

09-011

End of Degree Project and the UNE 157001: An educational challenge

Moisés Batista Ponce; Jorge Salguero Gómez; Severo Raúl Fernández Vidal; Mariano Marcos Bárcena

Universidad de Cádiz;

In many technical schools, the norm UNE 1570001 is constituted as basic and obligatory norm in the writing of End of Studies Projects in special, the industrial titulations.

So much so that even such use is included in the regulations for the drafting and defense of these projects, as is the case of the School of Engineering in University of Cádiz, where this condition has been transmitted from the old Technical Engineering to the new Degree. However, in a very large number of cases, despite the efforts of teachers and tutors, students present defects in the follow-up of the norm, which causes the final quality of the work to be compromised.

In this paper it's intend to make a statistical study of the defects that have appeared in the End of Study Projects of the Mechanical Engineering Degree of School of Engineering in the last year. The study will be approached in a way that tries to collect which errors are the most frequent and how this affects the final qualification of the work.

Keywords: UNE 157001; End of Studies Project; End of Degree Project

Trabajos fin de grado y la norma une 157001: un reto educativo

En muchas escuelas universitarias, la norma UNE 1570001 se constituye como norma básica y de obligado cumplimiento en la redacción de Trabajos Fin de Grado en titulaciones de la rama industrial.

Tanto es así que incluso dicho uso es recogido en los Reglamentos de redacción y defensa de estos trabajos, como es el caso de la Escuela Superior de Ingeniería de la Escuela Superior de Ingeniería, donde esta condición se ha transmitido desde las antiguas Ingenierías Técnicas a las nuevas titulaciones de Grado. Sin embargo, en un número muy elevado de casos, pese a los esfuerzos de profesores y tutores, los alumnos presentan defectos en el seguimiento de la norma, lo que hace que la calidad final del trabajo se vea comprometida.

En este trabajo se pretende hacer un estudio estadístico de los defectos que han aparecido en los Trabajos Fin de Grado del Grado en Ingeniería Mecánica de la Escuela Superior de Ingeniería en el último curso. Se abordará el estudio de forma que se intente recoger que errores son los más frecuentes y como afecta esto a la calificación final del trabajo.

Palabras clave: UNE 157001; Trabajos Fin de Estudios; Proyectos Fin de Carrera; Trabajos Fin de Grado

Correspondencia: Moisés Batista Ponce: moises.batista@uca.es

Agradecimientos: Este trabajo ha sido desarrollado bajo el soporte económico, científico y técnico del Grupo de Investigación en Ingeniería y Tecnologías de Materiales y Fabricación de la UCA (TEP-027) y de la Junta de Andalucía.



Este obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

1. Introducción

Desde la aparición del RD 1393/2007 de 29 de octubre, modificado por el RD 861/2010 de 2 de Julio, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, los trabajos fin de estudios han cobrado una importancia especial, ya que, en el caso de las titulaciones de Grado, estas enseñanzas deben concluir con la elaboración con la elaboración y defensa de un Trabajo Fin de Grado, coloquialmente conocido como TFG.

El TFG para los títulos universitarios oficiales que habilitan para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial, consiste en un “ejercicio original a realizar individualmente y presentar y defender ante un tribunal universitario, consistente en un proyecto en el ámbito de las tecnologías específicas de la Ingeniería Industrial de naturaleza profesional en el que se sintetizan e integran las competencias adquiridas en las enseñanzas” (Orden CIN/351/2009).

Tradicionalmente las escuelas técnicas estaban acostumbradas a la realización de Proyectos Fin de Carrera y el cambio ha supuesto una actualización de los reglamentos y criterios para la realización de estos trabajos o proyectos.

