



UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA
ESCUELA SUPERIOR DE INFORMÁTICA

GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA

<Tecnología Específica>

TRABAJO FIN DE GRADO

Plantilla de TFG para ESI-UCLM
Curso de \LaTeX esencial

Jesús Salido Tercero

<mes, año>



**UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA
ESCUELA SUPERIOR DE INFORMÁTICA**

<Primera línea Depto. Director>

<Segunda línea Depto. Director>

<Tecnología Específica>

TRABAJO FIN DE GRADO

**Plantilla de TFG para ESI-UCLM
Curso de \LaTeX esencial**

Autor(a): Jesús Salido Tercero

Director(a): <director (nombre apellidos)>

Director(a): <codirector (nombre apellidos)>

<mes, año>

Plantilla TFG

© Jesús Salido Tercero, <año>

Este documento se distribuye con licencia Creative Commons Atribución Compartir Igual 4.0. El texto completo de la licencia puede obtenerse en <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>.

La copia y distribución de esta obra está permitida en todo el mundo, sin regalías y por cualquier medio, siempre que esta nota sea preservada. Se concede permiso para copiar y distribuir traducciones de este libro desde el español original a otro idioma, siempre que la traducción sea aprobada por el autor del libro y tanto el aviso de copyright como esta nota de permiso, sean preservados en todas las copias.



TRIBUNAL:

Presidente: _____

Vocal: _____

Secretario: _____

FECHA DE DEFENSA: _____

CALIFICACIÓN: _____

PRESIDENTE

VOCAL

SECRETARIO

Fdo.:

Fdo.:

Fdo.:

*A mis alumnos ...
(para siempre)*

Resumen

(... versión del resumen en español ...)

El resumen debe ocupar como máximo una página y en dicho espacio proporcionará información crucial sobre el *‘qué’* (problemática que trata de resolver el TFG), el *‘cómo’* (metodología para llegar a los resultados) y los objetivos alcanzados.

Abstract

(... english version of the abstract ...)

Versión del resumen en inglés. En los trabajos cuyo idioma principal sea el inglés, el orden de Resumen y Abstract se invertirá.

AGRADECIMIENTOS

Aunque es un apartado opcional, haremos bueno el refrán «*Es de bien nacidos, ser agradecidos*» si empleamos este espacio es un medio para agradecer a todos los que, de un modo u otro, han hecho posible que el TFG «llegue a buen puerto». Esta sección es ideal para agradecer a familiares, directores, profesores, compañeros, amigos, etc.

Estos agradecimientos pueden ser tan personales como se desee e incluir anécdotas y chascarrillos, pero nunca deberían ocupar más de una página.

Jesús Salido Tercero

ÍNDICE GENERAL

Índice de figuras	XVII
Índice de tablas	XIX
Índice de listados	XXI
Índice de algoritmos	XXIII
1. Introducción	1
1.1. Ejemplos de listas	1
1.2. Ejemplos de tablas	2
1.3. Ejemplos de figuras	3
1.4. Ejemplos de listados	4
1.4.1. Algoritmos con el paquete <code>algorithm2e</code>	4
1.5. Menús, paths y teclas con el paquete <code>menukeys</code>	5
2. Objetivo	9
3. Propuesta	11
3.1. Sistema experto	11
3.1.1. Características del sistema experto	11
3.1.2. Estudio de viabilidad	11
3.1.3. Adquisición del conocimiento	12
3.1.4. Implantación	12
3.1.5. Evaluación y pruebas	13
3.1.6. Motor de inferencia	13
4. Evaluación	15
4.1. Características del sistema experto	15
4.2. Estudio de viabilidad	15
5. Metodología	21
6. Resultados	23

7. Conclusiones	25
A. El primer anexo	27

ÍNDICE DE FIGURAS

1.1. Ejemplo de figura	3
1.2. Ejemplo de subfiguras	3
1.3. Blanco válido espada	6
3.1. Desarrollo SE	11

ÍNDICE DE TABLAS

1.1. Ejemplo de uso de la macro <code>cline</code>	2
1.2. Ejemplo de tabla con especificación de anchura de columna	2
1.3. Ejemplo tabla resultados poule	7
4.1. Tabla con las características de plausibilidad	15
4.2. Tabla con las características de justificación	16
4.3. Tabla con las características de adaptación	17
4.4. Tabla con las características de éxito	18
4.5. Resultados de viabilidad	19
5.1. Estructura BBDD asaltos inicial	21
5.2. Estructura BBDD tiradores	22
5.3. Estructura BBDD asaltos final	22

ÍNDICE DE LISTADOS

1.1. Código fuente en Java	4
1.2. Ejemplo de código C	4

ÍNDICE DE ALGORITMOS

1.1. Cómo escribir algoritmos	5
---	---

INTRODUCCIÓN

Este capítulo aborda la motivación del trabajo. Se trata de señalar la necesidad de la que surge, su actualidad y pertinencia. Puede incluir también un estado de la cuestión en la que se revisen estudios o desarrollos previos y en qué medida sirven de base al trabajo que se presenta.

A continuación se muestran algunos ejemplos para la inclusión de elementos en el documento.

1.1. EJEMPLOS DE LISTAS

A continuación se van a añadir algunos ejemplos que pueden emplearse al redactar la memoria.

Ejemplo de lista con *bullet* especial.

- * peras
- manzanas
- ♥ naranjas

Ejemplo de lista compacta (también se puede emplear el entorno para enumeraciones *compactenum*)

- peras
- manzanas
- naranjas

Ejemplo de lista en varias columnas.

- | | |
|-------------|--------------|
| 1. peras | 4. patatas |
| 2. manzanas | 5. calabazas |
| 3. naranjas | 6. fresas |

1.2. EJEMPLOS DE TABLAS

A continuación se incluyen algunos ejemplos de tablas hechas con \LaTeX y paquetes dedicados.

Tabla 1.1: Ejemplo de uso de la macro `cline`

7C0	hexadecimal
3700	octal
11111000000	binario
1984	decimal

Ejemplo de tabla en la que se controla el ancho de la celda.

