

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
TRABAJO FIN DE GRADO

***DISEÑO DE UN MOLDE DE INYECCIÓN
PARA EL MANGO PLÁSTICO DE UNA
CEPILLADORA ELÉCTRICA***

DOCUMENTO 1- ÍNDICE GENERAL

Alumno: Goitia Bollar, Gorka

Director: Lobato González, Roberto

Curso: 2018-2019

Fecha: Bilbao, 11 de marzo de 2019

1 DOCUMENTO N°1: ÍNDICE GENERAL

1	DOCUMENTO N°1: ÍNDICE GENERAL	1
2	DOCUMENTO N° 2: MEMORIA	2
3	DOCUMENTO N° 3: ANEXO	6
4	DOCUMENTO N° 4: PLANOS	7
5	DOCUMENTO N° 5: PLIEGO DE CONDICIONES	8
6	DOCUMENTO N° 6: PRESUPUESTO	10
7	DOCUMENTO N° 7: ESTUDIOS DE ENTIDAD PROPIA	11

2 DOCUMENTO N° 2: MEMORIA

2	DOCUMENTO: MEMORIA	8
2.1	INTRODUCCIÓN	8
2.2	CONTEXTO	8
2.3	OBJETIVOS Y ALCANCE DEL TRABAJO	9
2.4	ANTECEDENTES	9
2.4.1	HISTORIA	9
2.4.2	MÁQUINAS DE INYECCIÓN	10
2.4.3	PROCESO DE MOLDEADO	12
2.4.4	SISTEMAS EN UN MOLDE DE INYECCIÓN	14
2.4.5	DIAGRAMA TERMODINÁMICO	14
2.4.6	INTERCAMBIADOR DE CALOR	16
2.4.7	VARIABLES QUE INFLUYEN EN EL PROCESO DE INYECCIÓN	17
2.4.7.1	TEMPERATURA DE INYECCIÓN	18
2.4.7.2	VISCOSIDAD	18
2.4.7.3	TEMPERATURA DEL MOLDE	18
2.4.7.4	PRESION DE INYECCIÓN	18
2.4.7.5	CONTRAPRESIÓN	18
2.4.7.6	VELOCIDAD ANGULAR DEL HUSILLO	19
2.4.7.7	TIEMPO DE INYECCIÓN	19
2.4.7.8	TIEMPO DE MANTENIMIENTO	19
2.4.7.9	TIEMPO DE ENFRIAMIENTO	19
2.4.7.10	TIEMPO DE CICLO	20
2.4.8	POLIMEROS	20
2.4.8.1	TERMOPLÁSTICOS	21
2.4.8.2	TERMOESTABLES	21
2.4.8.3	ELASTOMEROS	22
2.4.9	MATERIAL	22
2.4.10	ASPECTOS A TENER EN CUENTA	25
2.4.10.1	CONTRACCIONES	25
2.4.10.2	ÁNGULO DE DESMOLDEO	26
2.4.10.3	CONTRASALIDAS	26
2.4.10.4	ARISTAS VIVAS	26
2.4.10.5	ACUMULACIÓN DE TENSIONES	26
2.4.10.6	LÍNEAS DE SOLDADURA	27
2.4.10.7	ATRAPAMIENTOS DE AIRE	27
2.5	DATOS DE LA PIEZA	27
2.6	NORMATIVA Y REFERENCIAS	28
2.6.1	NORMATIVA GENERAL	28
2.6.2	NORMATIVA DE SEGURIDAD	28
2.6.3	NORMATIVA DE PLANOS	29