En el ámbito industrial y en el contexto de la comunidad autónoma de Andalucía han aparecido distintos reglamentos asociados en unos casos a centros y en otros a titulaciones, pero en la mayoría de los casos con unas condiciones similares relacionadas con la estructura y desarrollo de un proyecto. En la gran mayoría de los casos, se abre la posibilidad de que el TFG pueda tener un formato y estructura libre, asociándolo a un TFG de investigación (ESI, UCA) o experimental (EPSJ, UJA) aunque prácticamente en todos los reglamentos se habla directamente de la estructura tipo con unos planos, pliego de condiciones, estado de mediciones, presupuesto, etc.. (ETSII, UMA o ETSI, US) donde se precisa que en esos casos los TFGs “deberán ajustarse a las normas UNE vigentes” con una vinculación clara con la norma UNE 157001. En algunos casos se precisa incluso el uso de la norma, incluyéndose “como criterio general, la estructura del documento del TFG/M se ajustará a lo establecido en las normas de la serie UNE 157000 cuyo objeto y campo de aplicación sean los del TFG” (ESI, UCA) o los libros tales como el Pliego de Condiciones, “se ajustará, según la norma UNE 157001” (GIEI, UAL).

De esto se puede concluir que, de una u otra forma, los TFG del ámbito industrial están en general ligados al uso de la norma UNE 157001 pese a haberse pasado a llamar como trabajo en lugar de como proyecto.

Proyectos en Ingeniería se convierte por lo tanto en una materia clave para el éxito de los estudios en el ámbito de la ingeniería industrial y el aprendizaje de la familia de normas UNE 157000 y en concreto de la norma UNE 157001. Sin embargo, como en todas las materias, en muchos casos se hace complejo hacer llegar al alumnado la necesidad del conocimiento y el tratamiento del uso de estas normas y a pesar de la obligatoriedad de su uso en muchos casos, la enseñanza no llega a cuajar y las directrices fijadas en las distintas asignaturas de esta materia son olvidadas u omitidas en el desarrollo del TFG.

Existen nuevas y distintas metodologías docentes asociadas a actuaciones de innovación que pretenden reforzar este conocimiento de forma que este perdure en el tiempo sin modificación, pero en la actualidad aún la docencia de esta materia puede constituir un reto educativo, compartido en muchos casos por profesores y directores o tutores de TFG.

Por ello, y para observar las posibles carencias que acumulan los alumnos en este ámbito, en este trabajo se han analizado los Trabajos Fin de Grado presentados en la Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Cádiz, en el último año y se han revisado los elementos clave de la norma para intentar observar cómo y cuándo aparecen estos errores y como estos repercuten en la calificación de estos trabajos. Con objeto de acotar la cantidad de errores y

ponerlos en el mismo contexto inicial, se han seleccionado solo los referentes al mismo título, en este caso el Grado en Ingeniería Mecánica. Una vez analizados los datos se intentará establecer los puntos a reforzar de cara al aprendizaje final.

2. Metodología de análisis

Como ya se ha comentado, el objetivo de este trabajo es el establecimiento de los defectos más usuales en los Trabajos Fin de Máster presentados en la Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Cádiz en el último año para establecer los elementos en los que los alumnos siguen presentando deficiencias. Se realizará un análisis en base sobre los TFG presentado en una sola titulación para poder establecer comparativas, entendiendo que todos estos tienen unas condiciones iniciales idénticas (profesorado, materias, plan de estudio, etc...). En concreto se la seleccionado el Grado en Ingeniería Mecánica.

Se ha establecido una serie de ítems a estudiar en cada TFG para establecer las comparativas que aparecen en la tabla siguiente.

Tabla 1. Ítems establecidos para el análisis de los TFG

Nombre	id	Descripción
Estructura 1	E1	Tiene todos los libros básicos
Estructura 2	E2	Los libros básicos están bien ordenados
Formato 1	F1	Las páginas del documento tienen la información correcta
Formato 2	F2	Se utilizan llamadas a referencias
Formato 3	F3	Se referencian figuras y tablas
Formato 4	F4	Las tablas y figuras tienen encabezado o pie
Formato 5	F5	Los libros están bien separados
Índice 1	I1	Se llama Índice y no Índice General
Índice 2	I2	La numeración de página es correlativa
Índice 3	I3	La numeración de página es correcta
Memoria 1	M1	Tiene su propio índice
Memoria 2	M2	Hay un objeto y alcance bien definido
Memoria 3	M3	Hay unos antecedentes
Memoria 4	M4	Hay normas y referencias
Memoria 5	M5	Hay bibliografía
Anexo 1	A1	Tiene su propio índice
Anexo 2	A2	Qué anexos se incluyen
Anexo 3	A3	La numeración es correcta
Planos 1	P1	Tiene su propio índice
Planos 2	P2	Los planos siguen la normativa
Pliego 1	PC1	Tiene su propio índice
Pliego 2	PC2	Incluye una descripción
Pliego 3	PC3	Incluye especificaciones
Pliego 4	PC4	Incluye la descripción de la ejecución
Pliego 5	PC5	Incluye reglamentación aplicable
Pliego 6	PC6	Incluye la descripción de la materialización
Pliego 7	PC7	Incluye otros elementos (Garantía, medición, valoración, duración...)