Tabla 1.2: Ejemplo de tabla con especificación de anchura de columna

Día	Temp Mín (°C)	Temp Máx (°C)	Previsión
Lunes	11	22	Día claro y muy soleado. Sin embargo, la brisa de la tarde puede hacer que las temperaturas desciendan
Martes	9	19	Nuboso con chubascos en muchas regiones. En Cataluña claro con posibilidad de bancos nubosos al norte de la región
Miércoles	10	21	La lluvia continuará por la mañana pero las condiciones climáticas mejorarán considerablemente por la tarde

1.3. EJEMPLOS DE FIGURAS

En esta sección se añaden ejemplos de muestra para la inclusión de figuras simples y subfiguras.



Figura 1.1: Figura vectorial del escudo de la ESI

Ejemplo de figuras compuestas por subfiguras.

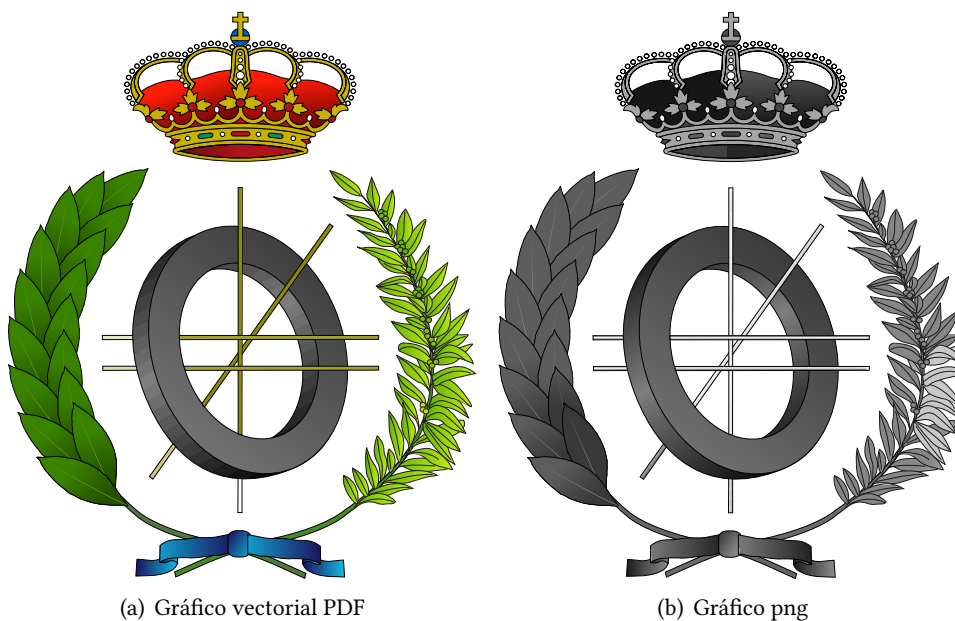


Figura 1.2: Ejemplo de inclusión de subfiguras en un mismo entorno

1.4. EJEMPLOS DE LISTADOS

Ejemplos más representativos de inclusión de porciones de código fuente.

Listado 1.1: Ejemplo de código fuente en lenguaje Java

```

1 // @author www.javadb.com
2 public class Main {
3 // Este método convierte un String a
4 // un vector de bytes
5
6 public void convertStringToByteArray() {
7
8 String stringToConvert = "This_String_is_15";
9 byte[] theByteArray = stringToConvert.getBytes();
10 System.out.println(theByteArray.length);
11 }
12
13 // argumentos de línea de comandos
14 public static void main(String[] args) {
15 new Main().convertStringToByteArray();
16 }
17 }

```

Otro ejemplo.

Listado 1.2: Ejemplo de código C

```

1 // Este código se ha incluido tal cual está
2 // en el fichero LATEX
3 #include <stdio.h>
4 int main(int argc, char* argv[]) {
5 puts(";Hola_mundo!");
6 }

```

Ejemplo de entrada por consola.

```
$ gcc -o Hola_HolaMundo.c
```

1.4.1. Algoritmos con el paquete algorithm2e

Como ya se ha comentado en los textos científicos relacionados con las TIC¹ (Tecnologías de la Información y Comunicaciones) suelen aparecer porciones de código en los que se explica alguna función o característica relevante del trabajo que se expone. Muchas veces lo que se quiere ilustrar es un algoritmo o método en que se ha resuelto un problema abstrayéndose del lenguaje de programación concreto en que se realiza la implementación. El paquete `algorithm2e`² proporciona un entorno `algorithm` para la impresión apropiada de algoritmos tratándolos como objetos flotantes y con muchas flexibilidad de personalización. En el algoritmo 1.1 se muestra cómo puede emplearse dicho paquete. En este curso no se explican las posibilidades del paquete más en profundidad ya que excede el propósito del curso. A todos los interesados se les remite a la documentación del mismo.

¹Por supuesto en un TFG o tesis de una Escuela de Informática.

²<https://osl.ugr.es/CTAN/macros/latex/contrib/algorithm2e/doc/algorithm2e.pdf>

Algoritmo 1.1: Cómo escribir algoritmos

```

Datos      :este texto
Resultado :como escribir algoritmos con LATEX2ε
1 inicialización;
2 while no es el fin del documento do
3   leer actual;
4   if comprendido then
5     ir a la siguiente sección;
6     la sección actual es esta;
7   else
8     ir al principio de la sección actual;
9   end
10 end

```

1.5. MENÚS, PATHS Y TECLAS CON EL PAQUETE MENUKEYS

Cada vez es más usual que los trabajos en ingeniería exijan el uso de software. Para poder especificar de modo elegante el uso menús, pulsación de teclas y directorios se recomienda el uso del paquete `menukeys`.³ Este paquete nos permite especificar el acceso a un menú, por ejemplo:

Herramientas >> Órdenes >> PDFLaTeX

También un conjunto de teclas. Por ejemplo: `Ctrl` + `↑` + `T`

O un directorio: `C:\user\LaTeX\Ejemplos`

Aunque este paquete permite muchas opciones de configuración de los estilos aplicados, no es necesario hacerlo para obtener unos resultados muy elegantes.

Descripción esgrima

La esgrima es un deporte de estrategia en el cuál tendrás que analizar a tu oponente a la vez que te defiendes de sus acometidas. A la vez, tendrás que disfrazar tus ataques con otros para que el oponente no sea capaz de analizar tus movimientos. Es por esto por lo que la mayoría de practicantes lo denominan el ajedrez en movimiento puesto que todo son ataques, por un franco u otro, pequeñas batallas que te llevarán a ganar la guerra al final. Jugar con la mente del rival y calmar la tuya para tener superioridad táctica.

