

Trabajo Fin de Máster
Ingeniería Industrial



**Proyecto de separador de piezas automático para
piezas del sector de decoletaje**

VOLUMEN I
Documentos: ÍNDICE GENERAL
MEMORIA
ANEJOS [A – L]

Autor: Josep Ramon Badia Barragan
Tutor: Genaro González Baixauli
Fecha: Junio 2022

RESUMEN DEL PROYECTO

El proyecto ha sido redactado a partir de la necesidad que Industrias Preciber S.A detecta internamente. El dispositivo ha sido diseñado para separar automáticamente las piezas a pié de máquina para tratar de agilizar el trabajo de los operarios e incrementar la lotificación (y por lo tanto un mayor nivel de calidad) del producto fabricado.

Este documento incluye el estudio llevado a cabo para el diseño del dispositivo, análisis de partida y estudio de alternativas para la resolución de la necesidad.

El dispositivo requiere de tratar el mayor número de referencias o piezas posibles, es decir, que sea lo más versátil posible y que además tenga la potencia suficiente para poder asimilar la diferente gama de piezas ofertadas por Industrias Preciber S.A.

El proceso inicia desde el final de la cinta de transporte que dispone la máquina de producción, las piezas caen directamente sobre una gaveta. Esta gaveta está situada sobre un tambor rotatorio y cada determinado número de piezas rota para que las piezas sean separadas. Una vez separadas el control de calidad determina si las piezas son correctas y a posteriori pueden juntarse producciones. De este modo, los errores de producción se encuentran acotados físicamente y es más sencillo identificarlos.

Para complementar el proyecto, se adjunta la programación temporal, el estudio de amortización y el resumen del presupuesto.

HOJA DE IDENTIFICACIÓN

TÍTULO DEL PROYECTO

PROYECTO DE SEPARADOR DE PIEZAS AUTOMÁTICO PARA PIEZAS DEL SECTOR DE DECOLETAJE

CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN: PR099999

PERSONA FÍSICA O JURÍDICA QUE HA ENCARGADO EL PROYECTO

Nombre: Indústries Preciber

Dirección: Camí del Roquís, 75. 43206. Reus (Tarragona)

C.P.: 43206

Teléfono: 977 320 000

DATOS DEL AUTOR DEL PROYECTO

Nombre del autor: Josep Ramon Badia Barragan

NIF: 48000580-V

Estudios: Ingeniería Industrial

Dirección: C/Falset, esc. 10, 3^º-4^ª

C.P.: 43006

Teléfono de contacto: +34 636 253 392

Correo electrónico: josepramon.badia@estudiants.urv.cat

RESPONSABLE DE LA TUTORÍA DEL PROYECTO

Nombre: Genaro González Baixauli

Dirección: Avinguda Països Catalans, 26 – Campus Sescelades, 43007 Tarragona

Teléfono: 977 55 82 65

Correo electrónico: Genaro.gonzalez@urv.cat

Fecha y firma

Trabajo Fin de Máster
Ingeniería Industrial



**Proyecto de separador de piezas automático para
piezas del sector de decoletaje**

Documento 1: ÍNDICE GENERAL

Autor: Josep Ramon Badia Barragan
Tutor: Genaro González Baixauli
Fecha: Junio 2022

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1.	Objetivos del proyecto	7
1.1	Promotor del proyecto	7
1.2	Equipo redactor	8
1.3	Alcance del proyecto	8
1.4	Resumen descriptivo de la máquina	9
2.	Condicionantes del proyecto	10
2.1	Antecedentes	10
2.1.1	Introducción histórica a Industrias Preciber	10
3.	Objetivos	11
3.1	Directrices del proyecto	11
3.1.1	Objetivo y finalidad del proyecto	11
3.1.2	Promotor	11
4.	Condiciones internas	12
4.1	Instalaciones	12
4.2	Política de calidad	12
4.2.1	Legislación	12
4.2.2	Versatilidad	12
4.3.	Impuestas por el promotor	13
4.3.1	Ahorro económico	13
4.3.2	Eficiencia en la fabricación	13
4.3.3	Tecnología conocida	13
4.3.4	Política de calidad	14
4.4	Entorno físico	14
4.4.1	Entorno físico	14
4.4.1.1	Clima	14
4.4.1.2	Ambiente	15
4.5	Situación económica y de mercado	15
4.5.1	Recursos humanos	15
4.6	Condicionantes externos	15
4.6.1	Localización	15
4.6.2	Seguridad	16
5.	Estudio de la situación actual	17
5.1	Descripción de la necesidad	17
6.	Estudio de alternativas	18

6.1	Introducción	18
6.2	Criterio del estudio.....	18
6.3	Estudio de alternativas.....	19
6.3.2	Fase de alimentación	19
6.3.3	Posicionado de la pieza	19
6.3.4	Rotación del plato	20
6.3.5	Microprocesador.....	20
6.3.6	Estructura y soportes	21
6.3.7	Materiales	21
6.4	Criterios de valoración para la mejor alternativa.....	23
6.5	Resultados de la elección de los sistemas y los elementos.....	23
6.5.1	Fase de alimentación	23
6.5.2	Posicionado de la pieza	23
6.5.3	Rotación del plato	24
6.5.4	Microprocesador.....	24
6.5.5	Estructura y soportes	24
6.5.6	Materiales	24
7.	Ingeniería del proyecto	25
7.1	Características generales de la máquina.....	25
7.1.1	Introducción.....	25
7.1.2	Funcionamiento general	25
7.1.3	Cadencia de producción de la máquina	26
7.1.4	Tiempos por posición	26
7.2	Diseño de subsistemas de la máquina	27
7.2.1	Diseño de la estructura	27
7.2.2	Diseño del tambor.....	27
7.2.3	Diseño de las gavetas.....	28
7.2.4	Diseño del soporte del tambor	28
8.	Instalación eléctrica, del procesador y su programación.....	29
9.	Justificación del cumplimiento de la normativa específica.....	30
9.1	Introducción.....	30
9.2	Exigencias de las máquinas	30
9.3	Marcaje CE	31
9.4	Requisitos del manual de instrucciones.....	31
9.5	Carteles, señales y advertencias	32
9.6	Seguridad para el operario.....	32

9.6.2 Encendido de la máquina	32
9.6.3 Parada y parada de emergencia	32
9.6.4 Iluminación	33
10. Programación temporal	34
10.1 Introducción	34
10.2 Identificación de los procesos	34
10.3 Diagrama PERT	35
10.4 Camino crítico	35
11. Estudio financiero	36
11.1 Inversión	36
11.2 Estudio de rentabilidad en la empresa	36
11.3 Cálculo del VAN y TIR	38
12. Resumen del presupuesto	39
13. Bibliografía	40
13.1 Referencias bibliográficas	40
13.2 Referencias del software utilizado	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Datos del promotor	7
Tabla 1.2 Datos del proyectista	8
Tabla 6.1 Composición química del acero F-212	22
Tabla 6.2 Equivalencias del acero F-212	22
Tabla 6.3 Composición química del aluminio 6082	22
Tabla 6.4 Equivalencias del aluminio 6082	22
Tabla 6.5 Propiedades físicas del PVC	23
Tabla 11.1 Diagrama PERT. Identificación de los procesos	34
Tabla 12.7 Datos para el cálculo de VAN	38
Tabla 12.8 Cálculo de VAN	38
Tabla 12.9 Cálculo de VAN 2	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1.1 Diseño general de la máquina	9
Fig. 4.1 Localización de Industrias Preciber S.A	15
Fig. 7.1 Vista general de la máquina de separación	26
Fig. 7.2 Diseño de la estructura	27
Fig. 7.3 Diseño del tambor	27
Fig. 7.4 Diseño del brazo robótico	28
Fig. 7.6 Diseño del soporte del tambor	28
Fig. 11.1 Diagrama PERT	35

INDICE DE ANEJOS [A-L]

A.	Condicionantes del proyecto	6
A 1.	Introducción.....	6
A 2.	Antecedentes.....	6
A 2.1	Funcionamiento.....	7
A 3.	Objetivos.....	9
A 4.	Condicionantes internos.....	9
A 4.1	Instalaciones	9
A 4.2	Política de calidad	9
A 4.3	Condicionantes impuestos por el promotor	10
A 4.4	Entorno físico.....	12
A 4.5	Condiciones ambientales.....	12
A 4.6	Financiación y economía.....	14
A 5.	Condicionantes externos	15
A 5.1	Condicionantes del cliente.....	15
A 5.2	Situación económica y de mercado	24
A 6.	Análisis de posibles defectos generados durante el procesado de las piezas	25
B.	Estudio de la situación actual.....	26
B 1.	Introducción.....	26
B 2.	Descripción del problema	26
B 3.	Proceso de fabricación.....	27
B 3.1	Materia prima	27
B 3.2	Documentación.....	28
B 3.3	Fabricación.....	29
B 3.4	Limpieza	37
B 3.5	Verificación	39
B 3.6	Embalaje.....	47
C.	Estudio de alternativas.....	48
C 1.	Introducción.....	48
C 2.	Estudio de alternativas del proceso productivo.....	48
C 2.1	Fase de alimentación.....	48
C 2.2	Posicionado de la pieza	49
C 2.3	Rotación del plato.....	49
C 2.4	Microprocesador.....	50
C 2.5	Estructura y soportes	50
C 2.6	Materiales.....	51