2.6.4	NORMATIVA DE ELEMENTOS	29
2.6.5	BIBLIOGRAFÍA	29
2.6.6	PROGRAMAS DE CÁLCULO	30
2.6.7	REFERENCIAS	30
2.6.7.1	PLANOS	30
2.6.7.2	CATÁLOGOS	31
2.7	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS	31
2.7.1	TIPOS DE MOLDE SEGÚN EL NÚMERO DE CAVIDADES	31
2.7.1.1	MOLDES DE UNA SOLA CAVIDAD	31
2.7.1.2	MOLDES MULTICAVIDAD	32
2.7.2	TIPOS DE MOLDE SEGÚN EL DESMOLDEO	32
2.7.2.1	MOLDE COMÚN	32
2.7.2.2	MOLDE CON MORDAZAS	32
2.7.3	TIPOS DE MOLDE SEGÚN EL NÚMERO DE PLACAS	33
2.7.3.1	MOLDE DE DOS PLACAS	33
2.7.3.2	MOLDE DE TRES PLACAS	33
2.7.3.3	MOLDE SANDWICH	34
2.7.4	DISTRIBUCIÓN DE LAS CAVIDADES	34
2.7.5	PUNTOS DE INYECCIÓN	35
2.7.6	TIPOS DE COLADA	36
2.7.6.1	COLADA EN FRÍO	36
2.7.6.1.1	TIPOS DE ATAQUE	37
2.7.6.1.2	TIPOS DE CANAL	38
2.7.6.2	COLADA CALIENTE	38
2.7.6.2.1	TIPOS DE BOQUILLA	39
2.7.6.3	COLADA MIXTA	40
2.7.7	SISTEMA DE EXPULSIÓN	41
2.7.7.1	MÉTODOS DE EXPULSIÓN	41
2.7.7.1.1	EXTRACCIÓN MEDIANTE EXPULSORES	41
2.7.7.1.2	EXPULSIÓN MEDIANTE MANGUITOS	42
2.7.7.1.3	EXPULSORES DE VÁLVULA	43
2.7.7.1.4	ANILLOS SEPARADORES Y PLACAS EXPULSORAS	43
2.7.7.1.5	EXPULSIÓN POR AIRE COMPRIMIDO	43
2.7.7.2	TIPOS DE ACCIONAMIENTO MECÁNICO	44
2.7.7.2.1	ACCIONAMIENTO POR BULONES	44
2.7.7.2.2	ACCIONAMIENTO POR PISTONES	44
2.7.7.3	RETROCESOS	44
2.7.8	SISTEMA DE ATEMPERAMIENTO	45
2.7.8.1	TIPO DE DISTRIBUCIÓN	46
2.7.8.1.1	DISTRIBUCIÓN EN SERIE	46
2.7.8.1.2	DISTRIBUCIÓN EN PARALELO	46
2.7.8.2	DEFLECTORES	47

2.8	DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA.	47
2.8.1	MOLDE MULTICAVIDAD	47
2.8.2	MOLDE COMÚN	47
2.8.3	MOLDE DE DOS PLACAS	47
2.8.4	DISTRIBUCIÓN	48
2.8.5	PUNTO DE INYECCIÓN	48
2.8.6	COLADA EN CALIENTE	48
2.8.6.1	BOQUILLA DE ENTRADA DIRECTA	49
2.8.7	CANAL CIRCULAR	49
2.8.8	SISTEMA DE EXPULSIÓN	49
2.8.8.1	EXPULSIÓN MEDIANTE MANGUITOS	49
2.8.8.2	ACCIONAMIENTO POR BULONES	49
2.8.9	RETROCESOS	49
2.8.10	SISTEMA DE ATEMPERAMIENTO	50
2.8.10.1	DISTRIBUCIÓN EN SERIE	50
2.8.10.2	DEFLECTORES	50
2.8.11	ELEMENTOS DEL MOLDE	50
2.8.11.1	MOLDE	50
2.8.11.2	ZÓCALO FIJO	52
2.8.11.3	ANILLA DE CENTRAJE FIJA	53
2.8.11.4	ZÓCALO MÓVIL	53
2.8.11.5	ANILLA DE CENTRAJE MÓVIL	54
2.8.11.6	PORTA-CAVIDAD	55
2.8.11.7	PORTA-NÚCLEO	56
2.8.11.8	CAVIDAD	57
2.8.11.9	NÚCLEO	58
2.8.11.10	CÁMARA CALIENTE	59
2.8.11.11	PLACA EXPULSORA SUPERIOR	59
2.8.11.12	PLACA EXPULSORA INFERIOR	60
2.8.11.13	PLACA EXPULSORA FIJA	61
2.8.11.14	PLACA AISLANTE	61
2.8.11.15	BULÓN EXPULSOR	62
2.8.11.16	TOPES	63
2.8.11.17	SUFRIDERAS	63
2.8.11.18	SELLADO DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	63
2.8.11.19	COLUMNA GUÍA DEL SISTEMA DE EXPULSIÓN	64
2.8.11.20	CASQUILLOS GUÍA DEL SISTEMA DE EXPULSIÓN	64
2.8.11.21	COLUMNAS GUÍA	64
2.8.11.22	CASQUILLOS GUÍA	65
2.8.11.23	UNIDAD DE CENTRADO	65
2.8.11.24	PATAS DE APOYO	65
2.8.11.25	PLACA PROTECTORA	66
2.8.11.26	REGLES	67
2.8.11.27	UNIDAD DE CIERRE	67
2.8.11.28	CASQUILLOS	68
2.8.11.29	TUBOS DE TRANSITO DE CALOR	69

