

GRADO EN INGENIERIA MECANICA  
**TRABAJO FIN DE GRADO**

***DISEÑO DE TROQUEL PROGRESIVO  
PARA SOPORTE DE ELEMENTOS DE  
PARED***

***DOCUMENTO 1- INDICE GENERAL***

**Alumno:** Churruca Maguregui, Ekaitz

**Director:** Lobato Gonzalez, Roberto

**Curso:** 2020-2021

**Fecha:** 14/05/2021

## ÍNDICE

DOCUMENTO 2: MEMORIA .....	2
DOCUMENTO 3: CALCULOS .....	6
DOCUMENTO 4: PLANOS .....	8
DOCUMENTO 5: PLIEGO DE CONDICIONES .....	9
DOCUMENTO 6: PRESUPUESTO .....	12

## **DOCUMENTO 2: MEMORIA**

2.1 OBJETO DEL PROYECTO .....	5
2.2 ALCANCE DEL PROYECTO .....	5
2.3 ANTECEDENTES .....	6
2.3.1 CONFORMADO DE CHAPA.....	6
2.3.2 COMPORTAMIENTO DE LOS MATERIALES .....	6
2.3.3 TROQUELERIA/ MATRICERÍA .....	8
2.3.4 CARACTERISTICAS DEL PROCESO DE ESTAMPACIÓN .....	9
2.4 NORMAS Y REFERENCIAS .....	9
2.4.1 NORMATIVA GENERAL .....	9
2.4.2 NORMATIVA DE SEGURIDAD .....	9
2.4.3 NORMATIVA DE PLANOS.....	10
2.4.4 NORMATIVA DE PIEZAS NORMALIZADAS.....	10
2.4.5 BIBLIOGRAFÍA.....	10
2.4.6 PROGRAMAS DE CÁLCULO .....	12
2.5 ANALISIS DE SOLUCIONES.....	12
2.5.1 TIPOS DE TROQUELES .....	13
2.5.1.1 En función de los ciclos de producción.....	13
2.5.1.1.1 Troquel simple.....	13
2.5.1.1.2 Troquel transfer .....	13
2.5.1.1.3 Troquel progresivo .....	13
2.5.1.2 En función de la finalidad.....	14
2.5.1.2.1 Troquel de pruebas .....	14
2.5.1.2.2 Troquel de prototipos .....	14
2.5.1.2.3 Troquel de producción.....	14
2.5.1.3 En función de las características constructivas.....	14
2.5.1.3.1 Troquel de guía fija.....	14

2.5.1.3.2 Troquel de guía flotante.....	15
2.5.1.3.3 Troquel de doble efecto .....	15
2.5.1.3.4 Troquel de corte de precisión .....	15
2.5.2 ELECCIÓN DEL TROQUEL .....	15
2.5.3 TIPOS DE ESTAMPACIÓN .....	16
2.5.4 PRENSAS.....	17
2.5.4.1 Prensa hidráulica.....	17
2.5.4.2 Prensa mecánica .....	17
2.5.5 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN .....	18
2.5.5.1 Avance manual .....	18
2.5.5.2 Avance semiautomático.....	18
2.5.5.1 Avance automático .....	19
2.6 COMPONENTES DEL TROQUEL PROGRESIVO .....	19
2.6.1 COMPONENTES DE DISEÑO.....	20
2.6.1.1 Placa inferior.....	20
2.6.1.2 Placa guía.....	22
2.6.1.3 Placa superior .....	23
2.6.1.4 Matriz .....	24
2.6.1.5 Pisador .....	25
2.6.1.6 Sufridera .....	26
2.6.1.7 Punzones.....	27
2.6.1.8 Porta punzones.....	29
2.6.1.9 Vástago .....	30
2.6.2 COMPONENTES NORMALIZADOS.....	31
2.6.2.1 Casquillos .....	32
2.6.2.2 Columnas .....	32
2.6.2.3 Muelles .....	32

2.6.2.4 Tornillos .....	32
2.7 RESULTADOS FINALES .....	32
2.7.1 DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA .....	32
2.7.1.1 Elemento de pared .....	32
2.7.1.2 Cómo funciona .....	33
2.7.2 GEOMETRÍA Y REQUISITOS DE DISEÑO .....	33
2.7.3 MATERIAL DE LA PIEZA .....	33
2.7.4 ELEMENTOS DE DISEÑO .....	35
2.7.4.1 Contenedor .....	36
2.7.4.2 Placa inferior.....	37
2.7.4.3 Placa guía.....	38
2.7.4.4 Placa superior .....	39
2.7.4.5 Matriz .....	40
2.7.4.6 Pisador .....	43
2.7.4.7 Porta punzones .....	44
2.7.4.8 Sufridera.....	45
2.7.4.9 Punzón .....	46
2.7.4.9.1 Punzones 1.estación.....	46
2.7.4.9.2 Punzón 2.estación .....	48
2.7.4.9.3 Punzón 3.estación .....	49
2.7.4.9.4 Punzón 4.estación .....	50
2.7.4.9.5 Punzón 3/4.estación .....	51
2.7.4.9.6 Punzón 5.estación .....	52
2.7.4.9.7 Punzón 6.estación .....	53
2.7.4.9.8 Punzón 7.estación .....	54
2.7.5 ELEMENTOS NORMALIZADOS .....	55
2.7.5.1 Disco de amarre .....	55