Por supuesto que el físico influye en este deporte, no deja de ser un deporte de contacto en el cual las cualidades físicas (fuerza, agilidad, rapidez, coordinación, reflejos, etc) son un factor mas a tener en cuenta, pero esto no serán mas que componentes de una ecuación la cual nos dará la victoria.

Al ser un deporte minoritario, que alguna vez hemos visto en la televisión cuando hay olimpiadas y nos detenemos un momento a verlo porque hay espadas y vemos a dos personas luchando con ellas como si de piratas o de mosqueteros se tratasen, pasemos a explicar por encima en que consiste un asalto de esgrima. Un asalto de esgrima es un enfrentamiento entre dos oponentes los cuales tienen que llegar al límite de tocados antes que el rival o estar por encima de este una vez haya terminado el tiempo de asalto. Dependiendo de la modalidad y categoría variaran estos tiempos y límite de tocados. ¿Pero que es un tocado? Un tocado no es mas que un punto a tu favor, el cual se puede conseguir tocando al rival o mediante sanciones del rival. Un ejemplo de sanciones podría ser un

³<https://osl.ugr.es/CTAN/macros/latex/contrib/menukeys/menukeys.pdf>

comportamiento antideportivo, salirse de la pista por el fondo, dar varias veces la espalda, perder el tiempo repetidas veces mientras vas perdiendo, etc.

Como la mayoría de artes marciales no es mas que un esquema táctico en el cuál tendremos unas variables de entrada mediante las cuales determinaremos una salida. ¿Pero como es posible que un deporte de contacto se base en una serie de entradas y salidas? Bien, un ejemplo muy básico es el siguiente: ante una acción ofensiva directa hacia la parte superior del cuerpo lo lógico es cubrirse esta parte. Aquí es donde entra en juego la estrategia de cada componente del combate. Si el atacante sabe que tu reacción ante una amenaza arriba será cubrirte esa zona, el amagará con un ataque falso (finta) a una parte del cuerpo y sobre tu acción defensiva para evitar esta acometida aprovechará para atacar otra zona que dejaste descubierta por defender la primera acción. Por otro lado, el defensor puede analizar al rival y saber que el primer ataque no será el verdadero, si no que será una preparación para atacar sobre otra zona, de este modo anticiparse y atacar sobre esta preparación o amagar con defenderse sobre la primera zona para después cubrirse la segunda y contra-atacar.

Una vez tenemos unas nociones básicas sobre como funciona un esquema táctico en general sobre cualquier disciplina de arte marcial o deporte de contacto, pasemos a hablar de la esgrima en concreto. Hay tres disciplinas dentro de este deporte: sable, florete y espada. Siendo la primera una modalidad en la que se puede tocar con cualquier parte de la hoja, mientras que en las dos últimas son armas de estoque, es decir, solo vale tocar con la punta. Puesto que cada modalidad tiene unas normas y la espada es la mas practicada y mas sencilla de todas, nos centraremos en ella. En la modalidad de espada se puede tocar en cualquier parte del cuerpo, esto incluye desde el pecho, hasta la suela de la zapatilla, pasando por la espalda o cualquier lugar que se nos ocurra. Con la única excepción de la nuca, puesto que es la única zona en la que no hay protección, para ello hay normas evitando que des la espalda y expongas esta zona tan delicada.

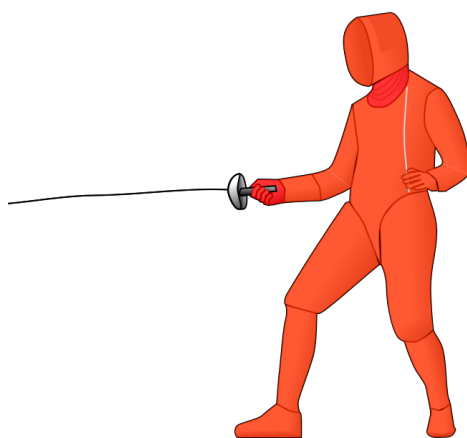


Figura 1.3: Blanco válido espada

Como hemos mencionado antes es un arma de estoque, por lo que el mecanismo de activación estará en la punta y será mediante un botón, el cuál al presionarse sobre un blanco válido cerrará un circuito eléctrico cuyo objetivo es señalar el tocado. A partir de este momento el rival tiene un breve periodo de tiempo, 0.4 segundos, para realizar un tocado sobre el rival y que haya un tocado doble. Pasado este tiempo el circuito se bloqueará y solo habrá un tocado válido. A pesar de que haya un tocado doble no quiere decir que siempre sean válidos ambos tocados. Mediante las normas se dictaminará si los dos lo son, solo uno o ninguno de ellos lo es. Un ejemplo podría ser que uno de los dos tiradores se encuentre fuera de la pista, lo cual anularía su tocado. Como se han podido dar cuenta, hemos hablado de tiempo, por lo que otro componente a tener en cuenta es ser mas rápido que el rival, esto habrá que tenerlo en cuenta en nuestro esquema táctico para poder decidir una acción en la cual, aunque nos toquen, nosotros lo hagamos con suficiente antelación al rival de modo que su tocado no sea válido. Tal y como se habló antes los asaltos tienen un límite de tiempo y un límite de tocados, este será otro factor a tener en cuenta en nuestro esquema táctico sobre como

plantear el asalto. Puede que a veces nos interese llevar un asalto hasta el final del tiempo desgastando físicamente al rival para aprovechar esta superioridad al final. Otras veces quizás nos interese lo contrario, acabar con el asalto cuanto antes para evitar dejar al contrario pensar. Puede que otras veces nos interese alargar el asalto al mayor número de tocos posibles puesto que tengamos mayor repertorio que nuestro oponente, mientras que en el caso contrario, si tenemos pocas acciones nos interesará hacer el menor número de tocos. También habrá que tener en cuenta el marcador y cuanta distancia hay hasta el final del combate, si al rival le falta un toco para ganar, mientras que a nosotros nos faltan tres, no nos interesa que haya un toco doble puesto que el ganaría. Estas son algunas de las variables entran dentro de la formula para plantear nuestra táctica en un asalto de esgrima.