C 3. Comparativa y ponderación de las diferentes alternativas	53
C 3.1 Introducción	53
C 3.2 Fase de alimentación	53
C 3.3 Posicionado de la pieza.....	54
C 3.4 Rotación del plato.....	55
C 3.5 Microprocesador	56
C 3.5 Estructura y soportes.....	56
C 3.7 Materiales.....	57
D. Ingeniería del proyecto.....	58
D 4.1. Características generales de la máquina	58
D 4.1.1 Introducción	58
D 4.1.2 Funcionamiento general	58
D 4.1.3 Desglose de la máquina en componentes y sus elementos	59
D 4.3 Cálculo y dimensionado de los elementos	60
D 4.3.1 Dimensionado de la capacidad y autonomía de las gavetas	60
D 4.3.3 Diseño de la tornillería	65
D 4.3.4 Estructura de la máquina	70
D 4.5 Cálculo de producción	110
E. Instalación eléctrica.....	112
F. Programa del microprocesador	113
G. Cumplimiento de la normativa	117
G 1. Legislación específica	117
G 2. Declaración de conformidad CE	117
G 3. Marcaje CE	119
H. Programación temporal.....	121
H 1. Introducción	121
H 2. Identificación de procesos	121
H 3. Diagrama PERT	122
H 4. Matriz de Zaderenko	123
H 5. Camino crítico	123
H 6. Calendario de ejecución	124
I. Justificación de precios.....	3
I 1. Precios básicos.....	3
I 1.1 Materiales.....	3
I 1.2 Mano de obra	3
I 1.3 Maquinaria	4

J. Estudio financiero	5
K 1. Inversión.....	5
K 2. Estudio de rentabilidad en la empresa	5
K 3. Cálculo de VAN y TIR.....	6
K. Manual del usuario	8
L 1. Declaración CE de conformidad	11
L 2. Ficha técnica.....	12
L 3. Responsabilidad y garantía.....	13
L 4. Descripción de la máquina	14
L 5. Preparaciones.....	14
L 6. Mantenimiento.....	14

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla C.1 Composición química del acero F-212	51
Tabla C.2 Equivalencias acero F-212	51
Tabla C.3 Composición química del aluminio 6082	52
Tabla C.4 Equivalencias aluminio 6082	52
Tabla C.6 Tabla ponderación de la fase de alimentación.....	53
Tabla C.7 Tabla de ponderación del posicionado de la pieza	54
Tabla C.8 Tabla de ponderación de la rotación del plato.....	55
Tabla C.9 Tabla de ponderación del microprocesador.....	56
Tabla D.1 Datos geométricos de las referencias	61
Tabla D.2 Datos de volumen-masa de las piezas	61
Tabla D.3 Volumen de los lotes según referencia	62
Tabla D.4 Tiempo de autonomía según velocidad de producción	63
Tabla D.5 Aumento de la masa según número de piezas sobre la membrana	64
Tabla D.6 Producción mensual por referencia.....	110
Tabla D.7 Datos productivos día, hora y minuto por referencia	111
Tabla I.1 Identificación del proceso	122
Tabla I.2 Matriz de Zaderenko	123
Tabla I.4 Calendario de ejecución	91
Tabla K.7 Datos para el cálculo de VAN	6
Tabla 12.8 Cálculo de VAN	7
Tabla 12.9 Cálculo de VAN 2	7

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. A.1 Indústries Preciber S.A. (2020). Plano general de la nave	13
Fig. A.3 Indústries Preciber S.A. (2020). Plano REF. 1	16
Fig. A.4 Indústries Preciber S.A. (2020). Plano REF. 2	17
Fig. A.5 Indústries Preciber S.A. (2020). Plano REF. 3	18
Fig. A.6 Indústries Preciber S.A. (2020). Plano REF. 4	19
Fig. A.7 Indústries Preciber S.A. (2020). Plano REF. 5 y 6	20
Fig. A.8 Indústries Preciber S.A. (2020). Certificado de material - 1	21
Fig. A.9 Indústries Preciber S.A. (2020). Certificado del material - 2	22
Fig. B.1 Indústries Preciber S.A. (2020). Validació del procés	28
Fig. B.2 Indústries Preciber S.A. (2020) Catálogo herramientas TB-DECO	29
Fig. B.3 Indústries Preciber S.A. (2020). Programación TB-DECO	30
Fig. B.4 Indústries Preciber S.A. (2020). Programación TB-DECO 2	31
Fig. B.5 Indústries Preciber S.A. (2020). Hoja de preparación	32
Fig. B.6 Indústries Preciber S.A. (2020). Hoja de preparación 2	33
Fig. B.7 Indústries Preciber S.A. (2020). Hoja de preparación 3	34
Fig. B.8 Indústries Preciber S.A. (2020). Distribución de herramientas 1	35
Fig. B.9 Indústries Preciber S.A. (2020). Distribución de herramientas 2	36
Fig. B.10 Indústries Preciber S.A. (2020). Hoja de limpieza	38
Fig. B.11 Indústries Preciber S.A. (2020). Hoja de control	40
Fig. B.12 Indústries Preciber S.A. (2020). Hoja de control 2	41
Fig. B.13 Indústries Preciber S.A. (2020). Hoja de control 3	42
Fig. B.14 Indústries Preciber S.A. (2020). Hoja control 1/2 h	43
Fig. B.15 Indústries Preciber S.A. (2020). Hoja limitación de tolerancia	44
Fig. B.16 Indústries Preciber S.A. (2020). Pauta de control	45
Fig. D.1 Diseño de la máquina general	59
Fig. D.13 Volumen de las piezas V.S Número de piezas	63
Fig. D.14 Tiempo de autonomía V.S Número de piezas	64
Fig. D.16 Desarrollo de la masa sobre la membrana en función del número de piezas	65
Fig. D.17 Diagrama de cargas sobre la estructura	66
Fig. D.18 Diagrama de posición de cargas más desfavorable	67
Fig. D.19 Diagrama del sólido libre	67
Fig. I.1 Diagrama PERT	122
Fig. I.2 Diagrama del calendario de ejecución	2

ÍNDICE DE ANEJOS [M]

M CATÁLOGOS.....	4
M. 1 Perfiles 8 – Dimensión modular 40 mm	4
M. 2 Tapa de perfil 8	6
M. 3 Selector negro Kraus & Naimer Interruptor.....	7
M. 4 Motor paso a paso RS PRO 2.8V eje 5 mm	11
M. 5 Caja adaptable para instrumentación.....	12

ÍNDICE DE PLANOS

REF.	OP. Núm.	DENOMINACIÓN	ESCALA	PÁG.
MG1	1	MÁQ. GRAL. ISO	SE	4
MG2	2	MÁQ. GRAL. VISTAS	1:4	5
P1	3	Perfil ITEM 300	1:2	6
P2	4	Perfil ITEM 150	1:1	7
P3	5	Escuadra ITEM	1:1	8
P4	6	Tambor	1:2	9
P5	7	Gaveta	1:1	10
P6	8	Soporte tambor	1:2	11
P7	9	Instalación eléctrica	SE	12

ÍNDICE DE PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

1. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS	5
1.1 DISPOSICIONES GENERALES	5
Artículo 1. Objeto del pliego de condiciones	5
Artículo 2. Documentos que definen las obras	5
Artículo 3. Compatibilidad y relación entre los diversos documentos.....	6
Artículo 4. Documentación complementaria	6
1.2 Pliego de condiciones técnicas particulares.....	7
1.2.1 Prescripciones sobre los materiales.....	7
1.2.2 Condiciones que tienen que cumplir los materiales	7
1.2.3 Condiciones que tienen que cumplir los componentes	8
2. Disposiciones facultativas	9
2.1 Derechos y obligaciones del contratista	9
Artículo 1. Inscripción en el Registro de Empresas Acreditadas	9
Artículo 2. Verificación de los documentos del proyecto	9
Artículo 3. Suministro de materiales.....	9
2.2 Régimen y organización	9
Artículo 4. Dirección.....	9
Artículo 5. Modificaciones	9
Artículo 6. Orden de ejecución de los trabajos	10
Artículo 7. Materiales no utilizados o defectuosos.....	10
Artículo 8. Gastos ocasionados por análisis, pruebas y ensayos.....	10
Artículo 9. Fin de la garantía	10
3. Disposiciones económicas	11
Artículo 1. Gastos.....	11
Artículo 2. Mejoras o ampliaciones.....	11
Artículo 3. Precios unitarios	11
Artículo 4. Anidamientos de la máquina.....	11
Artículo 5. Errores en el presupuesto	12
Artículo 6. Pagos	12
Artículo 7. Trabajos no estipulados específicamente	12
4. Disposiciones legales.....	13
Artículo 1. Formalización del contrato.....	13
Artículo 2. Causas de rescisión del contrato.....	13
Artículo 3. Jurisdicción	14

ÍNDICE DE MEDICIONES

1. Mediciones.....	4
1.1. Posicionado de la pieza	4
1.2. Estructura y soportes	4
1.3. Instalación eléctrica	5
1.4. Elementos mecánicos.....	5