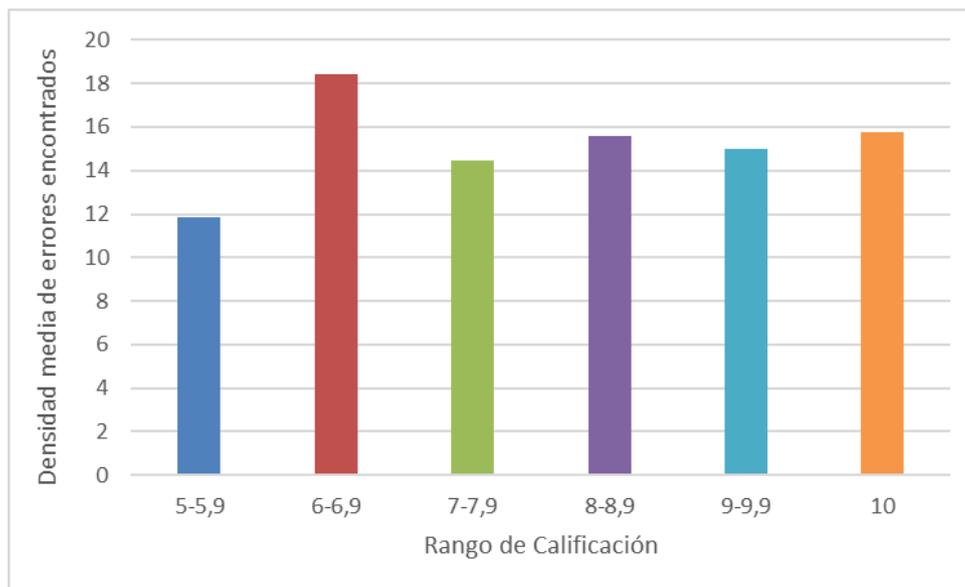
Mediciones 1	MD1	Tiene su propio índice
Mediciones 2	MD2	Incluye las unidades de cada elemento
Mediciones 3	MD3	Incluye las características de cada uno
Mediciones 4	MD4	Se usa el SI
Mediciones 5	MD5	Se encuentra subdividido en apartados
Presupuesto 1	PR1	Tiene su propio índice
Presupuesto 2	PR2	Usa la información de las mediciones
Presupuesto 3	PR3	Contiene los Gastos Generales
Presupuesto 4	PR4	Contiene el Beneficio Industrial
Presupuesto 5	PR5	Se aplica correctamente el IVA

Cabe destacar que se han analizado un total de 91 TFG presentados entre Marzo de 2015 y Febrero de 2017 habiéndose seleccionado para el estudio los TFG presentados con formato de proyecto.

3. Resultados

Una vez analizados los Trabajos Fin de Grado, se ha visto que existen diferencias llamativas y desviaciones muy palpables. Para comenzar habría que destacar que no se ha encontrado ningún TFG que no presentara algún tipo de error en los ítems indicados, ni siquiera los que han obtenido la calificación máxima en el TFG. Esto hace pensar que, en muchos casos, para los tribunales, prima la calidad del trabajo por encima de la rigurosidad de la norma. Aunque como se desprende de la Figura 1, donde se representan la cantidad media de errores encontrados en los TFG analizados en un rango de calificación, parece que los TFG de peor calificación son precisamente los que menos errores medios presentan. Sin embargo, no parece haber grandes diferencias por calificación, lo que hace pensar que distintos tipos de trabajos acumulan fallos en los mismos y que ni los trabajos excelentes están exentos de errores.