2.7.5.2 Brida de amarre .....	56
2.7.5.3 Casquillo guía deslizante con valona y lubricante sólido.....	57
2.7.5.4 Elevador de banda con valona por muelle.....	58
2.7.5.5 Muelle a compresión .....	59
2.7.5.6 Columna guía con valona .....	61
2.7.5.7 Tornillo cabeza avellanada “Allen”.....	62
2.7.5.8 Tornillo Allen .....	63
2.7.5.9 Tornillo tope .....	66
2.7.6 MONTAJE .....	67
<u>2.7.7 FUNCIONAMIENTO .....</u>	<u>68</u>
2.8 PLANIFICACIÓN .....	68

## **DOCUMENTO 3: CALCULOS**

3.1 INTRODUCCIÓN.....	3
3.2 DISEÑO DE LA BANDA.....	3
3.2.1 COLOCACIÓN DE LA PIEZA EN LA BANDA .....	3
3.2.1.1 Normal.....	3
3.2.1.2 Oblicua .....	4
3.2.1.3 Invertida.....	4
3.2.1.4 Múltiple .....	4
3.2.2 PARAMETROS FUNDAMENTALES .....	5
3.2.2.1 Distancia optima de separación .....	5
3.2.2.2 Determinar el paso.....	6
3.2.2.3 Rendimiento de la banda .....	6
3.2.3 SECUENCIA DEL PROCEDIMIENTO .....	8
3.3 CORTE.....	9
3.3.1 FUNDAMENTOS DE CORTE .....	9
3.3.2 PRAMETROS FUNDAMENTALES .....	11
3.3.2.1 Tolerancia de corte .....	11
3.3.2.2 Diámetro mínimo de corte.....	12
3.3.2.3 Holgura.....	12
3.3.2 FUERZAS .....	14
3.3.3 FUERZAS DE EXTRACCIÓN .....	18
3.3.4 FUERZAS DE EXPULSIÓN.....	19
3.3.5 RESUMEN DE FUERZAS POR ESTACIONES.....	20
3.3.6 DISTANCIA MINIMA DE PUNZONADO.....	20
3.4 DOBLADO.....	22
3.4.1 PARAMETROS FUNDAMENTALES .....	22
3.4.1.1 Radio mínimo de doblado.....	22

3.4.1.2 Desarrollo de la chapa .....	22
3.4.1.3 Holgura entre punzón y matriz .....	24
3.4.1.4 Springback .....	25
3.4.2 FUERZAS .....	26
3.4.2.1 Fuerzas del doblado .....	26
3.4.2.2 Fuerzas del pisador .....	27
3.5 FUERZA DE LA PRENSA Y POSICIÓN DEL VÁSTAGO .....	27
3.5.1 FUERZA DE LA PRENSA.....	27
3.5.2 POSICIÓN DEL VASTAGO.....	28
3.6 DIMENSIONADO DE LOS ELEMENTOS .....	30
3.6.1 MATRIZ.....	30
3.6.2 PUNZONES .....	32
3.6.3 MUELLES.....	36



## **DOCUMENTO 4: PLANOS**

P1: PIEZA

P2: CONJUNTO

P3: PUNZONES 1. ESTACIÓN

P4: PUNZÓN 2. ESTACIÓN

P5: PUNZÓN 3. ESTACIÓN

P6: PUNZÓN 4. ESTACIÓN

P7: PUNZÓN 3\_4. ESTACIÓN

P8: PUNZÓN 5. STACIÓN

P9: PUNZONES 6 Y 7. ESTACIÓN

P10: MATRIZES 1 Y 2. ESTACIÓN

P11: MATRIZES 3 Y 4. ESTACIÓN

P12: MATRIZ 5. ESTACIÓN

P13: MATRIZES 6 Y 7. ESTACIÓN

P14: CONTENEDOR

P15: PLACA INFERIOR

P16: PLACA GUÍA

P17: PLACA SUPERIOR

P18: PISADORES

P19: PLACA PORTA PUNZONES

P20: SUFRIDERA

## **DOCUMENTO 5: PLIEGO DE CONDICIONES**

5.1 OBJETO DE PLIEGO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN.....	4
5.1.1 OBJETO DE PLIEGO .....	4
5.1.2 REALIZACIÓN DEL DOSSIER TECNICO.....	4
5.1.2.1 Anteproyecto del troquel .....	4
5.1.2.2 Proyecto del troquel.....	4
5.1.2.3 Listado de componentes y materiales .....	5
5.1.2.4 Entrega de la documentación técnica .....	5
5.1.3 DOCUMENTOS QUE DEFINEN LA FABRICACIÓN.....	5
5.1.4 INICIO DE LA FABRICACIÓN .....	6
5.1.5 EJECUCIÓN, TRANSPORTE Y PUESTA A PUNTO .....	6
5.1.5.1 Transporte.....	6
5.1.5.2 Desperfectos .....	7
5.1.5.3 Montaje.....	7
5.2 CONDICIONES TÉCNICAS .....	7
5.2.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PROCESO.....	7
5.2.1.1 Fabricación .....	7
5.2.1.2 Limitaciones de suministro.....	7
5.2.1.3 Transporte y entrega .....	8
5.2.1.4 Embalaje .....	8
5.2.1.5 Recepción del pedido .....	8
5.2.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL ACERO A CONFORMAR .....	9
5.2.2.1 Formas de suministro .....	9
5.2.2.2 Características del material.....	9
5.2.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL ACERO ESTRUCTURAL.....	9
5.2.4 FABRICACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL TROQUEL.....	10
5.2.4.1 Identificación del troquel.....	10