ÍNDICE DE PRESUPUESTOS

1. Cuadro de precios – 1.....	4
1.1 Posicionado de la pieza	4
1.2 Estructura y soportes	4
1.3 Instalación eléctrica	5
1.3 Elementos mecánicos.....	5
2. Cuadro de precios – 2.....	6
2.1 Posicionado de la pieza	6
2.2 Estructura y soportes	6
2.3 Instalación eléctrica	7
2.3 Elementos mecánicos.....	7
3. Presupuesto general	8
3.1 Posicionado de la pieza	8
3.2 Estructura y soportes	8
3.3 Instalación eléctrica	9
3.3 Elementos mecánicos.....	9
4. Resumen del presupuesto.....	10
4.1 Resumen del presupuesto.....	10

Trabajo Fin de Máster
Ingeniería Industrial



**Proyecto de separador de piezas automático para
piezas del sector de decoletaje**

Documento 2: MEMORIA

Autor: Josep Ramon Badia Barragan
Tutor: Genaro González Baixauli
Fecha: Junio 2022

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1.	Objetivos del proyecto	7
1.1	Promotor del proyecto	7
1.2	Equipo redactor	8
1.3	Alcance del proyecto	8
1.4	Resumen descriptivo de la máquina.....	9
2.	Condicionantes del proyecto.....	10
2.1	Antecedentes	10
2.1.1	Introducción histórica a Industrias Preciber	10
3.	Objetivos	11
3.1	Directrices del proyecto	11
3.1.1	Objetivo y finalidad del proyecto	11
3.1.2	Promotor	11
4.	Condiciones internas	12
4.1	Instalaciones.....	12
4.2	Política de calidad.....	12
4.2.1	Legislación	12
4.2.2	Versatilidad	12
4.3.	Impuestas por el promotor	13
4.3.1	Ahorro económico.....	13
4.3.2	Eficiencia en la fabricación	13
4.3.3	Tecnología conocida	13
4.3.4	Política de calidad.....	14
4.4	Entorno físico	14
4.4.1	Entorno físico	14
4.4.1.1	Clima.....	14
4.4.1.2	Ambiente	15
4.5	Situación económica y de mercado.....	15
4.5.1	Recursos humanos	15
4.6	Condicionantes externos.....	15
4.6.1	Localización	15
4.6.2	Seguridad.....	16
5.	Estudio de la situación actual	17
5.1	Descripción de la necesidad	17
6.	Estudio de alternativas	18

6.1	Introducción	18
6.2	Criterio del estudio	18
6.3	Estudio de alternativas	19
6.3.2	Fase de alimentación	19
6.3.3	Posicionado de la pieza	19
6.3.4	Rotación del plato	20
6.3.5	Microprocesador	20
6.3.6	Estructura y soportes.....	21
6.3.7	Materiales	21
6.4	Criterios de valoración para la mejor alternativa	23
6.5	Resultados de la elección de los sistemas y los elementos	23
6.5.1	Fase de alimentación	23
6.5.2	Posicionado de la pieza	23
6.5.3	Rotación del plato	24
6.5.4	Microprocesador	24
6.5.5	Estructura y soportes.....	24
6.5.6	Materiales	24
7.	Ingeniería del proyecto	25
7.1	Características generales de la máquina	25
7.1.1	Introducción	25
7.1.2	Funcionamiento general.....	25
7.1.3	Cadencia de producción de la máquina.....	26
7.1.4	Tiempos por posición	26
7.2	Diseño de subsistemas de la máquina.....	27
7.2.1	Diseño de la estructura.....	27
7.2.2	Diseño del tambor	27
7.2.3	Diseño de las gavetas	28
7.2.4	Diseño del soporte del tambor	28
8.	Instalación eléctrica, del procesador y su programación	29
9.	Justificación del cumplimiento de la normativa específica.....	30
9.1	Introducción	30
9.2	Exigencias de las máquinas	30
9.3	Marcaje CE	31
9.4	Requisitos del manual de instrucciones	31
9.5	Carteles, señales y advertencias.....	32
9.6	Seguridad para el operario	32

9.6.2 Encendido de la máquina	32
9.6.3 Parada y parada de emergencia	32
9.6.4 Iluminación.....	33
10. Programación temporal.....	34
10.1 Introducción	34
10.2 Identificación de los procesos	34
10.3 Diagrama PERT	35
10.4 Camino crítico	35
11. Estudio financiero.....	36
11.1 Inversión.....	36
11.2 Estudio de rentabilidad en la empresa	36
11.3 Cálculo del VAN y TIR	38
12. Resumen del presupuesto	39
13. Bibliografía	40
13.1 Referencias bibliográficas.....	40
13.2 Referencias del software utilizado	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Datos del promotor	7
Tabla 1.2 Datos del proyectista	8
Tabla 6.1 Composición química del acero F-212	22
Tabla 6.2 Equivalencias del acero F-212	22
Tabla 6.3 Composición química del aluminio 6082	22
Tabla 6.4 Equivalencias del aluminio 6082.....	22
Tabla 6.5 Propiedades físicas del PVC	23
Tabla 11.1 Diagrama PERT. Identificación de los procesos.....	34
Tabla 12.7 Datos para el cálculo de VAN	38
Tabla 12.8 Cálculo de VAN	38
Tabla 12.9 Cálculo de VAN 2.....	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1.1 Diseño general de la máquina.....	9
Fig. 4.1 Localización de Industrias Preciber S.A.....	15
Fig. 7.1 Vista general de la máquina de separación	26
Fig. 7.2 Diseño de la estructura	27
Fig. 7.3 Diseño del tambor	27
Fig. 7.4 Diseño del brazo robótico	28
Fig. 7.6 Diseño del soporte del tambor	28
Fig. 11.1 Diagrama PERT.....	35

1. Objetivos del proyecto

El objetivo del proyecto es la realización del diseño, con sus correspondientes cálculos, de una máquina automatizada que separe piezas, del sector del decoletaje, a pié de máquina. Actualmente, este proceso es realizado manualmente.

Por lo tanto, el proyecto deberá cumplir todos los requisitos para el correcto funcionamiento y cumplir los términos de entrega con tal de satisfacer al cliente.

1.1 Promotor del proyecto

En el presente proyecto el promotor y financiador para su realización es Industrias Preciber SA.

Tabla 1.1 Datos del promotor

DATOS DEL PROMOTOR	
EMPRESA	Indústries Preciber SA
NIF	A4303201
POBLACIÓN	Reus
DIRECCIÓN	Camí del Roquís, 75
CÓDIGO POSTAL	43206
TELÉFONO	977 338 522
WEB	www.preciber.com

1.2 Equipo redactor

El equipo redactor del proyecto es Josep Ramon Badia Barragan.

Tabla 1.2 Datos del proyectista

DATOS DEL PROMOTOR	
NOMBRE	Josep Ramon Badia Barragan
DNI	48000580-V
POBLACIÓN	Tarragona
DIRECCIÓN	C/Falset, 10, 3º-4ª
CÓDIGO POSTAL	43006
TELÉFONO	+34 636 253 392
EMAIL	josepramon.badia@estudiants.urv.cat
COLEGIO	Col·legi d'Enginyers Tècnics Industrials de Tarragona
NÚM. COLEGIADO	341

1.3 Alcance del proyecto

La necesidad del proyecto nace del aumento de la demanda que Indústries Preciber SA recibe por parte de sus clientes, los cuales requieren un mayor cuidado de las piezas en lo que respecta la intralogística.

Anteriormente, Indústries Preciber SA realizaba la separación de las piezas de manera manual. Tras el aumento productivo los errores humanos han ido escalonando a medida que la plantilla se ha incrementado y los defectos de calidad (en volumen de pieza no detectada) son tales que es necesario seccionar la producción lo máximo posible.

1.4 Resumen descriptivo de la máquina

La máquina tendrá la función de separar piezas a pié de máquina.

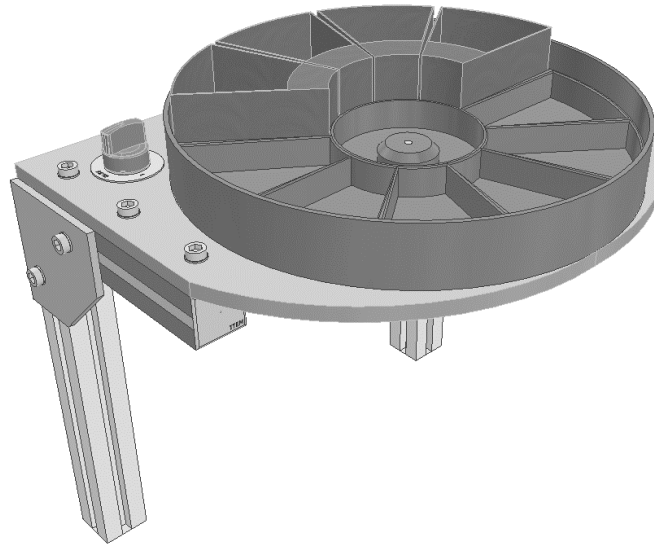


Fig. 1.1 Diseño general de la máquina

Estará compuesta por un plato principal sobre el que descansará un segundo plato rotativo, en este se dispondrán una serie de gavetas para el almacenamiento y separación de piezas.