Figura 1: Distribución de la cantidad de errores obtenidas en función de la calificación



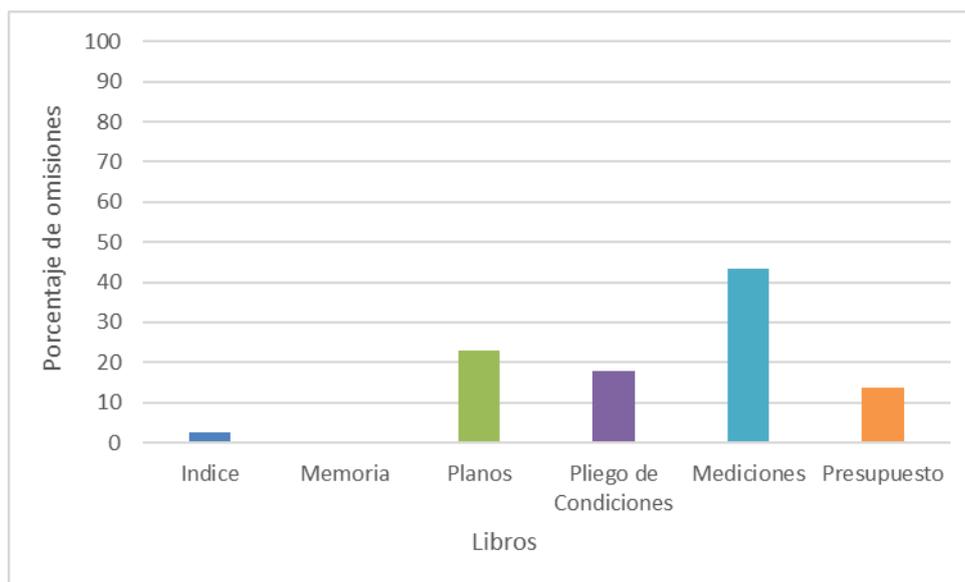
Por otro lado, hay que decir que existen errores de distinta índole e importancia y que algunos incluso no son de obligado cumplimiento, aunque entrarían en los cánones naturales de lo que se espera de un trabajo académico de esta envergadura, como son las llamadas a

referencia y el uso de pie de figura o encabezado. Estos errores en concreto, que se consideran de formato tienen distinto tratamiento. Mientras que se suelen incluir pies de figura o encabezados (88,9%), solo el 53,3% de los alumnos referencian estas figuras o tablas. Tanto es así que solo 60,2% usa las referencias correctamente, llamándolas en el texto de alguna forma.

Por otro lado, y también con respecto al formato se han estudiado si las páginas de los documentos tienen título del trabajo, tipo de documento, número de páginas, número total de páginas y fecha. No se ha estudiado el volumen ya que todos estos TFG han sido presentados en un solo volumen. De esta forma se ha visto que al 87,6% le falta algún tipo de información, aunque también se si afinan estos datos, los elementos que más faltan son el número total de páginas y la fecha, siendo el 34,8% afectado por otro tipo de defectos. Por otro lado, algo más llamativo es que varios TFG tenían una carencia plena de formato, sin ningún encabezado o pie de página. La paradoja es que estos obtuvieron una calificación alta.

Si se estudian otros parámetros estructurales, se puede ver que el 37,1% de los TFGs, cumplen con la estructura, tienen los libros básicos correctamente y en orden correcto. En el 62,9% restante, en la mayoría de los casos, faltan Mediciones o Planos y en ambos casos está justificado la ausencia de ambos. El resto de ausencias son vinculadas a la falta de Pliego de Condiciones o de Presupuesto, siendo el primero de estos un error más extendido.

