

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
TRABAJO FIN DE GRADO

***DISEÑO DEL TROQUEL EMBUTIDOR Y
SIMULACIÓN DEL PROCESO DE
EMBUTICIÓN***

DOCUMENTO 1- ÍNDICE

Alumno/Alumna: Calvo, Vicandi, Xabier

Director/Directora (1): Lobato, Gonzalez, Roberto

Curso: <2018-2019>

Fecha: <Lunes, 18, Febrero, 2019>

ÍNDICE

Documento 2: Memoria

	<u>PÁG.</u>
2.1.- Objeto del proyecto	3
2.2.- Alcance del proyecto	5
2.3.- Antecedentes	7
2.3.1.- <i>Diferencias de espesor</i>	7
2.3.2.- <i>Retroceso elástico</i>	8
2.3.3.- <i>Fallos de posicionamiento</i>	8
2.3.4.- <i>Pliegues</i>	8
2.4.- Normativa y referencias	10
2.4.1.- <i>Normativa general</i>	10
2.4.2.- <i>Normativa de seguridad</i>	10
2.4.3.- <i>Normativa de planos</i>	10
2.4.4.- <i>Normativa de elementos</i>	11
2.4.5.- <i>Guías</i>	11
2.4.6.- <i>Bibliografía</i>	11
2.5.- Análisis de soluciones	13
2.5.1.- <i>Tipos de troqueles</i>	13
2.5.1.1.- <i>Troquel simple</i>	13
2.5.1.2.- <i>Troquel progresivo</i>	13
2.5.1.2.1.- <i>Progresivos para trabajos manuales</i>	14
2.5.1.2.2.- <i>Progresivos para trabajos automáticos</i>	14
2.5.1.3.- <i>Troquel transfer</i>	14
2.5.2.- <i>Procedimientos de embutición</i>	15
2.5.2.1.- <i>Embutición de simple efecto</i>	16
2.5.2.2.- <i>Embutición de doble efecto</i>	17
2.5.2.3.- <i>Embutición de triple efecto</i>	19
2.5.3.- <i>Embutición en caliente y en frío</i>	20
2.5.4.- <i>Prensas</i>	20
2.5.4.1.- <i>Prensa mecánica de simple efecto</i>	21
2.5.4.2.- <i>Prensa mecánica de doble efecto</i>	21
2.5.4.3.- <i>Prensa hidráulica</i>	21

2.6.- Resultados finales	23
2.6.1.- <i>Elementos del troquel</i>	23
2.6.1.1.- <i>Base superior y matriz</i>	23
2.6.1.2.- <i>Base inferior y punzon</i>	26
2.6.1.3.- <i>Pisador</i>	29
2.6.1.4.- <i>Sistemas de guiado por columnas y regletas</i>	31
2.6.1.5.- <i>Tornillos de fijación</i>	33
2.6.1.6.- <i>Velas</i>	34
2.6.1.7.- <i>Topes limitadores</i>	35
2.6.2.- <i>Proceso de construcción</i>	35
2.6.3.- <i>Montaje y puesta a punto</i>	36
2.6.4.- <i>Funcionamiento del troquel</i>	38
2.6.5.- <i>Mantenimiento del troquel</i>	39
2.6.5.1.- <i>Mantenimiento preventivo</i>	40
2.6.5.2.- <i>Mantenimiento de choque</i>	41
2.6.5.3.- <i>Componentes a revisar</i>	42
2.6.5.4.- <i>Limpieza, engrase y control</i>	42
2.6.6.- <i>Tratamientos térmicos</i>	43
2.6.6.1.- <i>Templado</i>	44
2.6.6.2.- <i>Revenido</i>	45
2.7.- Planificación	46