Una vez que ya sabemos como funciona un asalto de esgrima podemos hablar sobre como funciona una competición de esgrima. Primero hablaremos de las individuales y mas tarde de los equipos. Se explicará el funcionamiento de una competición estandar, lo cual puede variar en función de la categoría y tipo de competición. En cuanto a las competiciones individuales primero se disputa una fase de grupos, la cual se denomina *poule* en la cual se dividen a todos los tiradores en poules (grupos) de seis o siete tiradores en función del número de participantes que haya. Siendo siete el número ideal y dejando las de seis en caso de que no haya número suficiente de tiradores. Estas poules se hacen en función del ranking de los tiradores inscritos a la competición, de manera que estén lo mas equilibradas posibles. Una vez organizadas las poules se da comienzo a ellas. En ellas se enfrentan todos los tiradores entre ellos, empezando los que sean del mismo país y club, para evitar favoritismos mas adelante. Estos enfrentamientos serán en un único asalto con un límite de cinco tocos y una duración máxima de tres minutos. El primero que llegue al límite con diferencia de un toco o quien tenga mayor puntuación al acabar el tiempo será el ganador de este encuentro.

Tabla 1.3: Ejemplo tabla resultados poule

	Tirador 1	Tirador 2	Tirador 3	Tirador 4	Tirador 5	Tirador 6	Tirador 7
Tirador 1	x	V					
Tirador 2	1	x					
Tirador 3			x				
Tirador 4				x			2
Tirador 5					x		
Tirador 6						x	
Tirador 7				V ₃			x

La anterior tabla sería un ejemplo de una tabla de poule en mitad de una competición. Se puede apreciar como se anotan las victorias, las derrotas y los resultados de ambas. En caso de obtener una victoria se anotará la puntuación. Una vez terminadas todas las poules se obtendrá la clasificación general, obteniendose de la siguiente manera:

1. Porcentaje Victorias/Derrotas
2. Tocados dados - Tocados recibidos
3. Tocados dados

En caso de empate de todo lo anterior ambos mantendrán el mismo número de serie y se saltará el siguiente. El orden de quien estará encima de otro será aleatorio. Una vez obtenida la clasificación general de las poules, se hace un corte para eliminar a un porcentaje de los participantes, suele ser un veinte por ciento. Con los tiradores restantes de este corte se hace un tablón lo suficientemente grande para acoger a todos los participantes. El número de este tablón será una potencia de dos, es decir 2, 4, 8, 16, 32, 64, etc. En caso de no haber participantes suficientes para completar el tablón los primeros participantes pasarán exentos de la primera ronda. El resto de la competición es una eliminatoria directa en la que el vencedor pasa a la siguiente ronda mientras que el perdedor termina la competición.

CAPÍTULO 2

OBJETIVO

Introduce y motiva la problemática (i.e. *¿cuál es el problema que se plantea y por qué es interesante su resolución?*)

Debe concretar y exponer detalladamente el problema a resolver, el entorno de trabajo, la situación y qué se pretende obtener. También puede contemplar las limitaciones y condicionantes a considerar para la resolución del problema (lenguaje de construcción, equipo físico, equipo lógico de base o de apoyo, etc.). Si se considera necesario, esta sección puede titularse *Objetivos del TFG e hipótesis de trabajo*. En este caso, se añadirán las hipótesis de trabajo que el alumno pretende demostrar con su TFG.

Una de las tareas más complicadas al proponer un TFG es plantear su Objetivo. La dificultad deriva de la falta de consenso respecto de lo que se entiende por *objetivo* de un trabajo de esta naturaleza. En primer lugar se debe distinguir entre dos tipos de objetivo:

1. La *finalidad específica* del TFG que se plantea para resolver una problemática concreta aplicando los métodos y herramientas adquiridos durante la formación académica. Por ejemplo, *«Desarrollo de una aplicación software para gestionar reservas hoteleras on-line»*.
2. El *propósito académico* que la realización de un TFG tiene en la formación de un graduado. Por ejemplo, la *adquisición de competencias específicas de la especialización cursada*.

En el ámbito de la memoria del TFG se tiene que definir el primer tipo de objetivo, mientras que el segundo tipo de objetivo es el que se añade al elaborar la propuesta de un TFG presentada ante un comité para su aprobación. Este segundo tipo de objetivo no debe incluirse en el apartado correspondiente de la memoria y en todo caso puede valorarse su satisfacción en la sección de resultados y conclusiones.

Un objetivo bien planteado para el TFG debe estar determinado en términos del *«producto final»* esperado que resuelve un problema específico. Es por tanto un sustantivo que debería ser *concreto* y *medible*. El Objetivo planteado puede pertenecer una de las categorías que se indica a continuación:

- *Diseño y desarrollo de «artefactos»* (habitual en las ingenierías),
- *Estudio* que ofrece información novedosa sobre un tema (usual en las ramas de ciencias y humanidades), y
- *Validación de una hipótesis* de partida (propio de los trabajos científicos y menos habitual en el caso de los TFG).

Estas categorías no son excluyentes, de modo que es posible plantear un trabajo cuyo objetivo sea el diseño y desarrollo de un «artefacto» y éste implique un estudio previo o la validación de alguna hipótesis para guiar el proceso. En este caso y cuando el objetivo sea lo suficientemente amplio

puede ser conveniente su descomposición en elementos más simples hablando de *subobjetivos*. Por ejemplo, un programa informático puede descomponerse en módulos o requerir un estudio previo para plantear un nuevo algoritmo que será preciso validar.

La descomposición de un objetivo principal en subobjetivos u objetivos secundarios debería ser natural (no forzada), bien justificada y sólo pertinente en los TFG de gran amplitud.

Junto con la definición del objetivo del TFG se puede especificar los *requisitos* que debe satisfacer la solución aportada. Estos requisitos especifican *características* que debe poseer la solución y *restricciones* que acotan su alcance. En el caso de TFG cuyo objetivo es el desarrollo de un «artefacto» los requisitos pueden ser *funcionales* y *no funcionales*.

Al redactar el objetivo de un TFG se debe evitar confundir los medios con el fin. Así es habitual encontrarse con objetivos definidos en términos de las *acciones* (verbos) o *tareas* que será preciso realizar para llegar al verdadero objetivo. Sin embargo, a la hora de planificar el desarrollo del trabajo si es apropiado descomponer todo el trabajo en *hitos* y estos en *tareas* para facilitar dicha *planificación*.

La categoría del objetivo planteado justifica modificaciones en la organización genérica de la memoria del TFG. Así en el caso de estudios y validación de hipótesis el apartado de resultados y conclusiones debería incluir los resultados de experimentación y los comentarios de cómo dichos resultados validan o refutan la hipótesis planteada.