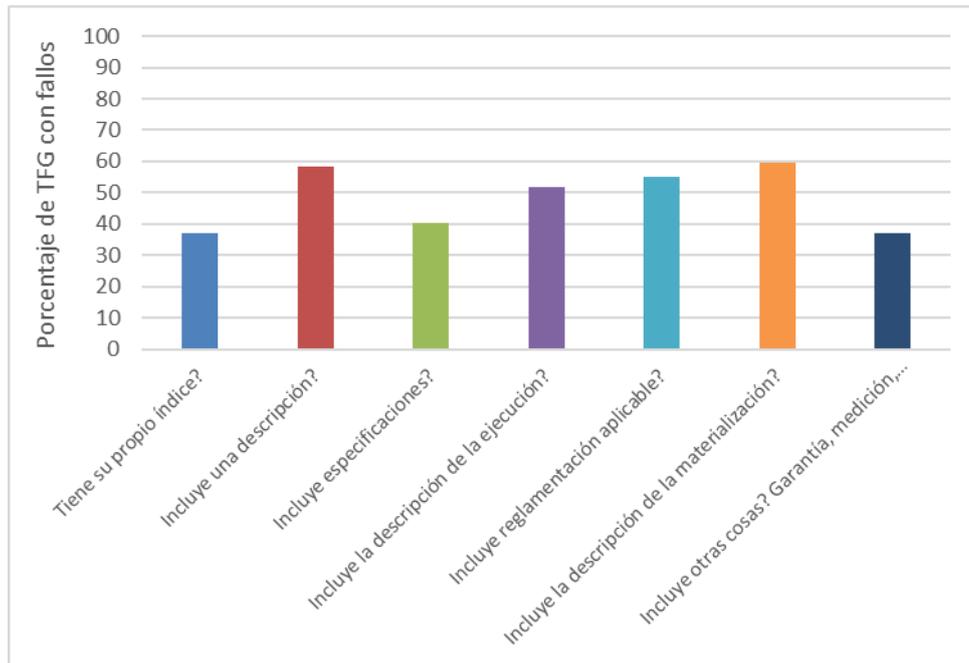
Figura 2: Distribución del porcentaje de omisiones de libros básicos encontrados



Esta falta de Pliego de Condiciones es muy importante no por la falta en sí, que podemos considerarlo como defecto más importante sino porque solo el 23,3% de los TFG revisados cumple con los requisitos de un Pliego de Condiciones. El resto de Pliegos tienen defectos importantes. La gran mayoría incluyen una breve descripción, desdeñando temas tan importantes como la materialización o la reglamentación.

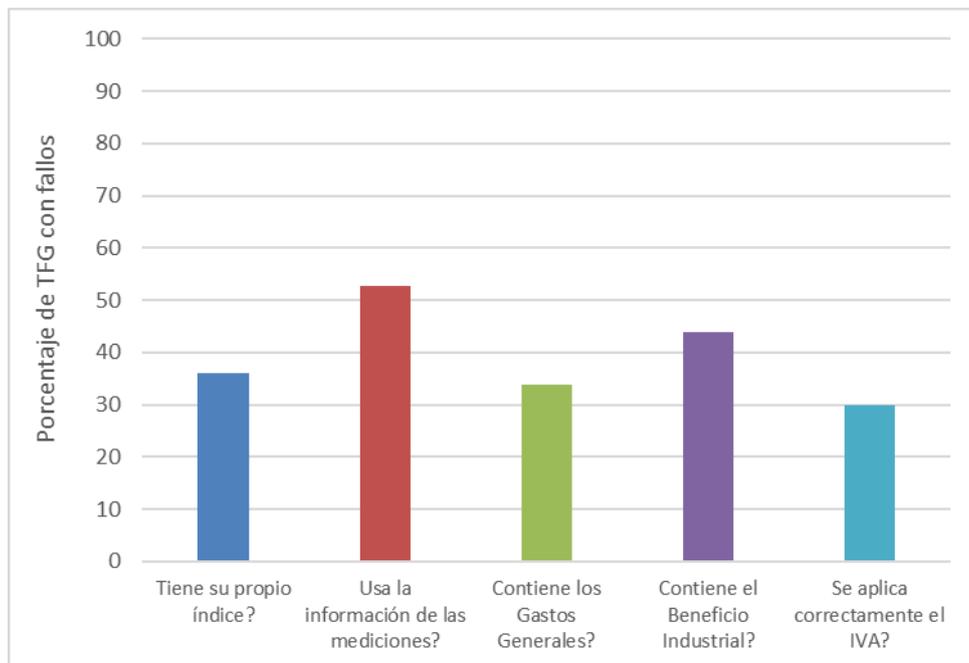
Este es quizás el libro más afectado por fallos importantes a pesar de la importancia del mismo. Por ello se denota que las características contractuales de un proyecto no quedan implícitas en la enseñanza de los alumnos, que bien no la asimila, bien la desdeña por diferentes motivos. En cualquier caso, sería un punto importante a seguir.