ÍNDICE

Documento 3: Cálculos y simulación

	<u>PÁG.</u>
3.1.- Introducción	2
3.2.- Preparación de la matriz para la embutición	3
3.3.- Diagramas FLD y curvas FLC	5
3.4.- Material de la chapa	7
3.5.- Cálculos iniciales	9
3.6.- Preparación de la simulación	12
3.7.- Análisis de los resultados	13
3.8.- Resultados de la simulación	20
3.8.1- <i>Embutición con una fuerza de pisado de 100 KN</i>	24
3.8.2- <i>Embutición con una fuerza de pisado de 500 KN</i>	29
3.8.3- <i>Embutición con una fuerza de pisado de 500 KN y freno uniforme con una fuerza de 0,05 KN/mm</i>	31
3.8.4- <i>Embutición con una fuerza de pisado de 800 KN y freno uniforme con una fuerza de 0,05 KN/mm</i>	34
3.8.5- <i>Embutición con una fuerza de pisado de 1200 KN y freno uniforme con una fuerza de 0,05 KN/mm</i>	36
3.8.6- <i>Embutición con una fuerza de pisado de 900 KN y freno uniforme con una fuerza de 0,05 KN/mm</i>	38
3.8.7- <i>Embutición con una fuerza de pisado de 800 KN y freno no uniforme</i>	40
3.8.8- <i>Embutición con una fuerza de pisado de 800 KN y freno no uniforme ampliado</i>	45
3.9.- Elección de la prensa	50
3.10.- Elección del cojín de prensa	53

ÍNDICE

Documento 4: Planos

<u>PLANO N°</u>	<u>DENOMINACIÓN</u>	<u>FORMATO</u>
0001	CONJUNTO	A1
0002	MATRIZ	A1
0003	PUNZÓN	A1
0004	PISADOR	A1
0005	PIECERÍO	A4

ÍNDICE

Documento 5: Pliego de condiciones

	<u>PÁG.</u>
5.1.- Objeto del pliego y ámbito de aplicación	4
5.1.1.- <i>Objeto del pliego</i>	4
5.1.2.- <i>Realización del dossier técnico</i>	4
5.1.2.1.- <i>Anteproyecto del troquel</i>	4
5.1.2.2.- <i>Proyecto del troquel</i>	5
5.1.2.3.- <i>Listado de materiales y componentes</i>	5
5.1.2.4.- <i>Entrega de la documentación técnica</i>	5
5.1.3.- <i>Documentos que definen la fabricación</i>	6
5.1.4.- <i>Inicio de la fabricación</i>	6
5.1.5.- <i>Ejecución transporte y puesta a punto</i>	7
5.1.5.1.- <i>Transporte</i>	7
5.1.5.2.- <i>Desperfectos</i>	7
5.1.5.3.- <i>Montaje</i>	7
5.2.- Condiciones técnicas	9
5.2.1.- <i>Especificaciones técnicas del proceso</i>	9
5.2.1.1.- <i>Fabricación</i>	9
5.2.1.2.- <i>Limitaciones de suministro</i>	9
5.2.1.3.- <i>Transporte y entrega</i>	10
5.2.1.4.- <i>Embalaje</i>	10
5.2.1.5.- <i>Recepción del pedido</i>	10
5.2.2.- <i>Especificaciones técnicas para el acero a conformar</i>	11
5.2.2.1.- <i>Formas de suministro</i>	11
5.2.2.2.- <i>Características del material</i>	11
5.2.3.- <i>Especificaciones técnicas para el acero estructural</i>	13
5.2.4.- <i>Fabricación de los elementos del troquel</i>	14
5.2.4.1.- <i>Identificación del troquel</i>	15
5.2.4.2.- <i>Identificación de la pieza</i>	15
5.2.4.3.- <i>Colores</i>	15