3.1. SISTEMA EXPERTO

En este apartado se abordarán los pasos a seguir para desarrollar un sistema experto. En la figura se puede observar el ciclo de vida de creación y mantenimiento de un software de este tipo:

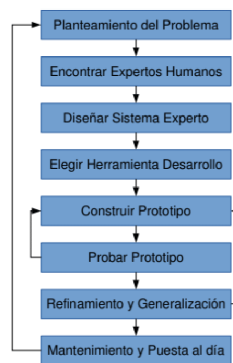


Figura 3.1: Desarrollo SE

3.1.1. Características del sistema experto

Cuando se desea implementar un sistema experto en primer lugar se debe definir el alcance y los límites de dicho sistema, se deben indicar que aspectos cubre el sistema experto y que aspectos quedan fuera del ámbito del sistema.

Define las características del problema. Se pretende determinar la naturaleza del problema y los objetivos precisos que indique exactamente cómo se espera que el sistema experto contribuya a la solución de los problemas. Existirá una interacción entre experto e ingeniero. Cuando el experto en el dominio muestre distintos casos, el ingeniero del conocimiento desarrolla una primera descripción del problema. Normalmente el experto no está de acuerdo con ella, o mejor dicho, no siente que representa el problema en su totalidad, entonces el ingeniero reformulará la descripción. Esta actividad prosigue hasta que los dos estén de acuerdo en la descripción.

El método del test de SLAGEL se define en el Anexo I.

3.1.2. Estudio de viabilidad

Teniendo claro el alcance del sistema experto debe estudiarse si la implementación del mismo es posible desde el punto de vista de la computación. Para esto se realiza un estudio de viabilidad, en

este caso se utiliza un estudio de viabilidad basado en el test de SLAGEL. Este estudio establece si el proyecto cumple con las siguientes características.

- **Plausible:** Determina si es posible resolver el problema desde el punto de vista de la ingeniería del conocimiento.
- **Justificable:** Analiza si está justificado el desarrollo del sistema desde la perspectiva de la ingeniería del conocimiento, se basa en temas como la necesidad del sistema y la inversión a realizar.
- **Adecuado:** Establece si el problema a resolver está dentro del marco de la ingeniería del conocimiento, existen problemas que son más adecuados resolverlos por métodos tradicionales.
- **Éxito:** Determina las probabilidades de éxito del sistema a desarrollar, es una estimación

El método del test de SLAGEL se define en el Anexo I.

3.1.3. Adquisición del conocimiento

Una de las partes más importantes y a la vez más complicadas de la implementación de un sistema experto es obtener el conocimiento, normalmente un experto, y volcarlo en el sistema experto. Existen muchas herramientas y métodos para obtener este conocimiento entre las cuales está la entrevista, la observación y la creación de escenarios.

La adquisición del conocimiento es la principal complicación en el desarrollo de Sistemas Expertos. Consiste en que las personas no expertas en el dominio donde se va a desarrollar el Sistema Experto extraigan el conocimiento necesario para resolver problemas de diversas fuentes. El proceso de adquisición del conocimiento ha seguido diferentes etapas que podrían resumirse en las siguientes:

- Primeras reuniones con los expertos y evaluación de la viabilidad del proyecto.
- Extracción de conocimientos, a partir de la documentación disponible, como por ejemplo libros, conferencias, internet, etc.
- Deducción de conocimientos a partir de los expertos.

Además se logra la familiarización del Ingeniero del Conocimiento en el contexto en el que se va a trabajar. Se busca en las primeras reuniones describir conocimientos generales, así como afianzarse con la terminología.

La estructura de las entrevistas se define en el anexo III.

Una vez obtenido el conocimiento hay que designar estructuras para organizar el conocimiento. Después de haber determinado el problema en toda su magnitud, sin haberse referido a técnicas de programación o a indagar solo en los métodos que son exitosos en inteligencia artificial, es en esta etapa donde el ingeniero del conocimiento selecciona las estructuras apropiadas a este sistema experto en particular. Es decir, que dan solución total o parcial al problema analizado en las etapas precedentes. Una de las responsabilidades principales del ingeniero del conocimiento es analizar situaciones tipo y a partir de ellas extraer las reglas que describen el conocimiento del experto en el dominio.

3.1.4. Implantación

Desarrolla la transformación de los conocimientos representados en el modelo formal en un modelo computable.

Elaboración de las reglas que incorporen el conocimiento. Se pretende en esta ocasión usar las herramientas y técnicas predeterminadas para implementar una primera versión o prototipo del sistema. Este prototipo está destinado a evaluar los progresos que se van haciendo, y por ende, retornar a etapas anteriores si es necesario.

Una vez que el sistema prototipo se ha perfeccionado lo suficiente para ser ejecutado, el sistema experto estará listo para ser probado.

3.1.5. Evaluación y pruebas

Establece el grado de experiencia alcanzado por el sistema. De manera tal que expertos en el área que han o no participado en el desarrollo del proyecto se comprometen a evaluar el desempeño del sistema, tratando de vislumbrar la calidad de asistencia que brinda el Sistema Experto ante diferentes casos de problemas a resolver por software. También se evalúa la amplitud y generalidad de marcos compuestos que posee el repositorio y cómo el sistema guía su uso.

Se considera que el sistema experto está terminado cuando realiza trabajos a nivel del especialista. Entonces, el proceso de prueba no está listo hasta que las soluciones propuestas por el sistema se anten válidas como las propuestas por el experto humano.

3.1.6. Motor de inferencia

El sistema experto que se va a desarrollar siguiendo la metodología anterior va a funcionar sobre un motor de inferencia desarrollado para tal fin, el motor de inferencia se basa en el motor implementado para CLIPS y a continuación se van a detallar las características de dicho motor.

Algoritmo de selección de reglas aplicables en CLIPS

- Elegir la regla aplicable con máxima prioridad.
- Elegir la regla según estrategia de resolución de conflictos.
- Elegir de forma arbitraria.