Figura 3: Distribución del porcentaje de fallos en el pliego de condiciones



Sin embargo, los fallos en otro libro de importancia como es el presupuesto, que también ofrece omisiones en algunos TFG, se puede observar que el resultado es muy contrario. Los alumnos que afrontan el Presupuesto, suelen resolverlo con muchas garantías, cometiéndose pocos errores en general, como puede verse en la Figura 4. El error que más se repite es precisamente el asociado al mal uso o ausencia de las mediciones.

Figura 4: Distribución del porcentaje de fallos en el presupuesto



Con respecto al resto de libros, habría que decir que, de los pocos alumnos que ven necesario usar las Mediciones o los Anexos, lo hacen correctamente en su mayoría. Con respecto a las

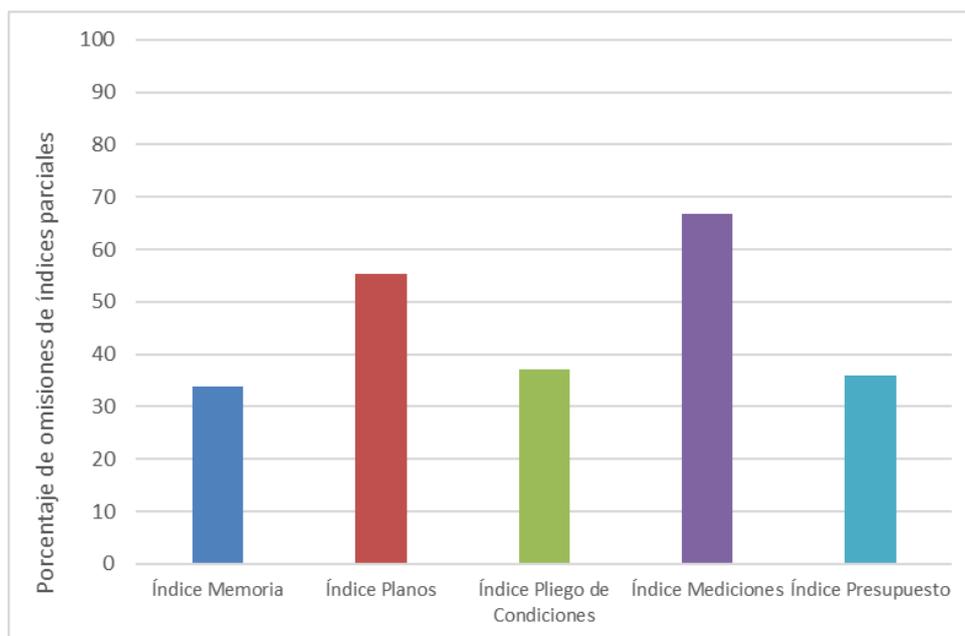
Mediciones cabría destacar que más de un 63,2% no incluye una descripción de las características de cada elemento, ni sus unidades, algo que choca con el uso de las mediciones. De la misma forma, solo el 36,8% lo divide correctamente por apartado, el resto usan una división que en la mayoría de los casos resulta confusa. Algo que resulta aún más curioso es que más del 78,2% no usa el Sistema Internacional de Unidades, algo que resulta indispensable hoy en día y que, aunque solo se recomienda su uso, hoy en día no se entendería que no se empuje a un ingeniero nuevo a usar el SI.

El uso de anexos es restringido y sus fallos son fallos de formato más que de contenido, por lo que no son reseñables. De la misma forma y aunque no sería el objeto del presente trabajo se ha visto que existen una gran cantidad de errores asociados a los planos.

Si se hace un análisis general del TFG, se puede ver que la mayoría de los TFG tienen sus libros separados y con una numeración correcta, por encima del 80%. Sin embargo, analizando más in profundidad se observa algo muy significativo, el 60,2% de los TFG siguen llamando Índice General al Índice. Esto es algo que se repite independientemente de la fecha de defensa y que es tremendamente significativo. Esto hace pensar que el concepto de Índice General está muy arraigado y aún que siguen manteniendo ciertos conceptos asociados a las versiones anteriores de la norma. Se entiende que esto más de defecto es un vicio adquirido y que se irá eliminando con el transcurso del tiempo.

