctamente, y las pruebas de validación (con el usuario) si se han realizado para comprobar que el sistema realiza lo que el usuario espera y lo que se ha especificado. También se pueden presentar pruebas de carga para comprobar su eficiencia y el consumo de recursos.

## Resultados

Los resultados son los datos o hechos, que deben ser medibles y estar relacionados con el objetivo del trabajo a desarrollar.

## 6 Conclusiones

**Obligatorio.** Esta sección es obligatoria y debe redactarse en forma sencilla, exhibiendo concordancia con las hipótesis aceptadas u objetivos formulados inicialmente. Todo lo que aparezca en esta sección debe de haber aparecido también al principio de la memoria en el apartado Objetivos de la Introducción.

Una vez analizado los resultados es escribir las conclusiones. Las conclusiones son la interpretación de los resultados.

En esta sección se debe poner de manifiesto claramente si se han alcanzado todos los objetivos planteados y si se han desarrollado éstos satisfactoriamente, proponiendo ideas, soluciones o incluso nuevos objetivos surgidos a raíz de los anteriores.

En la memoria debe quedar claro el dominio que tiene el alumno de diferentes tecnologías y de cómo las ha empleado para poder dar solución al problema planteado en la introducción de la memoria. Debe poner de manifiesto que ha sido capaz de integrar los conocimientos de diferentes disciplinas o áreas para resolver el problema planteado haciendo un uso adecuado de la tecnología de vanguardia. Posiblemente esas tecnologías no se hayan visto durante la carrera o incluso se hayan visto de manera insuficiente para el contenido del TFM. Es necesario explicitar qué se ha aprendido que no se sabía o si ha sido muy difícil el desarrollo.

Hay que evitar cometer el error muy frecuente de repetir en la conclusión los resultados. Otro error es ir más allá de los objetivos planteados. El alumno tiene aquí la posibilidad de reflexionar sobre el trabajo realizado:

- Qué problemas se han encontrado y cómo los ha solucionado.

- Qué errores se han cometido y cómo se podrían haber evitado.
- Qué ha aprendido el alumno con este proyecto tanto profesional como personalmente. En este punto hay que indicar también qué nuevos conocimientos y tecnologías ha hecho falta que aprenda el alumno para poder realizarlo y el dominio alcanzado con ello.

## Relación del trabajo desarrollado con los estudios cursados

**Obligatorio.** Es conveniente e interesante pararse a pensar y realizar un ejercicio de introspección que incluya un análisis de la relación de los estudios realizados con el trabajo desarrollado por el alumno.

Este punto es una justificación de que el contenido del TFM es conforme a los estudios cursados. El objetivo del trabajo es poner en marcha y coordinar conocimientos recibidos a lo largo de los estudios con el fin de demostrar que se saben dar soluciones a problemas reales en el mundo laboral. Tener en cuenta que:

1. Un trabajo que demuestre el uso de muy pocas tecnologías, o muy específicas, demuestra que:
  1. Es un trabajo pobre desde el punto de vista de la demostración del dominio tecnológico amplio del alumno.
  2. Tal vez el alumno haya realizado el trabajo de aquello que se ha enterado y no sabe mucho más.
2. Un trabajo muy amplio que emplee muchas tecnologías puede ser agotador y acabar siendo muy largo o, caso de que haya tiempos máximos de entrega, acabe poco lucido por el coste de aprendizaje de las tecnologías no enseñadas en clase.

Por último, destacar que sería adecuado comentar qué competencias transversales y en qué grado se han requerido y puesto en práctica para la elaboración del TFM.

## Trabajos futuros

**Opcional.** En este apartado se puede presentar una lista de:

- Fleclos que le hubiera gustado al alumno acabar en este trabajo pero que no ha podido ser porque se acababa el tiempo disponible para la realización del TFM.
- Líneas de desarrollo que se abren para aplicar estos resultados a otras áreas.
- Ampliaciones o mejoras tanto de eficiencia como de funcionalidades del trabajo realizado

También es importante indicar caminos por los cuales es mejor no seguir y esbozar las razones que se argumentan para evitar hacerlo.

## 10. Referencias

**Obligatorio.** Las referencias permiten al lector comprobar varias cosas acerca del trabajo:

1. La verificación de las fuentes originales en las que se basa el trabajo.
2. Que el alumno no ha reinventado la rueda y que ha construido sobre trabajo previamente desarrollado.
3. Es un indicador directo del grado de profundidad del trabajo realizado.

En este apartado se valora la abundancia de las fuentes de información, la relevancia y la adecuación al tema trabajado en el TFM.