Estas son las estrategias definidas en el motor de inferencia de CLIPS para la selección de reglas aplicables o activas son varias:

- **Depth Strategy (estrategia por defecto).** Una activación que contiene el hecho más reciente se sitúa por encima de las activaciones con igual o mayor antigüedad.
- **Breadth Strategy.** Una activación que contiene el hecho más reciente se sitúa por debajo de las activaciones con igual o mayor antigüedad.
- **Complexity Strategy.** Las nuevas activaciones se sitúan por encima de las activaciones con igual o menor especificidad (no de comparaciones que han de realizarse en el antecedente una la regla).
- **Simplicity Strategy.** Las nuevas activaciones se sitúan por debajo de las activaciones con igual o mayor especificidad.
- **LEX Strategy.** Se ordenan los time-tag en orden decreciente y se comparan uno a uno, hasta encontrar uno mayor que otro, en caso de que no haya el mismo número de time-tag se añaden ceros al final.
- **MEA Strategy.** Parecido a LEX, pero mirando sólo el primer patrón que equipara en la regla.
- **Random Strategy.** A cada activación se le asigna un número aleatorio para determinar su orden en la agenda.

Definición de prioridades en CLIPS

- Asignar un valor de prioridad (entero positivo) a cada regla.
- En CLIPS se definen como propiedades de reglas.
- Se recomienda minimizar el uso de prioridades de reglas.

CAPÍTULO 4

EVALUACIÓN

4.1. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA EXPERTO

4.2. ESTUDIO DE VIABILIDAD

Se procederá a realizar un estudio de viabilidad basado en el test de SLAGEL, este test asigna pesos a una serie de características a evaluar divididas en diferentes categorías, después de los cálculos pertinentes se obtiene un porcentaje de viabilidad, para obtener un porcentaje real se procederá por último a normalizar el resultado obtenido, en el apartado anterior puede encontrarse la definición del método seguido para el cálculo del estudio de viabilidad.

Para poder entender el significado de las tablas se han usado los siguientes acrónimos ES: Expertos TA: Tarea DU: Directivos/Usuarios E: Esencial D: Deseable

Características de Plausibilidad

Tabla 4.1: Tabla con las características de plausibilidad

Cat.	Iden	Peso	Valor	Denominación	Tipo
EX	P1	10	10	Existen Expertos	E
EX	P2	10	9	El experto asignado es genuino	E
EX	P3	8	9	El experto es cooperativo	D
EX	P4	7	8	El experto es capaz de articular sus métodos pero no categoriza	D
TA	P5	10	9	Existen suficientes casos de prueba; normales, típicos, ejemplares, correosos, etc	E
TA	P6	10	9	La tarea está bien estructurada y se entiende	D
TA	P7	10	9	Solo requiere habilidad cognoscitiva (no pericia física)	D
TA	P8	9	8	No se precisan resultados óptimos sino sólo satisfactorios, sin comprometer el proyecto	D
TA	P9	9	7	La tarea no requiere sentido común	D
DU	P10	7	9	Los directivos están verdaderamente comprometidos con el proyecto	D

Fundamentos de plausibilidad

A continuación se fundamentan algunos de los valores elegidos para las características de Plausibilidad

P1: Actualmente se dispone de muchos expertos en el sector. Toda sala de esgrima tiene un maestro el cual es un experto, con mayor o menor experiencia, el cual transmite sus conocimientos

adquiridos con los años y los sucesos que vivió a sus alumnos. Por lo tanto podríamos decir que hay al menos un experto por sala de esgrima.

- P3:** El experto escogido tiene especial interés en el proyecto, puesto que serviría de gran ayuda para sus alumnos en competencias dado que actualmente es el único en poder dar apoyo a estos en esas situaciones.
- P7:** Unicamente se requiere el conocimiento suficiente y experiencia en competición para poder identificar las acciones del rival para poder decidir que acciones llevar a cabo de manera que se contrarresten las del rival.
- P9:** Al ser una serie de casos con unas entradas y salidas bien definidas, no requiere de un gran ingenio poder llevar a cabo la decisión, una vez tengamos todos los casos, o el mayor número de estos posibles, identificados.

Características de justificación

Tabla 4.2: Tabla con las características de justificación

Cat.	Iden	Peso	Valor	Denominación	Tipo
EX	J1	10	9	El experto no esta disponible	E
EX	J2	10	8	Hay escasez de experiencia humana	D
TA	J3	8	9	Existe la necesidad de experiencia simultánea en muchos lugares	D
TA	J4	10	7	Necesidad de experiencia en entornos hostiles, penosos y/o poco gratificantes	D
TA	J5	8	9	No existen soluciones alternativas admisibles	E
DU	J6	10	9	Se espera una alta tasa de recuperación de la inversión	D
DU	J7	10	9	Resuelve una tarea útil y necesaria	E

Fundamentos de justificación A continuación se fundamentan algunos de los valores elegidos para las características de justificación

- J1:** En competencias, sobre todo regionales y clubes pequeños, el experto no suele estar disponible puesto que en la mayoría de las ocasiones tiene otras labores como directorio técnico o incluso ser el mismo un participante mas de la competición. En el mejor de los casos de que no tenga ninguan de estas labores lo normal será que tenga a varios alumnos que atender a la vez, por lo que será una situación común que no esté libre.
- J3:** Se puede dar el caso de que dos alumnos de un mismo maestro tengan un asalto en el mismo instante. Este no podrá estar en ambos sitios a la vez y tampoco es aconsejable estar poco tiempo en uno, después ir al otro y así sucesivamente, por lo que se ve la necesidad de este conocimiento en el mismo instante en distintos lugares.
- J7:** Al resolver la tarea de las incertidumbres sobre que hacer en cada una de las situacione será mas accesible el deporte para aquellos que estén empezando, puesto que no generará esos sentimientos de frustración por no saber que hacer.