El accionamiento será realizado por un motor paso por paso.

El control de la máquina será realizado mediante un microprocesador de la marca Arduino, y las señales de origen serán aportadas por las máquinas de producción (Tornos DECO).

Una vez la máquina de señal de pieza producida, el dispositivo tendrá un contador y a partir de un valor umbral separará la producción. De manera que en función del interés de Industrias Preciber S.A, puedan configurar la lotificación a su voluntad.

Una vez las piezas han sido separadas, el embarrador (operario de producción) aportará una muestra de la producción al control de calidad para que se determine si la fabricación es conforme o no conforme.

2. Condicionantes del proyecto

2.1 Antecedentes

2.1.1 Introducción histórica a Industrias Preciber

La empresa fue creada en 1971 con el nombre de Preciber por Don Emili Correig y Don Javier Casas. Su objetivo ha sido desde entonces la fabricación de piezas de decoletaje de precisión y calidad. Desde entonces, la empresa ha evolucionado hasta ser un referente mundial.

Desde sus inicios, Industrias Preciber SA trabaja en su principal línea de fabricación con maquinaria de origen suizo:

- Tornos de levas con cabezal móvil
- Tornos CNC de 12 ejes con cabezales móviles
- Máquinas transfer para segundas operaciones

Hoy en día, trabajan en la mecanización de piezas de alta precisión contenidas entre 1 y 25 mm de diámetro, con tolerancias hasta la centésima y con todo tipo de materiales desde aleaciones de cobre hasta cromo cobalto o titanio.

Industrias Preciber SA persigue la máxima calidad de sus productos, y para ello cuentan con maquinaria de última generación tanto para la producción, verificación y autogestión. Esto les ha permitido situarse en el mercado global, donde más del 75% de su producción es exportada a todas partes del mundo.

3. Objetivos

3.1 Directrices del proyecto

3.1.1 Objetivo y finalidad del proyecto

El objetivo y finalidad del proyecto es la automatización de una máquina que sea capaz de separar a pié de máquina los distintos tipos de piezas fabricadas por la misma empresa.

3.1.2 Promotor

Indústries Preciber S.A es el promotor que encarga el proyecto e impone las condiciones redactadas en el presente documento.

4. Condiciones internas

4.1 Instalaciones

Indústries Preciber S.A se encuentra en el municipio de Reus, provincia de Tarragona. En el Camí de Roquís, 75.

Disponen de una nave industrial de 4.000 m² en fase de expansión. Disponen de dos grandes sectores productivos diferenciados por áreas, en los que podemos encontrar los tornos de levas con cabezal móvil, por una parte, y otra con los tornos CNC de 12 ejes con cabezal móvil. En las otras zonas de la planta hay un gran taller de mecanizado y soldadura, control de calidad, etc.

A lo largo de la instalación se disponen de tomas de aire comprimido.

4.2 Política de calidad

Para facilitar el uso de la máquina a los operarios, se establecen los siguientes requisitos:

- Dimensionado adecuado a la estatura del operario para una cómoda manipulación.
- Seguridad en la manipulación de la máquina.
- Diseño sencillo para una fácil práctica de mantenimiento

4.2.1 Legislación

Se aplica los requisitos esenciales de seguridad en máquinas exigidos en la Directiva 2006/42/CE que modifica la 95/16/CE el día 17 de mayo de 2006 aplicado el 29 de junio de 2020.

4.2.2 Versatilidad

Para que la máquina sea capaz de adaptarse al incremento de la demanda y a los distintos tipos de piezas que pudieran aparecer (ya sea por su geometría, peso y zona a tratar) la máquina tiene que ser capaz de adaptarse al mayor número de referencias posible, contando con las diferentes posibilidades actuales, además de las que pudieran aparecer.

4.3. Impuestos por el promotor

Indústries Preciber S.A es el promotor que encarga el proyecto. Las condiciones impuestas quedan reflejadas en el presente proyecto.

4.3.1 Ahorro económico

Para reducir los costes latentes a través de las empresas subcontratadas se redacta el presente proyecto, con el objetivo de obtener una rentabilidad a medio plazo, y con la intención de poder ofrecer un producto mucho más competitivo.

4.3.2 Eficiencia en la fabricación

Con el objeto de estar un paso por delante de la competencia hay que innovar con nuevas tecnologías y adaptarlas a la máquina de manera que estén siempre a la última tecnología. Comportará garantizar la máxima fiabilidad y calidad al producto.

4.3.3 Tecnología conocida

La máquina tiene que ser capaz de poder adaptarse de manera sencilla, modificando el mínimo número de parámetros o mecanismos, para que las diferentes piezas puedan tratarse y sean fácilmente ajustables.

Los operarios de la empresa serán los encargados de aplicar las modificaciones, siguiendo las pautas establecidas por del departamento técnico, para tener la capacidad de poder adaptarse a la demanda del producto.

4.3.4 Política de calidad

Industrias Preciber S.A define la siguiente política con tal de asegurar la calidad y cumplir con las exigencias del cliente:

- Las necesidades de los clientes son los objetivos de la empresa.
- La experiencia profesional junto con la formación continua son las bases para ofrecer el mejor producto y servicio a los clientes.
- Cada empleado es el responsable de su trabajo. La suma de responsabilidades coordinada eficazmente es la clave del éxito de la empresa.
- La calidad total es nuestro objetivo. La dirección ha de fomentar esta idea entre los trabajadores.
- La dirección fomentará la mejora de las relaciones humanas internas y externas como un compromiso a futuro y también la internacionalización como pilar fundamental de la empresa.
- Cumplir todos los requisitos legales y reglamentarios que sean de aplicación.

4.4 Entorno físico

4.4.1 Entorno físico

La máquina estará instalada en una de las zonas de las zonas que dispone la nave de la empresa, en una temperatura ambiental que oscila los 25°C.

4.4.1.1 Clima

La empresa se localiza en el polígono industrial Agro Reus, próximo a la ciudad de Reus. Por lo tanto, las condiciones climatológicas son similares al registro histórico adjunto en el anexo de clima registrados en la estación meteorológica el cual dispone el municipio.

4.4.1.2 Ambiente

Es de gran importancia disponer de un espacio limpio que esté libre de partículas sólidas que puedan interferir en la correcta lectura de las piezas mediante la visión artificial o en el acabado final de las piezas, debemos asegurar unas condiciones óptimas de limpieza y mantenimiento.

4.5 Situación económica y de mercado

Actualmente la empresa dispone de todos los recursos y medios necesarios para la realización del proyecto.

4.5.1 Recursos humanos

La empresa dispone tanto de la maquinaria como de los operarios para realizar el proyecto y si por indisposición de trabajo no se puede mecanizar o llevar a cabo alguna de las partes de la máquina se subcontratarían.

4.6 Condicionantes externos

4.6.1 Localización

Indústries Preciber S.A está situado en la provincia de Tarragona, concretamente en el municipio de Reus a las afueras del Polígono Agroreus, en el Camí del Roquís, núm. 75, CP 43206.



Fig. 4.1 Localización de Industrias Preciber S.A

4.6.2 Seguridad

La máquina está dotada de todos los elementos necesarios establecidos por la normativa de máquinas, con el fin de asegurar el correcto funcionamiento entre el operario y la máquina.

5. Estudio de la situación actual

5.1 Descripción de la necesidad

La necesidad del proyecto nace, en primera instancia, del aumento de reclamaciones internas y externas debido a la incorrecta separación de la producción a pié de máquina y horas de operario dedicadas a productos no conformes (calidad, ingeniería, logística, recuperaciones, etc.). Como añadido, la dificultad de identificar correctamente las piezas a pié de máquina es significativa ya que nunca se elimina el factor humano (más de 10 operarios relacionados)

Por lo tanto, se plantea la fabricación de una máquina que sea capaz de tratar las piezas de manera que sea fácilmente identificable por tramos horarios o por volúmenes de pieza, que cumpla todos y cada uno de los requisitos impuestos por los clientes independientemente de la geometría de la pieza que pudiera presupuestarse.

6. Estudio de alternativas

6.1 Introducción

A continuación, se muestran las diferentes alternativas estudiadas por el presente proyecto con una valoración final y las razones por las que se ha escogido la solución adoptada.

Este apartado está dividido en diferentes temas:

- Alternativas del proceso
 - Fase de alimentación
 - Posicionado de la pieza
 - Rotación del plato
 - Microprocesador
 - Estructura y soportes
 - Elementos mecánicos
 - Materiales

6.2 Criterio del estudio

El principal objetivo es mostrar las diferentes alternativas que se han estudiado para llevar a cabo el presente proyecto. De esta manera, obtendremos la mejor opción en todas las fases del proyecto.

Para la elección de la mejor alternativa se han tenido en cuenta los siguientes puntos:

- Limitaciones por parte del cliente
- Requisitos impuestos por el promotor
- Efecto de las alternativas sobre los objetivos

6.3 Estudio de alternativas

6.3.2 Fase de alimentación

La fase de alimentación sobre la máquina puede ocurrir de diferentes maneras.

Mediante el aporte manual

Las piezas caen sobre un colador externo a la máquina de separación y es el operario el que debe posicionarlas sobre el separador.

A través de una canal de extracción desde la propia máquina

En este caso las piezas caen desde el interior de la máquina hasta el separador mediante una canal de poliuretano.