5.3.- Condiciones económicas	16
5.3.1.- <i>Forma de pago</i>	16
5.3.2.- <i>Oferta y contrato</i>	17
5.3.3.- <i>Plazo de entrega</i>	18
5.3.4.- <i>Penalizaciones y primas</i>	18
5.3.5.- <i>Liquidación de impuestos</i>	19
5.3.6.- <i>Reclamaciones</i>	19
5.3.7.- <i>Condiciones del precio final</i>	20
5.3.8.- <i>Garantía</i>	20
5.3.8.1.- <i>Garantía general</i>	20
5.3.8.2.- <i>Garantía de proyecto</i>	21
5.3.8.3.- <i>Reparación de desperfectos</i>	21
5.3.8.4.- <i>Asistencia técnica</i>	22
5.3.9.- <i>Seguros</i>	22
5.3.10.- <i>Resolución del contrato por parte del cliente</i>	23
5.3.10.1.- <i>Causas de resolución</i>	23
5.3.10.2.- <i>Efectos de la resolución</i>	24
5.3.11.- <i>Resolución del contrato por parte del constructor</i>	25
5.3.11.1.- <i>Causas de resolución</i>	25
5.3.11.2.- <i>Efectos de la resolución</i>	26
5.4.- Condiciones legales	28
5.4.1.- <i>Condiciones generales de carácter general</i>	28
5.4.2.- <i>Normativa de carácter general</i>	28
5.4.3.- <i>Entrega de documentación</i>	29
5.4.3.1.- <i>Documentación técnica</i>	29
5.4.3.2.- <i>Ingeniería</i>	29
5.4.3.3.- <i>Propiedad industrial</i>	30
5.4.4.- <i>Responsabilidad</i>	30
5.4.4.1.- <i>Responsabilidad técnica del constructor</i>	31
5.4.4.2.- <i>Responsabilidad en materia social y laboral</i>	31
5.4.4.3.- <i>Responsabilidad en materia de accidentes</i>	32
5.4.4.4.- <i>Responsabilidad en seguridad e higiene</i>	32
5.4.5.- <i>Licencias y patentes</i>	33
5.4.6.- <i>Permisos y autorizaciones</i>	34
5.4.7.- <i>Arbitraje y jurisdicción</i>	34
5.4.8.- <i>Confidencialidad</i>	35

5.4.9.- <i>Renuncia</i>	35
5.5.- Control de calidad	36
5.5.1.- <i>Materiales</i>	36
5.5.2.- <i>Pruebas y mediciones</i>	36
5.5.2.1.- <i>Tratamientos térmicos</i>	36
5.5.2.2.- <i>Control de dureza</i>	37
5.5.2.3.- <i>Dimensiones finales</i>	37
5.5.2.4.- <i>Acabados superficiales</i>	37
5.6.- Seguridad y responsabilidad	39
5.6.1.- <i>Criterios de diseño</i>	39
5.6.2.- <i>Condiciones de seguridad</i>	40
5.6.3.- <i>Requisitos mínimos y responsabilidades</i>	42
5.6.3.1.- <i>Proyectista</i>	42
5.6.3.2.- <i>Jefe de calidad</i>	42
5.6.3.3.- <i>Técnico de calidad</i>	44
5.6.3.4.- <i>Operarios de manejo y puesta a punto</i>	45
5.6.3.5.- <i>Soldadores</i>	45

ÍNDICE

Documento 6: Presupuesto

	<u>PÁG</u>
6.1.- Presupuesto de ejecución material	2
6.1.1.- <i>Oficina técnica</i>	2
6.1.2.- <i>Elementos normalizados</i>	3
6.1.3.- <i>Piezas de fundición</i>	4
6.1.4.- <i>Tornillería</i>	5
6.1.5.- <i>Material para fabricación de piezas</i>	6
6.1.6.- <i>Fabricación de piecerío</i>	7
6.1.7.- <i>Mecanizado de las piezas de fundición</i>	8
6.1.8.- <i>Total presupuesto de ejecución material</i>	9
6.2.- Presupuesto de montaje y puesta a punto	10
6.2.1.- <i>Montaje parte inferior</i>	10
6.2.2.- <i>Montaje parte superior</i>	11
6.2.3.- <i>Retoque del troquel</i>	12
6.2.4.- <i>Marmoleo</i>	13
6.2.5.- <i>Obtención de la primera pieza útil</i>	14
6.2.6.- <i>Total presupuesto de montaje y puesta a punto</i>	15
6.3.- Presupuesto total de ejecución del proyecto	16