Características de adaptación

Fundamentos de adaptación A continuación se fundamentan algunos de los valores elegidos para las características de adaptación

- A1:** Actualmente el experto no tiene ningún sistema en el que se pueda consultar su experiencia, no hay nada documentado por lo tanto no hay organización alguna.
- A4:** En este caso el sistema no solo sirve para ayudar en el instante que se consulta, si no que también sirve para transmitir dicho conocimiento al deportista, logrando así una mayor comunidad con conocimiento básico sobre el deporte. De este modo con el paso del tiempo será mas fácil que el conocimiento se pueda expandir

Tabla 4.3: Tabla con las características de adaptación

Cat.	Iden	Peso	Valor	Denominación	Tipo
EX	A1	5	8	La experiencia del experto está poco organizada	D
TA	A2	6	9	Tiene valor práctico	D
TA	A3	7	9	Es una tarea más táctica que estratégica	D
TA	A4	7	10	La tarea da soluciones que sirvan de necesidades a largo plazo	E
TA	A5	5	8	La tarea no es demasiado fácil, pero es de conocimiento intensivo, tanto propio del dominio, como de manipulación de la información	D
TA	A6	6	9	Es de tamaño manejable, y/o es posible un enfoque gradual y/o, una descomposición en subtareas independientes	D
EX	A7	7	9	La transferencia de experiencia entre humanos es factible (experto a aprendiz)	E
TA	A8	6	6	Estaba identificada como un problema en el área y los efectos de la introducción de un SE pueden planificarse	D
TA	A9	9	8	No requiere respuestas en tiempo real “Inmediato”	E
TA	A10	9	8	La tarea no requiere investigación básica	E
TA	A11	5	8	El experto usa básicamente razonamiento simbólico que implica factores subjetivos	D
TA	A12	5	8	Es esencialmente de tipo heurístico	D

- A6:** Puesto que los ataques pueden ser compuestos, se podrán hacer enfoques graduales en los que se lleven a cabo pensamientos y acciones con mayor profundidad, pudiendo dar estos lugar a acciones mas complejas. De igual manera se podrá hacer de una manera mas sencilla en función de las cualidades del tirador.
- A7:** Es algo tan factible como que se lleva haciendo durante mucho tiempo, puesto que son los maestros de esgrima (expertos) quienes pasan su experiencia a sus alumnos a diario en las clases que se imparten.
- A9:** Antes de empezar un asalto de esgrima se ha de tener clara la táctica a seguir, por lo que no serviría de nada reinventarse en mitad del asalto. Por lo tanto se puede llegar a la conclusión de que no es necesaria una respuesta inmediata ya que entre asaltos como mínimo hay un minuto de descanso, tiempo mas que suficiente para obtener una respuesta.
- A11:** Algunas de las características que se comparan entre tiradores son totalmente objetivas, como la altura, pero otras como la experiencia la rapidez y la frialdad serán cosas subjetivas que se han de percibir.

Características de éxito

Fundamentos de éxito A continuación se fundamentan algunos de los valores elegidos para las características de éxito.

- E1:** La idea de llevar a cabo este proyecto fue totalmente respaldada por el experto una vez que se comentó, involucrandose y formando parte de él desde el primer momento.
- E9:** Todas las soluciones se pueden explicar argumentando los motivos que da el experto por las que fueron tomadas, de tal manera que el usuario sea capaz de entenderlas.

Resultado En la siguiente tabla se muestra el resultado de la evaluación de las diferentes dimensiones siguiendo las fórmulas enunciadas en el test de SLAGEL. Una vez evaluadas dichas dimensiones se obtiene la media y se normaliza el valor, es decir, se expresa en tanto por ciento.

Conclusión El porcentaje obtenido en la evaluación es suficiente como para seguir adelante

Tabla 4.4: Tabla con las características de éxito

Cat.	Iden	Peso	Valor	Denominación	Tipo
EX	E1	8	9	No se sienten amenazados por el proyecto, son capaces de sentirse intelectualmente unidos al proyecto	D
EX	E2	6	9	Tienen un brillante historial en la realización de esta tarea.	D
EX	E3	5	6	Hay acuerdos en lo que constituye una buena solución a la tarea	D
EX	E4	5	8	La única justificación para dar un paso en la solución es la calidad de la solución final	D
EX	E5	6	9	No hay un plazo de finalización estricto, ni ningún otro proyecto depende de esta tarea	D
TA	E6	7	10	No está influenciada por vaivenes políticos	E
TA	E7	8	5	Existen ya SSEE que resuelvan esa o parecidas tareas	D
TA	E8	8	7	Hay cambios mínimos en los procedimientos habituales	D
TA	E9	5	9	Las soluciones son explicables o interactivas	D
TA	E10	7	8	La tarea es de I+D de carácter práctico, pero no ambas cosas simultáneamente.	E
DU	E11	6	8	Están mentalizados y tienen expectativas realistas tanto en alcance como en las limitaciones	D
DU	E12	7	9	No rechazan de plano esta tecnología	E
DU	E13	6	8	El sistema interactúa inteligente y amistosamente con el usuario	D
DU	E14	9	9	El sistema es capaz de explicar al usuario su razonamiento	D
DU	E15	8	9	La inserción del sistema se efectúa sin traumas; es decir, apenas se interfiere en la rutina cotidiana de la empresa	D
DU	E16	6	9	Están comprometidos durante toda la duración del proyecto, incluso después de su implementación	D
DU	E17	8	8	Se efectúa una adecuada transferencia tecnológica	E

con el proyecto, además si normalizamos el porcentaje sube hasta el 76.63 %, porcentaje mas que suficiente para confiar en la viabilidad del proyecto.

Tabla 4.5: Resultados de viabilidad

Característica	π (Valor total)	π (Peso total)	Resultado	Resultado VC	Resultado máximo
Plausibilidad	3,1752e9	2,38085568e9	$(7,559692955e18)^{1/10}$	77.24	86.63
Justificación	3,584e6	3,31e6	$(1,18e13)^{1/7}$	73.73	85.37
Adecuación	3,75e9	1,03e11	$(3,87e20)^{1/12}$	51.95	82.75
Éxito	9,83e13	2,96e15	$(2,91e29)^{1/17}$	54.59	81.30
VC Total				64.38	
VC Normalizado				76.63	

METODOLOGÍA

En este capítulo se debe detallar las metodologías empleadas para planificación y desarrollo del trabajo, así como explicar de modo claro y conciso cómo se han aplicado dichas metodologías.

Obtención de la BBDD.

Ante la nula información almacenada de una forma estructurada se ha tenido que buscar diversas maneras de obtener y almacenar la información, estructurarla y tratarla para poder sacar conocimiento de ella.

En la página de la federación internacional de esgrima (FIE) se almacenan los resultados de las competiciones de los últimos tiempos. De ahí se puede obtener los resultados de cada competición tanto como el ranking general, pasando por la fase de poules y acabando con los tabloneros eliminatorios de estos mismos. Viendo toda esta información almacenada se decide extraer y almacenar dicha información. Para la extracción se utilizarán técnicas de scrapping web mediante la cual se descarga la página y se obtiene su contenido para tratarlo. En este caso navegamos por dicha página y una vez obtenida la información la guardamos en nuestra BBDD. Puesto que no está del todo estructurada tendremos que ir almacenando dicha información en diferentes BBDD y después juntarlas.