Mediante cinta transportadora (con posterior caída desde una canal de extracción)

A diferencia del punto anterior las piezas caen sobre una cinta transportadora y es ésta que, controlada por la máquina de producción, deposita las piezas de manera controlada sobre el separador.

6.3.3 Posicionado de la pieza

El posicionado de las piezas sobre el separador.

Gavetas de tamaño fijo

Las piezas caerán sobre una gaveta de un tamaño determinado.

Gavetas de tamaño adaptable

Las piezas caerán sobre gavetas de tamaño variable en función de la pieza y el volumen a producir.

6.3.4 Rotación del plato

Accionamiento del tambor giratorio.

Mediante un motor (en continuo)

El tambor girará mediante el acoplamiento de este a un eje de rotación perteneciente a un motor eléctrico.

Mediante un motor paso por paso

El tambor girará de manera controlada mediante el acoplamiento del tambor a un eje de rotación perteneciente a un motor eléctrico.

Mediante electroválvulas neumáticas

Componente estándar de carácter neumático, el tambor debe conectarse mediante un eje de rotación.

6.3.5 Microprocesador

PLC

El control de la máquina se realizará mediante un PLC.

ARDUINO

El control de la máquina se realizará mediante un microprocesador de la marca Arduino.

6.3.6 Estructura y soportes

Perfilería estándar

Perfil estándar de catálogo, de dimensiones y materiales múltiples.

Perfil modular

Perfiles estándar de carácter modular adaptables. Estándar y bajo catálogo.

6.3.7 Materiales

La cantidad de materiales que se pueden utilizar para llevar a cabo el proyecto es muy amplia, y por eso solo estudiaremos aquellos que tengamos al alcance en el taller de fabricación. Es una ventaja, ya que los operarios de producción están acostumbrados a trabajar con ellos y además ya se disponen de todas las herramientas, máquinas necesarias, velocidades de corte, avances y refrigeración necesaria para llevarlo a cabo.

Los materiales que tenemos al alcance para desarrollar el proyecto son:

- Acero F-212
- Aluminio 6082
- PLA

El acero F-212 es el material que se acostumbra a utilizar en tornillería, racores, casquillos, etc. Es el material que generalmente se utiliza para mecanizar en los tornos automáticos DECO. Su composición química es la siguiente:

Tabla 6.1 Composición química del acero F-212

COMPOSICIÓN QUÍMICA ACERO F-212									
C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo	V	Otros
0.1	1,25	< 0,05	< 0,11	0,32					Pb 0,25

A continuación, una serie de equivalencias aproximadas:

Tabla 6.2 Equivalencias del acero F-212

EQUIVALENCIAS ACERO F-212						
UNE	DIN	WNR	AFNOR	UNI	AISI	INTA
0.1	1,25	< 0,05	< 0,11	0,32		

En cuanto al aluminio 6082, es una aleación resistente a la corrosión en ambientes normales y además tiene una maquinabilidad media, esto hace que sea difícil de mecanizar en tornos automáticos (dureza HB's 95). Su composición química es la siguiente:

Tabla 6.3 Composición química del aluminio 6082

COMPOSICIÓN QUÍMICA ALUMINIO 6082									
Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ni	Ti+Zr	Otros
1	< 0,5	< 0,1	0,7	0,9	< 0,25	< 0,2	< 0,2		Pb 0,25

A continuación, una serie de equivalencias aproximadas:

Tabla 6.4 Equivalencias del aluminio 6082

EQUIVALENCIAS ALUMINIO 6082						
UNE	DIN	WNR	AFNOR	UNI	AISI	INTA
AISI 1MgMn				9006/4		

Finalmente, el PVC es un material que destaca por su dureza, por ser resistente a las grasas, aceites y productos químicos. Sus propiedades físicas son:

Tabla 6.5 Propiedades físicas del PVC

PROPIEDADES FÍSICAS PVC	
Resistencia a la tracción (N/mm ²)	3309
Densidad (g/cm ³)	1,24

6.4 Criterios de valoración para la mejor alternativa

Para seleccionar entre las diferentes alternativas hemos utilizado los siguientes criterios

- La experiencia que tiene la empresa en el uso de determinados componentes
- Razón económica
- Rentabilidad tiempo-pieza
- Facilidad de suministro de recambios
- Otros, establecidos por el cliente o por el promotor, mencionados en el proyecto
- Utilizar elementos con los que la empresa habitualmente trabaje

6.5 Resultados de la elección de los sistemas y los elementos

6.5.1 Fase de alimentación

La alternativa escogida es mediante cinta transportadora (con posterior caída desde una canal de extracción).

La cinta transportadora no vendrá incluida en este proyecto, será para otro proyecto.

6.5.2 Posicionado de la pieza

El posicionado de la pieza serán gavetas de tamaño adaptable.

Con la intención de poder modular la cantidad de piezas a separar y en función de su geometría.

6.5.3 Rotación del plato

La rotación del plato será realizada por un motor paso por paso, para un mayor control del posicionamiento, sencillez y precio.

6.5.4 Microprocesador

El microprocesador será Arduino, ya que hay dos miembros de la oficina técnica de ingeniería de la empresa Industrias Preciber S.A que han trabajado anteriormente con el microprocesador.

6.5.5 Estructura y soportes

Las estructuras y soportes serán de carácter modular, ya que nos permitirá poder adaptar la altura del tambor respecto de la cinta transportadora con facilidad, además de ser elementos muy ligeros y estándar.

6.5.6 Materiales

Los materiales escogidos para la fabricación de los componentes son: el acero F-212, por su fácil mecanización; el aluminio para aquellos componentes fabricados mediante la máquina de hilo con motivo de su composición química; y, por último, el PLA ya que es el material que dispone Industrias Preciber S.A para poder imprimir las gavetas con una impresora 3D (y no dispone de un segundo).

7. Ingeniería del proyecto

7.1 Características generales de la máquina

7.1.1 Introducción

La máquina trabaja de forma autómatas y automática, separando las piezas en función de los parámetros previos seleccionados.

7.1.2 Funcionamiento general

Para poder explicar con mayor sencillez el funcionamiento de la máquina dividimos en partes su proceso productivo:

- Caída de la pieza en máquina
- Rotación del plato
- Extracción manual de piezas (sacando únicamente las gavetas)

CAÍDA DE LA PIEZA EN MÁQUINA

Las piezas caerán sobre la gaveta a través de una cinta transportadora.

ROTACIÓN DEL PLATO

Las piezas permanecerán en una gaveta hasta que el motor paso por paso reciba una señal proveniente de la máquina. Una vez reciba la señal girará tantos grados como sean necesarios para posicionar la siguiente gaveta en la posición delante de la cinta transportadora.

EXTRACCIÓN MANUAL DE PIEZAS

El operario de producción seleccionará 3 piezas para realizar un muestreo de calidad en función de la gaveta que sea necesario inspeccionar.

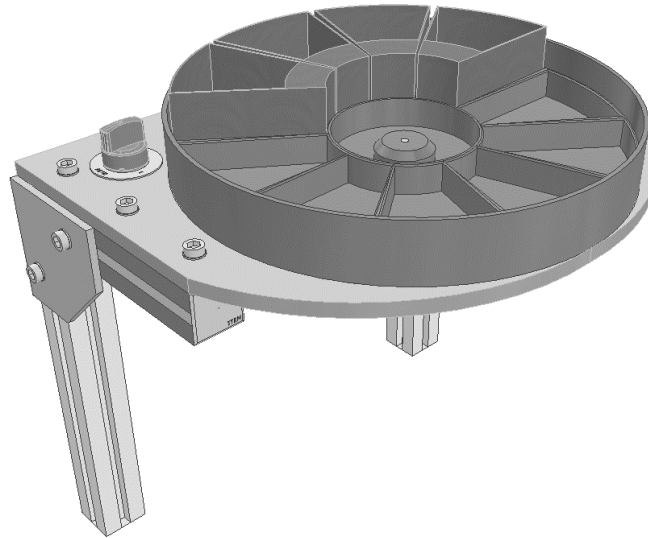


Fig. 7.1 Vista general de la máquina de separación

7.1.3 Cadencia de producción de la máquina

Las cadencias de producción de las máquinas son muy variables oscilando entre 1 pieza/min hasta 3,5 piezas/min.

7.1.4 Tiempos por posición

Los tiempos por posición dependerán de la tipología de pieza y deberán ser configurados mediante la lista de parámetros del microprocesador en función de esta. De este modo se elimina la necesidad del proyectista sobre el proceso y garantizamos la misma flexibilidad para el promotor.

7.2 Diseño de subsistemas de la máquina

7.2.1 Diseño de la estructura

El diseño de la estructura es realizado mediante perfilería modular de la marca ITEM, la parte a posteriori sirve para poder atornillar la máquina al equipo productivo.