2.8.11.30	DEFLECTORES	70
2.8.11.31	RETROCESOS	70
2.8.11.32	ELASTÓMEROS	70
2.9	PLANIFICACIÓN	71
2.10	PROBLEMAS COMUNES	72
2.10.1	RECHUPES	72
2.10.2	MATERIAL INYECTADO DEMASIADO FRIO	73
2.10.3	REBABA O EFECTO FLASH	73
2.10.4	EFECTO DIÉSEL	73
2.10.5	PIEL DE NARANJA	74
2.10.6	COLORACIÓN DEFICIENTE	74
2.10.7	LÍNEAS DE SOLDADURA	74
2.10.8	FRACTURAS O GRIETAS	75
2.10.9	DELAMINACIÓN DE CAPAS	76
2.10.10	MARCAS O DEFORMACIONES GENERADAS POR LOS EXPULSORES	76
2.10.11	MARCAS HUNDIDAS Y HUECOS	76
2.10.12	INYECTADAS CORTAS	77
2.10.13	ATRAPAMIENTOS DE AIRE	77
2.10.14	EFECTO JETTING	78
2.10.15	DEFORMACIONES	79
2.10.16	WARPING O PANDEO	79

3 DOCUMENTO N° 3: ANEXO

3	DOCUMENTO: ANEXO	4
3.1	CÁLCULOS	4
3.1.1	DATOS INICIALES	4
3.1.2	NÚMERO DE CAVIDADES	5
3.1.3	ANÁLISIS DE TIPOS DE COLADO	6
3.1.4	FUERZA DE CIERRE	10
3.1.5	CONDICIONES DEL CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN	11
3.1.6	DIMENSIONADO DEL CANAL	11
3.1.7	DIMENSIONADO DE LA CÁMARA CALIENTE	13
3.1.8	CÁLCULO DEL CAUDAL	16
3.1.9	ANÁLISIS DE LOS EXPULSORES A PANDÉO	17
3.2	SIMULACIONES	21
3.2.1	PARÁMETROS DE SIMULACIÓN	21
3.2.2	ESPELOR	21
3.2.3	ÁNGULO DE DESMOLDEO	22
3.2.4	PUNTO DE INYECCIÓN ÓPTIMO	23
3.2.5	TIEMPO DE LLENADO	24
3.2.6	CONFIANZA DE LLENADO	27
3.2.7	PREDICCIÓN DE CALIDAD	28
3.2.8	PRESIÓN DE INYECCIÓN	30
3.2.9	PERDIDA DE PRESIÓN	30
3.2.10	TEMPERATURA EN EL FRENTE DE FLUJO	31
3.2.11	ORIENTACIÓN EN SUPERFICIE	34
3.2.12	TEMPERATURA MEDIA	35
3.2.13	TIEMPO PARA ALCANZAR LA TEMPERATURA DE EXPULSIÓN	37
3.2.14	FRACCIÓN DE CAPA SOLIDIFICADA AL FINAL DEL LLENADO	38
3.2.15	ATRAPAMIENTOS DE AIRE	41
3.2.16	LÍNEAS DE SOLDADURA	42
3.2.17	PRESIÓN DEL CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN	43
3.2.18	TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE DEL CIRCUITO	45
3.2.19	CAUDAL DEL CIRCUITO	46
3.2.20	NÚMERO DE REYNOLDS DEL CIRCUITO	47
3.2.21	CALIDAD DE REFRIGERACIÓN	48
3.2.22	VARIANZA DE TIEMPO DE REFRIGERACIÓN	50
3.2.23	TEMPERATURA, PIEZA	52
3.2.24	VARIANZA DE TEMPERATURA	54
3.2.25	TIEMPO PARA ALCANZAR LA TEMPERATURA DE EXPULSIÓN, PIEZA	55
3.2.26	CONTRACCIÓN VOLUMÉTRICA EN LA EXPULSIÓN	58
3.2.27	RECHUPES	59
3.2.28	DEFORMACIÓN	62
3.2.29	RESUMEN DE LAS SIMULACIONES	65