El nivel de detalle al que se puede llegar referenciando desde el texto principal puede ser extenuante. Como regla de sentido común, hay que pensar en el lector o miembro del tribunal como un profesional de la informática con amplios conocimientos comunes pero que no es especialista en la materia de la que versa el TFM. Por lo tanto, no es necesario documentar ni referenciar permanentemente a la Wikipedia<sup>2</sup> cada vez que se emplea una palabra por primera

---

<sup>2</sup><http://www.wikipedia.org/>

vez ni para aclarar conceptos básicos de primero de carrera de informática. Sí que hará falta referenciar a artículos serios o científicos cuando haya que introducir determinados algoritmos, mejoras o determinadas tecnologías específicas propias de la temática del TFM.

Actualmente todo está en internet por lo que la tentación de convertir una bibliografía en una colección de enlaces a páginas web es muy alta. A continuación, se presentan algunas recomendaciones prácticas a tener en cuenta:

- No abusar de referencias *bibliográficas* a páginas web. Dejar para esta sección, al final del todo, todas las referencias a libros, artículos y revistas, libros o artículos serios de revistas científicas, sean electrónicos o no.
- Cualquier referencia a una página web del fabricante o del producto fabricado (herramienta empleada por el alumno o programas que sirven de referencia al TFM a desarrollar), se resuelve como una nota al pie de página. Normalmente se referencia la primera vez que aparecen.
- No puede aparecer ninguna referencia bibliográfica en la bibliografía que no esté referenciada al menos una vez en alguna parte del texto.
- No puede aparecer ninguna referencia en el texto a una referencia bibliográfica inexistente en la bibliografía.
- Puede haber varias referencias en el texto a la misma fuente bibliográfica.

Se deben referenciar en el texto las figuras e imágenes incluidas en la memoria.

Se deben documentar todas las fuentes bibliográficas utilizadas en un formato de citación estándar. Existen muchísimas normativas para establecer referencias bibliográficas. Se recomienda la norma internacional ISO 690-2010 para recoger las referencias bibliográficas [Bezos14]. Algunas bibliotecas han realizado un resumen organizado de la norma como la de la Universidad de Alicante<sup>3</sup> que, a modo de prontuario, resuelven las principales dudas que puedan aparecer durante la redacción de referencias bibliográficas.

## Referencias a pie de página

**Recomendable.** Cualquier referencia a una página web del fabricante o del producto fabricado (herramienta empleada por el alumno o programas que sirven de referencia al TFM a desarrollar), se resuelve como una nota al pie de página. Normalmente se referencia la primera vez que aparecen.

Si al buscar información por internet aparecen varias referencias que finalmente dirigen a una web del fabricante o del producto, hay que referenciar a la web final, a la original y a la cual se refiere en el artículo. Visitarla y verificar que lo que dice el primer autor es cierto y añadir lo que se considere por el autor.

## Anexos

**Opcional.** Normalmente se reserva para esta parte todos aquellos aspectos del TFM que no sea necesario leer en la memoria para entender su contenido de forma completa. Suele recoger detalles técnicos, manual de usuario, trozos de código, ampliaciones de una determinada parte, etc. Esta parte va dedicada a aquellos lectores que buscan algo muy específico o que tienen especial predilección por un tema concreto y quieren profundizar un poco más en ese aspecto por cuestiones personales.

También se puede colocar material suplementario que se ha desarrollado pero que se descartó pero que presenta interés. Es una forma de poner en valor la cantidad de trabajo realizado,

---

<sup>3</sup>[http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/33984/1/Norma\\_ISO\\_Doctorado.pdf](http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/33984/1/Norma_ISO_Doctorado.pdf)

aunque no todo haya ido en la dirección final del TFM.

## Glosario

**Recomendable.** Dado que los miembros del tribunal pueden estar formados por profesores que pueden provenir de áreas diversas ajenas a la temática del trabajo, es muy conveniente indicar dentro del texto, en el apartado de estructura de la obra, que existe este glosario.

Debe contener aquellas palabras específicas y acrónimos del área que no tienen por qué ser conocidos por una persona que posea conocimientos medios en informática y no sea especialista en la materia.

### **CORRECCIONES Y MEJORAS AL DOCUMENTO.**

Este no es un documento cerrado, se pueden proponer mejoras y correcciones al documento que serán estudiadas y validadas para ser incorporadas en futuras versiones. Se pueden enviar cualquier propuesta de mejora a la siguiente dirección de correo: [scei@inf.upv.es](mailto:scei@inf.upv.es).