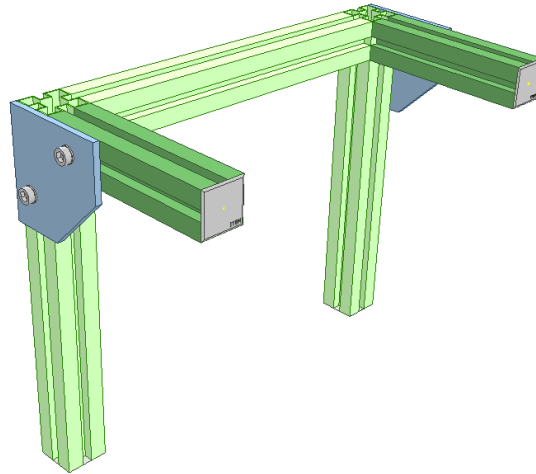


Fig. 7.2 Diseño de la estructura

7.2.2 Diseño del tambor

El diseño del tambor está pensado para tener diferentes gavetas (en cuanto a tamaño se refiere) posicionadas. Además, permite el acoplamiento directo del motor paso a paso.

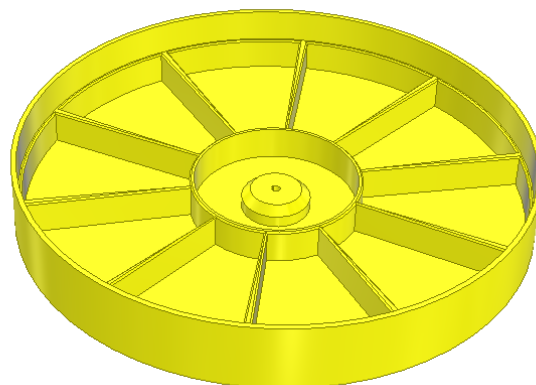


Fig. 7.3 Diseño del tambor

7.2.3 Diseño de las gavetas

El diseño de la gaveta permite identificar el número de caja con una pegatina sobre la solapa horizontal ya demás tiene capacidad para poder albergar piezas de todo tipo. Hay que recordar que los tamaños son ajustables mediante la impresión de gavetas diferentes.

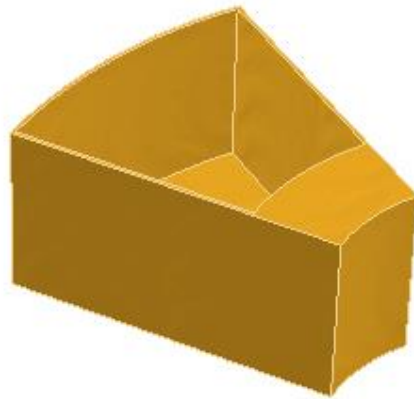


Fig. 7.4 Diseño del brazo robótico

7.2.4 Diseño del soporte del tambor

El soporte del tambor es la pieza madre, ya que es la placa donde va a parar todos los elementos de la máquina: estructura, selector de marcha/paro, motor paso a paso, caja para cableado y el mismo tambor con gavetas.



Fig. 7.5 Diseño del soporte del tambor

8. Instalación eléctrica, del procesador y su programación

La instalación del microprocesador y el cableado eléctrico será ejecutada por una empresa externa para que se encarguen de toda la gestión que comporta.

La empresa escogida es ELECTRÓNICA I MAQUINÀRIA REUS.

Para que la empresa cuente con una guía del funcionamiento de la máquina y cuáles son sus funciones, se les ha facilitado el código del microprocesador.

El procesador seleccionado es Arduino UNO con el módulo N17 (motor paso a paso) y Wi-Fi (para comunicarnos a distancia con el procesador y evitar dar viajes innecesarios).

Para accionar la separación, dispondremos de un selector.

Para rotar el tambor, dispondremos de un motor paso a paso.

9. Justificación del cumplimiento de la normativa específica

9.1 Introducción

En los apartados definidos a continuación se mencionará brevemente todos los requisitos y normas a cumplir de manera obligatoria para poder garantizar la seguridad de cara al usuario.

9.2 Exigencias de las máquinas

Las máquinas tienen que cumplir, como mínimo, las siguientes legislaciones específicas

- Real Decreto: 1435/1992
 - Máquinas, componentes de seguridad. Marcaje CE.
- Real Decreto: 56/1995
 - Modifica la parte del texto del R.D 1435/1992.
- Real Decreto 1644/2008
 - Normas para la comercialización y servicio de las máquinas
- Directiva 98/37/CE
- Directiva 2006/42/CE

Se debe redactar un certificado con nombre “Declaración de conformidad” en el cual se indica que el certificado corresponde a la legislación citada anteriormente.

Como la máquina ha sido diseñada posterior al año 1995, tiene que incluir los siguientes requisitos:

- Declaración de conformidad
- Marcaje CE
- Manual de instrucciones en castellano

9.3 Marcaje CE

La marca CE es el distintivo que acredita que la máquina se ha realizado conforme el conjunto de disposiciones del Real Decreto 1435/1992 modificado posteriormente por el Real Decreto 56/1995. Estos decretos definen las características de la marca de la siguiente manera:

- Está constituida por las iniciales CE y no va acompañada de ningún número.
- Los diferentes elementos de la marca CE deben tener sensiblemente la misma dimensión vertical, que no puede ser inferior a los 5 milímetros.
- La marca CE ha de estar colocada de manera clara y visible.
- Está prohibido colocar marcas o inscripciones que puedan crear confusión con la marca CE.

De la misma manera, se tendrá que poder identificar de manera clara y legible los siguientes datos:

- Nombre del fabricante o representante legal, o el importador
- Año de fabricación y/o suministro
- Tipo y número de fabricación
- Potencia en kW
- Contraseña de homologación si es necesario

9.4 Requisitos del manual de instrucciones

La máquina debe ir siempre acompañada del manual de instrucciones, redactado en la lengua de origen del país origen y una copia con la lengua del país donde se utilice.

También se debe incluir los planos y esquemas que se justan a las normas:

- Condiciones de uso
- Instrucciones para utilizar sin peligro las principales tareas de funcionamiento, montaje, equipos de protección individual, etc.
- Características y contradicciones de uso
- Planos y esquemas de seguridad
- Reglaje

- Mantenimiento
 - Conservación
 - Reparación
- Puesta en marcha
- Espacios de trabajo que puedan ocupar los operarios
- La instalación

9.5 Carteles, señales y advertencias

En todas las máquinas tiene que haber un cartel o placa con las instrucciones relativas al uso, ajuste básico y mantenimiento siempre que sea necesario para garantizar la salud y seguridad del usuario. Se tiene que diseñar de manera que sea fácil de leer y que además sea duradero en el tiempo.

9.6 Seguridad para el operario

Este apartado toma como base los apartados del Anejo I del Real Decreto 1215/1995 con el mismo orden de aparición.

9.6.2 Encendido de la máquina

Para poder encender la máquina se tiene que realizar una acción voluntaria sobre un órgano de accionamiento diseñado como tal.

9.6.3 Parada y parada de emergencia

Para garantizar la seguridad de la máquina esta debe de disponer de un dispositivo que le permita la parada total de la máquina.

La máquina irá dotada de un pulsador de tipo seta.

9.6.4 Iluminación

El Real Decreto 486/1997 marca en el Anejo IV que el nivel de iluminación será de 1000 lux en la zona de trabajo.

10. Programación temporal

10.1 Introducción

El diagrama PERT es una herramienta de representación gráfica que facilita la visualización de las tareas que están pendientes y las que se tienen que llevar a cabo durante la ejecución del proyecto, de este modo es posible estar informado en todo momento del tiempo que queda de ejecución y las operaciones a realizar.

Mediante este diagrama podemos identificar los caminos críticos en la realización del plan de trabajo.

10.2 Identificación de los procesos

En este apartado se muestra un listado con todos los pasos necesarios a seguir para poder llevar a cabo el proyecto.

Tabla 10.1 Diagrama PERT. Identificación de los procesos

IDENTIFICACIÓN DEL PROCESO			
CONCEPTO	ASIGNACIÓN	ANTERIOR	PERÍODO (DÍA)
Recepción de los materiales	A	-	20
Recepción de los componentes	B	A	15
Mecanización componentes	C	B	5
Montaje de la estructura	D	C	1
Montaje del soporte	E	D	1
Montaje del tambor	F	E	1
Instalación eléctrica y procesador	G	F	1
Ajuste de la programación	H	G	1
Puesta en marcha	I	H	1
Ajuste final	J	I	1

10.3 Diagrama PERT

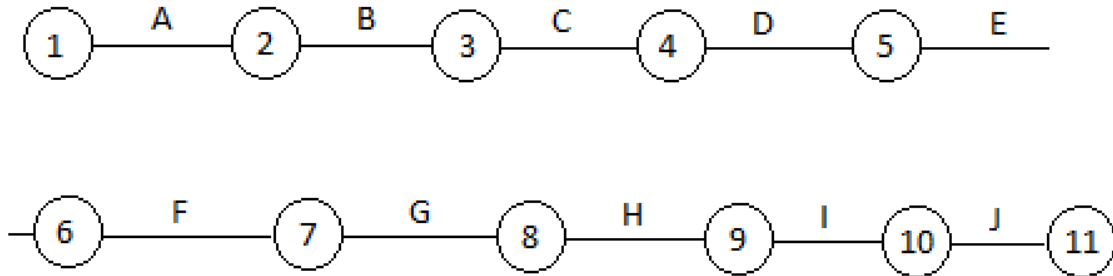


Fig. 10.1 Diagrama PERT

10.4 Camino crítico

El camino crítico corresponde con la propia secuencia de elaboración, ya que en si es estrictamente lineal. Lo que debemos asegurar son los plazos de elaboración, tendiéndolos al alza para poder asegurar la instalación.