Si bien si se analiza cada libro por separado, se pueden observar cosas curiosas. La distribución del uso de índices parciales por libro es dispar. Esto significa que el mismo alumno puede colocar índices en solo algunos libros. Como puede observarse, por la componente gráfica, es habitual omitir el índice de planos y de la misma forma, al entender las mediciones solo como un sumatorio, se omite el índice. Esto no es más que la manifestación de lo ya comentado. Más llamativo es la omisión el en resto de apartados. El Pliego de Condiciones a pesar de ser un libro con muchos defectos, suele contener un índice, solo el 37,1% lo omite y por el otro lado, a pesar de ser un libro favorecido, en el presupuesto y casi en el mismo porcentaje, se omite.

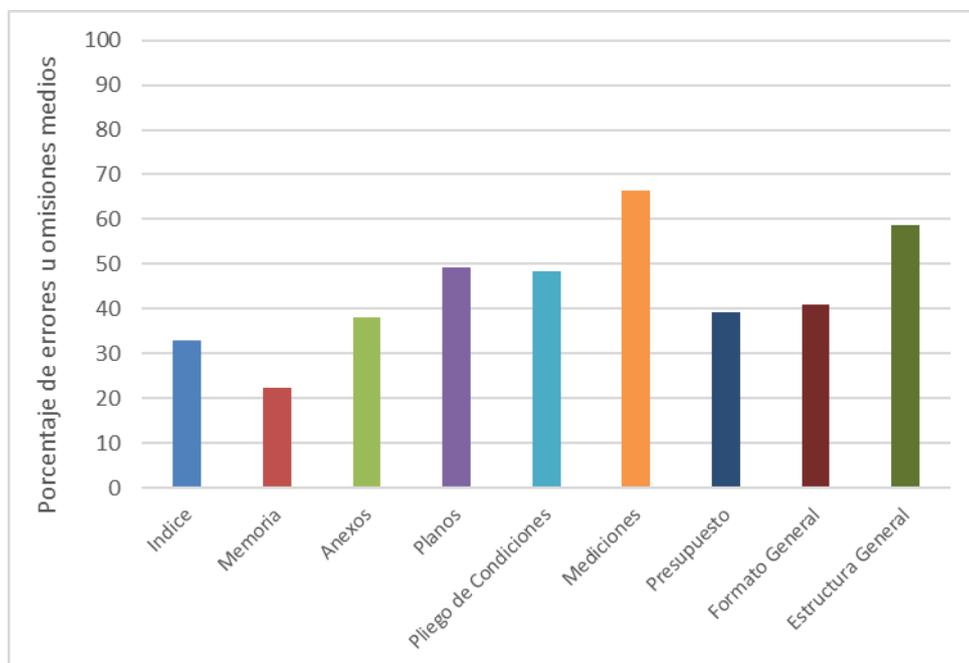
Figura 5: Distribución del porcentaje de omisiones de índices



Caso especial es el de la memoria, a pesar de ser el libro central de un TFG y primer libro del mismo, y quizás por ello, muestra un porcentaje de omisión excesivamente elevado. Esto hace pensar que existe una confusión entre el índice, considerado como general, y el propio índice parcial de la memoria. Curiosamente esto afecta a casi el 33,7% de los TFG estudiados, lo que hace pensar que no es este un error puntual, sino que se repite y que por tanto al alumno no queda claro la estructura general de un proyecto, al contrario de lo que pudiera parecer estudiando solo los índices generales.

De todas formas y en cualquier caso, al hacer una media de los errores acumulados en los libros a nivel comparativo, se observa que como era de esperar, el Pliego de Condiciones y las Mediciones muestran la cantidad de errores más llamativa. Seguido por el índice, penalizado enormemente por el cambio de denominación. Como era de esperar el libro con menos errores es la memoria, ya que suele ser el libro al que más tiempo dedica el alumno y que por lo tanto resulta más trabajado.