5.2.4.2 Identificación de la pieza.....	10
5.2.4.3 Colores.....	11
5.3 CONDICIONES ECONÓMICAS.....	11
5.3.1 FORMA DE PAGO.....	11
5.3.3 PLAZO DE ENTREGA .....	12
5.3.4 PENALIZACIONES Y PRIMAS .....	12
5.3.5 LIQUIDACIÓN DE IMPUESTOS .....	13
5.3.6 RECLAMACIONES .....	13
5.3.7 CONDICIONES DEL PRECIO FINAL .....	13
5.3.8 GARANTÍA .....	14
5.3.8.1 Garantía general.....	14
5.3.8.2 Garantía de proyecto.....	14
5.3.8.3 Reparación de desperfectos .....	15
5.3.8.4 Asistencia técnica .....	15
5.3.9 SEGUROS.....	15
5.3.10 RESOLUCIÓN DEL CONTRATO POR PARTE DEL CLIENTE .....	16
5.3.10.1 Causas de resolución .....	16
5.3.10.2 Efectos de la resolución.....	17
5.3.11 RESOLUCIÓN DEL CONTRATO POR PARTE DEL CONSTRUCTOR...	17
5.3.11.1 Causas de resolución .....	17
5.3.11.2 Efectos de la resolución.....	18
5.4 CONDICIONES LEGALES .....	18
5.4.1 CONDICIONES GENERALES DE CARÁCTER LEGAL .....	18
5.4.2 NORMATIVA DE CARÁCTER GENERAL .....	19
5.4.3 ENTREGA DE DOCUMENTACIÓN.....	19
5.4.3.1 Documentación técnica.....	19
5.4.3.2 Ingeniería .....	19

5.4.3.3 Propiedad industrial.....	19
5.4.4 RESPONSABILIDAD .....	20
5.4.4.1 Responsabilidad técnica del constructor.....	20
5.4.4.2 Responsabilidad del constructor en materia social y laboral.....	21
5.4.4.3 Responsabilidad del constructor en materia de accidentes.....	21
5.4.4.4 Responsabilidad del constructor en materia de seguridad e higiene .....	21
5.4.5 LICENCIAS Y PATENTES .....	22
5.4.6 PERMISOS Y AUTORIZACIONES .....	22
5.4.7 ARBITRAJE Y JURISDICCIÓN .....	23
5.4.8 CONFIDENCIALIDAD.....	23
5.4.9 RENUNCIA .....	23
5.5 CONTROL DE CALIDAD .....	23
5.5.1 MATERIALES .....	24
5.5.2 PRUEBAS Y MEDICIONES.....	24
5.5.2.1 Tratamientos térmicos .....	24
5.5.2.2 Control de dureza.....	24
5.5.2.3 Dimensiones finales.....	24
5.5.2.4 Acabados superficiales .....	25
5.6 SEGURIDAD Y RESPONSABILIDAD .....	25
5.6.1 CRITERIOS DE DISEÑO.....	25
5.6.2 CONDICIONES DE SEGURIDAD.....	27
5.6.3 REQUISITOS MÍNIMOS Y RESPONSABILIDADES.....	28
5.6.3.1 Proyectista .....	28
5.6.3.2 Jefe de calidad .....	28
5.6.3.3 Técnico de calidad .....	29
5.6.3.4 Operarios de manejo y puesta a punto.....	30
5.6.3.5 Soldadores .....	30

## **DOCUMENTO 6: PRESUPUESTO**

6.1 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.....	2
6.1.1 OFICINA TÉCNICA.....	2
6.1.2. ELEMENTOS NORMALIZADOS Y COMERCIALES .....	3
6.1.3 PIEZAS DISEÑADAS .....	5
6.1.3.1 PIEZAS DE FUNDICIÓN .....	5
6.1.3.2 MECANIZADO DE LAS PIEZAS DE FUNDICIÓN.....	7
6.1.4 PRESUPUESTO TOTAL DE EJECUCIÓN MATERIAL.....	9
6.2 PRESUPUESTO DE MONTAJE Y PUESTA A PUNTO .....	10
6.2.1 MONTAJE .....	10
6.2.2 AJUSTE Y PRUEBA .....	11
6.2.2 PRESUPUESTO TOTAL DE MONTAJE Y PUESTA A PUNTO .....	12
6.3 PRESUPUESTO TOTAL DE EJECUCION DEL PROYECTO.....	13