11. Estudio financiero

11.1 Inversión

Industrias Preciber S.A tiene el objetivo de amortizar la máquina en un plazo de un año una vez puesta en marcha.

11.2 Estudio de rentabilidad en la empresa

La rentabilidad de la inversión la compararemos con respecto al coste de los operarios de producción que separan piezas hoy en día.

Industrias Preciber S.A dispone de 15 operarios (4 operarios/turno) para gestionar la separación de las piezas, del cual dedican aproximadamente un 60% de la jornada en la ubicación de las piezas a pié de máquina.

- El coste de un operario – 18.000€

El coste sobre el número de reclamaciones debidas a motivos de calidad relacionados con la identificación e inspección corresponde a un 1,2% sobre la facturación del ejercicio 20-21.

La inversión de una máquina es de 1921 €, y contando que Industrias Preciber S.A quiere invertir en las 112 máquinas, la inversión final sería de 215050 €.

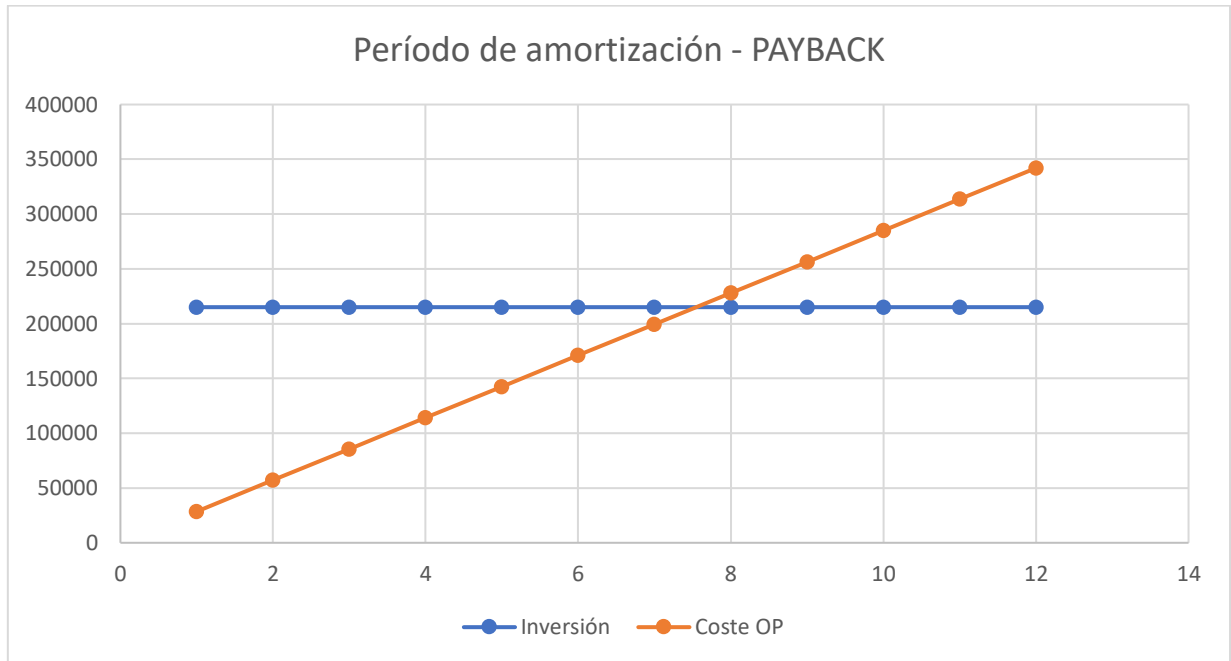
$$\begin{aligned} \textit{Amortización} &= \frac{\textit{Inversion inicial}}{\textit{Costes operario} + \textit{Costes reclamaciones}} \\ &= \frac{215050}{18000 \cdot 12 \cdot 0,6 + 0,012 \cdot 15000000} = 0,62 \end{aligned}$$

(Eq. 13)

Esta cifra equivale a 7 meses y 17 días.

El coste total de inversión es inferior a un año, por lo tanto, cumplimos el condicionante económico.

El gráfico que se muestra a continuación sirve para comparar el coste de operario y de calidad contra la inversión inicial de la máquina. El punto de equilibrio se encuentra próximo a los 8 meses.



11.3 Cálculo del VAN y TIR

A continuación, se muestra una tabla donde se ha calculado el VAN acumulado para la máquina.

Los datos iniciales de partida son (considerando una tasa de descuento del 5%)

Tabla 11.1 Datos para el cálculo de VAN

COSTE CON PROYECTO	215050
COSTE SIN PROYECTO	342000

Se observa como un año después de la inversión el VAN pasa de ser negativo a positivo.

Indicando que la empresa obtiene beneficios a cambio si cumple con las condiciones anteriores.

Tabla 11.2 Cálculo de VAN

AÑO	COSTE CON PROYECTO (€)	COSTE SIN PROYECTO (€)	INVERSIÓN (€)
0	0	0	215050
1	215050	342000	0
2	215050	342000	0
3	215050	342000	0
4	215050	342000	0
5	215050	342000	0

Tabla 11.3 Cálculo de VAN 2

AÑO	DELTA FLUJO (€)	VAN ANUAL (€)	VAN ACUM. (€)
0	-215050	-215050	-215050
1	126950	126950	342000
2	126950	126950	468950
3	126950	126950	595900
4	126950	126950	722850
5	126950	126950	849800

Si calculamos el % de TIR para el primer año, mediante la fórmula =TIR de EXCEL obtenemos una rentabilidad del 59%. Es un proyecto claramente rentable.

12. Resumen del presupuesto

A continuación, mostramos un resumen del presupuesto del proyecto en el que se puede apreciar los costes de los diferentes capítulos y el precio total del proyecto.

El presupuesto está realizado en base a los precios durante el período de realización del proyecto ya que estos con el tiempo pueden variar.

PRESUPUESTO PARA UN EQUIPO

RESUMEN DE PRESUPUESTO

Máquina de inducción

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
01	POSICIONADO DE LA PIEZA.....	95,38	7,15
02	ESTRUCTURA Y SOPORTES.....	313,99	23,55
03	INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	314,16	23,56
04	ELEMENTOS MECÁNICOS.....	459,96	34,49
06	MANTENIMIENTO (1 año).....	150,00	11,25
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		1.333,48	
	13,00% Gastos generales.....	173,35	
	6,00% Beneficio industrial.....	80,01	
SUMA DE G.G. y B.I.		253,36	
	21,00% I.V.A.....	333,24	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		1.920,08	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		1.920,08	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de MIL NOVECIENTOS VEINTE EUROS con OCHO CÉNTIMOS

Reus, a 21 de mayo de 2022.

El promotor

La dirección facultativa

PRESUPUESTO PARA 112 EQUIPOS

RESUMEN DE PRESUPUESTO

Máquina de inducción

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
01	POSICIONADO DE LA PIEZA.....	10.682,56	7,15
02	ESTRUCTURA Y SOPORTES.....	35.166,88	23,55
03	INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	35.185,92	23,56
04	ELEMENTOS MECÁNICOS.....	51.514,40	34,49
06	MANTENIMIENTO (1 año).....	16.800,00	11,25
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		149.349,76	
	13,00% Gastos generales.....	19.415,47	
	6,00% Beneficio industrial.....	8.960,99	
SUMA DE G.G. y B.I.		28.376,46	
	21,00% I.V.A.....	37.322,51	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		215.048,73	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		215.048,73	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de DOSCIENTOS QUINCE MIL CUARENTA Y OCHO EUROS con SETENTA Y TRES CÉNTIMOS

Reus, a 21 de mayo de 2022.

El promotor

La dirección facultativa

13. Bibliografía

13.1 Referencias bibliográficas

ARS. (Mayo de 2020). *Plataforma de descargas de documentación técnica*. Obtenido de <https://www.flexibowl.com/download/>

Fabregat, A. (Septiembre de 2019). *Tolerancias*. . Obtenido de Sistemas de tolerancias ISO. Ajustes y rugosidad.: https://campusvirtual.urv.cat/pluginfile.php/2836529/mod_resource/content/0/TEM A2.pdf

Riba, C. (2007). *Disseny de màquines IV. Selecció de materials*. Barcelona: Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya, SL.