4 DOCUMENTO N° 4: PLANOS

CONJUNTO _____	M-01-MI-M01
ZÓCALO FIJO _____	M-03-MI-P01
ZÓCALO MÓVIL _____	M-03-MI-P02
PORTA-CAVIDAD _____	M-02-MI-P03
PORTA-NÚCLEO _____	M-01-MI-P04
CAVIDAD _____	M-03-MI-P05
NÚCLEO _____	M-01-MI-P06
REGLE _____	M-04-MI-P07
PLACA EXPULSORA SUPERIOR _____	M-02-MI-P08
PLACA EXPULSORA INFERIOR _____	M-02-MI-P09
PLACA EXPULSORA FIJA _____	M-02-MI-P10
PLACA AISLANTE _____	M-03-MI-P11
PATA DE APOYO _____	M-04-MI-P12
PLACA PROTECTORA _____	M-04-MI-P13
ANILLA DE CENTRAJE FIJA _____	M-04-MI-P14
ANILLA DE CENTRAJE MÓVIL _____	M-04-MI-P15

5 DOCUMENTO N° 5: PLIEGO DE CONDICIONES

5	DOCUMENTO: PLIEGO DE CONDICIONES	4
5.1	CONDICIONES GENERALES	4
5.1.1	OBJETIVO	4
5.1.2	NORMATIVA	4
5.1.2.1	NORMATIVA GENERAL	4
5.1.2.2	NORMATIVA DE SEGURIDAD	4
5.1.2.3	NORMATIVA DE PLANOS	5
5.1.2.4	NORMATIVA DE ELEMENTOS	5
5.1.3	DOCUMENTACIÓN	5
5.1.4	FECHA DE PUBLICACIÓN	5
5.2	CONDICIONES TÉCNICAS	6
5.2.1	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS ELEMENTOS	6
5.2.1.1	DIMENSIONADO	6
5.2.1.2	MATERIALES	9
5.2.1.2.1	INSERTO CAVIDAD Y NÚCLEO	9
5.2.1.2.2	PORTA-MOLDES	9
5.2.1.2.3	ZÓCALOS Y REGLES	10
5.2.1.2.4	PLACAS EXPULSORAS	10
5.2.1.2.5	PLACA AISLANTE	11
5.2.1.2.6	COLUMNAS Y CASQUILLOS GUÍA	12
5.2.1.2.7	UNIDAD DE CENTRADO	12
5.2.1.2.8	ELEMENTOS DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	13
5.2.1.2.9	EXPULSORES Y RETROCESOS	13
5.2.1.2.10	TORNILLERÍA	14
5.2.1.3	ACABADOS SUPERFICIALES	14
5.2.1.4	TRATAMIENTOS	14
5.2.1.4.1	NITRURACIÓN	15
5.2.1.4.2	CEMENTACIÓN	15
5.2.1.4.3	CROMADO DURO	15
5.2.1.4.4	NIQUELADO DURO	15
5.2.1.4.5	RECUBRIMIENTOS CON METAL DURO	15
5.2.2	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE FABRICACIÓN	16
5.2.3	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE COMPRA DE ELEMENTOS COMERCIALES	16
5.2.4	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE ELEMENTOS DE SEGURIDAD	16
5.2.4.1	RETROCESOS	16
5.2.4.2	PERFILES DE PROTECCIÓN	17
5.2.4.3	PATAS DE PROTECCIÓN	17
5.2.4.4	CIERRE DEL MOLDE	17
5.2.4.5	ROSCAS DE GAS	17