Figura 6: Distribución del porcentaje de errores u omisiones medios por libro



Sin embargo, y haciendo una comparativa con parámetros generales como formato y estructura, habría que destacar que existe una gran cantidad de fallos de formato de gran importancia para un proyecto y para cualquier tipo de trabajo académico, informe técnico o memoria de cualquier índole, por lo que debería reforzarse los mecanismos que obligan al alumno a obtener buenos hábitos a la hora de redactar, así como establecer formatos adecuados asociados a normas tales como el uso de referencias, más allá incluso que lo dictado por la propia norma.

4. Conclusiones

El TFG es el punto más importante en la docencia universitaria actual y más aún en las titulaciones técnicas ya que son capaces de mostrar si los alumnos han obtenido las competencias adecuadas en su formación.

Con el cambio de planes de estudio, los reglamentos de trabajos fin de estudio se han actualizado y aunque en el caso de las ingenierías existía una tradición adquirida, algunos

centros han debido modificar su forma de afrontar la gestión de los nuevos Trabajos Fin de Grados.

En la mayoría de los casos, el desarrollo de un TFG precisa de un conocimiento en la materia de Proyectos en Ingeniería, así como de la norma UNE 157001, principalmente. Sin embargo, los alumnos manifiestan en sus TFG carencias debidas a problemas de asimilación del uso de esta norma, que además abre el debate de si esto pudiera ser extensivo a otros ámbitos.

Del análisis realizado se ha podido desprender que existen defectos asociados a todos los libros básicos de un proyecto y que todos los TFG muestran algún tipo de carencia u omisión, aunque en muchos casos son de poca importancia.

Sin embargo, se ha podido verificar que estos, no repercuten decisivamente en la calificación final de un TFG y que un trabajo puede llegar a ser excelente a pesar de errores importantes en el seguimiento de la norma, como omisiones de libros.

Se observa además que el Pliego de Condiciones acumula una gran cantidad de errores si bien, estos aparecen en todos los libros. Así mismo que ha visto que muchos de estos errores son tradicionalismos, como el uso del término Índice General.

No se debe dejar de lado, que, en cualquier caso, un TFG es un trabajo académico y que un alumno debe superar una competencia para superar el mismo y que aunque la norma se manifiesta como clave para el desarrollo de un TFG, existen otros elementos incluso más importantes ligados al formato de un trabajo académico, como el uso de referencias y que es labor de todo el profesorado inculcar una cultura asociada a estos aspectos a los alumnos.

Un ingeniero debe saber escribir, trabajar con fuentes bibliográficas, referenciar, diseñar, etc... además de conocer las normas.

5. Bibliografía

- Normativa de los Trabajos Fin de Grado de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Sevilla (Julio, 2012) Escuela Politécnica Superior, Universidad de Sevilla.
- Normativa de Trabajos Fin De Grado (Febrero, 2016) Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sevilla, Universidad de Sevilla.
- Normativa sobre Trabajos Fin de Grado en la Escuela Politécnica Superior de Jaén (Septiembre, 2015) Escuela Politécnica Superior de Jaén, Universidad de Jaén.
- BOUCA 148: Reglamento General de Trabajos de Fin de Grado/Máster (Julio, 2012) Escuela Superior de Ingeniería, Universidad de Cádiz.
- Reglamento Específico sobre el Trabajo Fin de Grado y Fin de Master (Marzo, 2016) Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Universidad de Huelva.
- Normativa de desarrollo del reglamento del Trabajo Fin de Grado de la UMA en los Grados impartidos en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial (Octubre, 2013) Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial, Universidad de Málaga.
- Reglamento sobre el desarrollo de la materia "Trabajo Fin de Grado" del título de Grado en Ingeniería Civil (Diciembre, 2014) Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, Universidad de Granada
- Normativa de Trabajo Fin de Grado del Grado en Ingeniería Electrónica Industrial (Diciembre, 2012). Escuela Politécnica Superior. Universidad de Almería
- Normativa de Trabajo Fin de Grado del Grado en Ingeniería Química Industrial (Diciembre, 2012). Escuela Politécnica Superior. Universidad de Almería
- Orden CIN/351/2009, de 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial. «BOE» núm. 44, de 20 de febrero de 2009, páginas 18145 a 18149 (5 págs.).