Descripción de la BBDD.

La primera BBDD que generaremos será aquella en la que guardaremos la información básica de los asaltos. Para ello guardaremos el ID de la competición, el número de tablón en el que se efectuó el asalto, ID del primer tirador, ID del segundo tirador, tocos obtenidos por el segundo primer tirador y tocos obtenidos por el segundo tirador.

Tabla 5.1: Estructura BBDD asaltos inicial

Nombre de Campo	Tipo de campo	Ejemplo
CompetitionID	Texto	2019-64
Tableu	Entero	32
Competitor1	Texto	/fencers/Anna-KOROLEVA-40351/
Competitor2	Texto	/fencers/Kira-KESZEI-49034/
ResultCompetitor1	Texto	V/15
ResultCompetitor2	Texto	D/3

El siguiente paso que tendremos que dar será obtener la información de los tiradores para ello se visitará la página correspondiente. Un ejemplo de página que almacena la información de un tirador sería el siguiente <http://fie.org/es/fencers/Mario-PERSU-31870> como se puede observar el final de la URL es el mismo que el identificador almacenado en la anterior tabla. De modo que explorando la anterior BBDD podremos visitar las páginas de cada tirador almacenado y de ese modo generar una nueva BBDD con toda la información de cada uno de ellos. En dicha BBDD tendremos su identificador, edad, ranking (si lo tuvieran), nacionalidad, mano usada y arma.

Una vez obtenidos todos los datos referentes a los tiradores tendremos que cruzar las dos tablas mencionadas anteriormente de modo que tengamos toda la información en una sola BBDD. Esta

Tabla 5.2: Estructura BBDD tiradores

Nombre de Campo	Requerido	Tipo de campo	Ejemplo
competitorID	Si	Texto	ADRIANA-MILANO-36467
Age	Si	Entero	21
FieRanking	No	Entero	300
HandNess	Si	Texto	Right
Weapon	Si	Texto	Epée

última BBDD tendrá la información de la primera, sustituyendo las columnas de ID de cada tirador por su registro correspondiente en la anterior tabla.

De modo que la estructura será la siguiente

Tabla 5.3: Estructura BBDD asaltos final

Nombre de Campo	Tipo de campo	Ejemplo
ComptetitionID	Texto	2019-176
TABLEU	Entero	32
C1_ID	Texto	Sergey-KHODOS-13869
C1_RANKING	Entero	22
C1_NATIONALITY	Texto	RUSSIA
C1_HANDNESS	Texto	Right
C1_WEAPON	Texto	Epée
C2_ID	Texto	Laurin-EGGENSCHWILER-5966
C2_RANKING	Entero	34
C2_NATIONALITY	Texto	SWITZERLAND
C2_HANDNESS	Texto	Right
C2_WEAPON	Texto	Epée
C2_ID	Texto	Laurin-EGGENSCHWILER-5966
C1_RESULT	Texto	V/15
C2_RESULT	Texto	D/3

Modo de empleo.

El modo de empleo de esta BBDD será para el entrenamiento de una red neuronal la cual servirá para apoyar al sistema experto. En total hay unos 28.000 registros, de los cuales se emplearán entorno al 60 por ciento para entrenar al modelo y un 40 por ciento para comprobar que el entrenamiento ha sido satisfactorio.

RESULTADOS

En esta sección se describirá la aplicación del método de trabajo presentado en el capítulo 5 en este caso concreto, mostrando los elementos (modelos, diagramas, especificaciones, etc.) más importantes. Este apartado debe explicar cómo la metodología satisface los objetivos y requisitos planteados.

CONCLUSIONES

En este capítulo se realizará un juicio crítico y discusión sobre los resultados obtenidos. Si es pertinente deberá incluir información sobre trabajos derivados como publicaciones o ponencias, así como trabajos futuros, solo si estos están planificados en el momento en que se redacta el texto. Además incluirá obligatoriamente la explicación de cómo el trabajo realizado satisface las competencias de la tecnología específica cursada.

EL PRIMER ANEXO

En los anexos se incluirá de modo opcional material suplementario que podrá consistir en breves manuales, listados de código fuente, esquemas, planos, etc. Se recomienda que no sean excesivamente voluminosos, aunque su extensión no estará sometida a regulación por afectar esta únicamente al texto principal.

Bibliografía Esta sección, que si se prefiere puede titularse «Referencias», incluirá un listado por orden alfabético (primer apellido del primer autor) con todas las obras en que se ha basado para la realización del TFG en las que se especificará: autor/es, título, editorial y año de publicación. Solo se incluirán en esta sección las referencias bibliográficas que hayan sido citadas en el documento. Todas las fuentes consultadas no citadas en el documento deberían incluirse en una sección opcional denominada «Material de consulta», aunque preferiblemente estas deberían incluirse como referencias en notas a pie de página a lo largo del documento.

Se usará método de citación numérico con el número de la referencia empleada entre corchetes. La cita podrá incluir el número de página concreto de la referencia que desea citarse. Debe tenerse en cuenta que el uso correcto de la citación implica que debe quedar claro para el lector cuál es el texto, material o idea citado. Las obras referenciadas sin mención explícita o implícita al material concreto citado deberían considerarse material de consulta y por tanto ser agrupados como «Material de consulta» distinguiéndolas claramente de aquellas otras en las que si se recurre a la citación.

Cuando se desee incluir referencias a páginas genéricas de la Web sin mención expresa a un artículo con título y autor definido, dichas referencias podrán hacerse como notas al pie de página o como un apartado dedicado a las «Direcciones de Internet».

Todo el material ajeno deberá ser citado convenientemente sin contravenir los términos de las licencias de uso y distribución de dicho material. Esto se extiende al uso de diagramas y fotografías. El incumplimiento de la legislación vigente en materia de protección de la propiedad intelectual es responsabilidad exclusiva del autor del trabajo independientemente de la cesión de derechos que este haya convenido. De este modo será responsable legal ante cualquier acción judicial derivada del incumplimiento de los preceptos aplicables. Así mismo ante dicha circunstancia los órganos académicos se reservan el derecho a imponer al autor la sanción administrativa que se estime pertinente.

Índice temático Este índice es opcional y se empleará como índice para encontrar los temas tratados en el trabajo. Se organizará de modo alfabético indicando el número de página(s) en el que se aborda el tema concreto señalado.