5.2.4.6	MANGUERAS	17
5.2.4.7	JUNTAS TÓRICAS	18
5.2.5	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE TRANSPORTE	18
5.2.6	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE ALINEACIÓN	19
5.2.7	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MONTAJE	19
5.2.8	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE AJUSTE DEL MOLDE	19
5.2.9	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE ELEVACIÓN Y ACOPLAMIENTO DEL MOLDE	20
5.2.9.1	CÁNCAMOS	20
5.2.9.2	ACOPLAMIENTO	22
5.2.10	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PROCESO DE INYECCIÓN	22
5.2.10.1	MATERIA PRIMA	22
5.2.10.2	MÁQUINA DE INYECCIÓN	23
5.2.10.3	SISTEMA DE BOMBEO	23
5.2.10.4	SISTEMA DE EXPULSIÓN	23
5.2.10.5	FUERZA DE CIERRE	23
5.2.10.6	CONDICIONES DE INYECCIÓN	24
5.2.11	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MANTENIMIENTO	24
5.2.12	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MARCAJE DEL MOLDE	25
5.2.12.1	MARCAJE DE LOS ELEMENTOS	25
5.2.12.2	PLACA DE IDENTIFICACIÓN	25
5.2.12.3	IDENTIFICACIÓN DE SISTEMAS	25
5.3	CONDICIONES DE CALIDAD	25
5.3.1	MEDICIONES Y ENSAYOS	25
5.3.1.1	DIMENSIONADO	25
5.3.1.2	ACABADOS SUPERFICIALES	26
5.3.1.3	TRATAMIENTOS	26

6 DOCUMENTO N° 6: PRESUPUESTO

6	<i>DOCUMENTO: PRESUPUESTO</i>	2
6.1	INTRODUCCIÓN	2
6.2	CUADRO DE PRECIOS	2
6.2.1	Capítulo I: Materias primas	2
6.2.2	Capítulo II: Elementos comerciales	3
6.2.3	Capítulo III: Fabricación y montaje	6
6.2.4	Capítulo IV: Oficina técnica	6
6.3	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	7
6.4	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	8
6.5	PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO	9

7 DOCUMENTO N° 7: ESTUDIOS DE ENTIDAD PROPIA

7	<i>DOCUMENTO: ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA</i>	3
7.1	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	3
7.1.1	GENERALIDADES	3
7.1.2	NORMATIVA	3
7.1.3	EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORES	4
7.1.3.1	RIESGOS LABORALES EN EL MONTAJE	4
7.1.3.2	RIESGOS LABORALES EN LA MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE	4
7.1.3.3	RIESGOS LABORALES EN EL PROCESO DE INYECCIÓN	4
7.1.3.4	RIESGOS LABORALES EN EL MANTENIMIENTO	5
7.1.4	PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES	5
7.1.4.1	PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN EL MONTAJE	5
7.1.4.2	PREVENCIÓN DE RIESGOS EN LA MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE	8
7.1.4.3	PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN EL PROCESO DE INYECCIÓN	11
7.1.4.4	PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN EL MANTENIMIENTO	13
7.1.5	SEÑALIZACIÓN DE RIESGOS	17
7.1.5.1	APLASTAMIENTO	17
7.1.5.2	MATERIAL FUNDIDO A ALTA PRESIÓN	17
7.1.5.3	PRESIÓN ELEVADA	18
7.1.5.4	SUPERFICIES CALIENTES	18
7.1.5.5	BLOQUEO	18
7.1.5.6	RIESGO DE RESBALONES, TROPIEZOS O CAÍDAS	18
7.1.5.7	NO PISAR	19
7.1.6	SEÑALIZACIÓN DE USO DE EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	19
7.1.6.1	GAFAS DE SEGURIDAD	19
7.1.6.2	PANTALLA PROTECTORA FACIAL	19
7.1.6.3	GUANTES RESISTENTES AL CALOR	20
7.1.6.4	PROTECCIÓN ACÚSTICA	20
7.1.6.5	CALZADO DE SEGURIDAD	20
7.1.6.6	TRAJE DE SEGURIDAD	21
7.2	CERTIFICADO CE	21