UNE, N. e. (15 de Noviembre de 1986). *Rugosidad superficial. Parámetros, sus valores y las reglas generales para la determinación de las especificaciones*. Obtenido de UNE 82301:1986: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0007265>

UNE, N. e. (6 de Julio de 1994). *Tolerancias generales. Parte 1*. . Obtenido de Tolerancias para cotas dimensionales lineales y angulares sin indicación individual de tolerancia.: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0010984>

UNE, N. e. (29 de Junio de 1994). *Tolerancias generales. Parte 2*. Obtenido de Tolerancias para cotas geométricas sin indicación individual de tolerancia. (ISO 2768-2:1989). (Versión oficial EN 22768-2:1993).: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0010985>

UNE, N. e. (21 de Enero de 2000). *Documentación técnica de producto*. . Obtenido de Formatos y presentación de los elementos gráficos de las hojas de dibujo. (ISO 5457:1999).: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0022718>

Valles, A. d. (2019). *Productos*. Obtenido de Aceros inoxidables: http://www.acerosdelvalles.com/1_54_aceros-inoxidables.html

13.2 Referencias del software utilizado

- Microsoft Office WORD
- Microsoft Office EXCEL
- AutoDesk AutoCAD
- AutoDesk INVENTOR
- Presto

Trabajo Fin de Máster
Ingeniería Industrial



**Proyecto de separador de piezas automático para
piezas del sector de decoletaje**

VOLUMEN II
Documentos: ANEJOS [A – L]

Autor: Josep Ramon Badia Barragan
Tutor: Genaro González Baixauli
Fecha: Junio 2022

Trabajo Fin de Máster
Ingeniería Industrial



**Proyecto de separador de piezas automático para
piezas del sector de decoletaje**

Documento 3: ANEJOS [A – L]

Autor: Josep Ramon Badia Barragan
Tutor: Genaro González Baixauli
Fecha: Junio 2022

INDICE DE ANEJOS [A-L]

A.	Condicionantes del proyecto	6
A 1.	Introducción	6
A 2.	Antecedentes	6
A 2.1	Funcionamiento	7
A 3.	Objetivos	9
A 4.	Condicionantes internos	9
A 4.1	Instalaciones	9
A 4.2	Política de calidad	9
A 4.3	Condicionantes impuestos por el promotor	10
A 4.4	Entorno físico	12
A 4.5	Condiciones ambientales	12
A 4.6	Financiación y economía	14
A 5.	Condicionantes externos	15
A 5.1	Condicionantes del cliente	15
A 5.2	Situación económica y de mercado	24
A 6.	Análisis de posibles defectos generados durante el procesado de las piezas	25
B.	Estudio de la situación actual	26
B 1.	Introducción	26
B 2.	Descripción del problema	26
B 3.	Proceso de fabricación	27
B 3.1	Materia prima	27
B 3.2	Documentación	28
B 3.3	Fabricación	29
B 3.4	Limpieza	37
B 3.5	Verificación	39
B 3.6	Embalaje	47
C.	Estudio de alternativas	48
C 1.	Introducción	48
C 2.	Estudio de alternativas del proceso productivo	48
C 2.1	Fase de alimentación	48
C 2.2	Posicionado de la pieza	49
C 2.3	Rotación del plato	49
C 2.4	Microprocesador	50
C 2.5	Estructura y soportes	50
C 2.6	Materiales	51

C 3. Comparativa y ponderación de las diferentes alternativas	53
C 3.1 Introducción	53
C 3.2 Fase de alimentación	53
C 3.3 Posicionado de la pieza	54
C 3.4 Rotación del plato	55
C 3.5 Microprocesador	56
C 3.5 Estructura y soportes.....	56
C 3.7 Materiales	57
D. Ingeniería del proyecto	58
D 4.1. Características generales de la máquina	58
D 4.1.1 Introducción	58
D 4.1.2 Funcionamiento general	58
D 4.1.3 Desglose de la máquina en componentes y sus elementos	59
D 4.3 Cálculo y dimensionado de los elementos	60
D 4.3.1 Dimensionado de la capacidad y autonomía de las gavetas	60
D 4.3.3 Diseño de la tornillería	65
D 4.3.4 Estructura de la máquina	70
D 4.5 Cálculo de producción.....	110
E. Instalación eléctrica.....	112
F. Programa del microprocesador	113
G. Cumplimiento de la normativa	117
G 1. Legislación específica	117
G 2. Declaración de conformidad CE	117
G 3. Marcaje CE	119
H. Programación temporal	121
H 1. Introducción.....	121
H 2. Identificación de procesos	121
H 3. Diagrama PERT	122
H 4. Matriz de Zaderenko	123
H 5. Camino crítico	123
H 6. Calendario de ejecución	124
I. Justificación de precios.....	3
I 1. Precios básicos	3
I 1.1 Materiales.....	3
I 1.2 Mano de obra	3
I 1.3 Maquinaria	4

J.	Estudio financiero	5
K 1.	Inversión.....	5
K 2.	Estudio de rentabilidad en la empresa	5
K 3.	Cálculo de VAN y TIR	6
K.	Manual del usuario.....	8
L 1.	Declaración CE de conformidad	11
L 2.	Ficha técnica	12
L 3.	Responsabilidad y garantía	13
L 4.	Descripción de la máquina.....	14
L 5.	Preparaciones	14
L 6.	Mantenimiento.....	14

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla C.1	Composición química del acero F-212	51
Tabla C.2	Equivalencias acero F-212	51
Tabla C.3	Composición química del aluminio 6082	52
Tabla C.4	Equivalencias aluminio 6082.....	52
Tabla C.6	Tabla ponderación de la fase de alimentación	53
Tabla C.7	Tabla de ponderación del posicionado de la pieza	54
Tabla C.8	Tabla de ponderación de la rotación del plato	55
Tabla C.9	Tabla de ponderación del microprocesador	56
Tabla D.1	Datos geométricos de las referencias.....	61
Tabla D.2	Datos de volumen-masa de las piezas.....	61
Tabla D.3	Volumen de los lotes según referencia	62
Tabla D.4	Tiempo de autonomía según velocidad de producción	63
Tabla D.5	Aumento de la masa según número de piezas sobre la membrana	64
Tabla D.6	Producción mensual por referencia	110
Tabla D.7	Datos productivos día, hora y minuto por referencia.....	111
Tabla I.1	Identificación del proceso.....	122
Tabla I.2	Matriz de Zaderenko.....	123
Tabla I.4	Calendario de ejecución.....	91
Tabla K.7	Datos para el cálculo de VAN	6
Tabla 12.8	Cálculo de VAN	7
Tabla 12.9	Cálculo de VAN 2.....	7

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. A.1 Indústries Preciber S.A. (2020). Plano general de la nave.....	13
Fig. A.3 Indústries Preciber S.A. (2020). Plano REF. 1	16
Fig. A.4 Indústries Preciber S.A. (2020). Plano REF. 2	17
Fig. A.5 Indústries Preciber S.A. (2020). Plano REF. 3	18
Fig. A.6 Indústries Preciber S.A. (2020). Plano REF. 4	19
Fig. A.7 Indústries Preciber S.A. (2020). Plano REF. 5 y 6	20
Fig. A.8 Indústries Preciber S.A. (2020). Certificado de material - 1	21
Fig. A.9 Indústries Preciber S.A. (2020). Certificado del material - 2	22
Fig. B.1 Indústries Preciber S.A. (2020). Validació del procès	28
Fig. B.2 Indústries Preciber S.A. (2020) Catálogo herramientas TB-DECO	29
Fig. B.3 Indústries Preciber S.A. (2020). Programación TB-DECO	30
Fig. B.4 Indústries Preciber S.A. (2020). Programación TB-DECO 2	31
Fig. B.5 Indústries Preciber S.A. (2020). Hoja de preparación	32
Fig. B.6 Indústries Preciber S.A. (2020). Hoja de preparación 2	33
Fig. B.7 Indústries Preciber S.A. (2020). Hoja de preparación 3	34
Fig. B.8 Indústries Preciber S.A. (2020). Distribución de herramientas 1	35
Fig. B.9 Indústries Preciber S.A. (2020). Distribución de herramientas 2	36
Fig. B.10 Indústries Preciber S.A. (2020). Hoja de limpieza	38
Fig. B.11 Indústries Preciber S.A. (2020). Hoja de control	40
Fig. B.12 Indústries Preciber S.A. (2020). Hoja de control 2	41
Fig. B.13 Indústries Preciber S.A. (2020). Hoja de control 3	42
Fig. B.14 Indústries Preciber S.A. (2020). Hoja control 1/2 h.....	43
Fig. B.15 Indústries Preciber S.A. (2020). Hoja limitación de tolerancia	44
Fig. B.16 Indústries Preciber S.A. (2020). Pauta de control	45
Fig. D.1 Diseño de la máquina general	59
Fig. D.13 Volumen de las piezas V.S Número de piezas.....	63
Fig. D.14 Tiempo de autonomía V.S Número de piezas.....	64
Fig. D.16 Desarrollo de la masa sobre la membrana en función del número de piezas	65
Fig. D.17 Diagrama de cargas sobre la estructura	66
Fig. D.18 Diagrama de posición de cargas más desfavorable	67
Fig. D.19 Diagrama del sólido libre	67
Fig. I.1 Diagrama PERT.....	122
Fig. I.2 Diagrama del calendario de ejecución	2

A. Condicionantes del proyecto

A 1. Introducción

En este proyecto se presenta de manera detallada todas las características, calidades y propiedades necesarias para poder desarrollarlo.

El proyecto se llevará a cabo en Industrias Preciber S.A, y por lo tanto habrá condicionantes internos referente a las especificaciones y necesidades de éste.

A 2. Antecedentes

Industrias Preciber S.A fue creada por Don Emili Correig y Don Javier Casas en 1971. Desde el inicio tenían claro que el objetivo de la empresa sería la fabricación de piezas de decoletaje de precisión y calidad. A lo largo de los años la empresa se ha asentado como un referente en Europa y el mundo.

Industrias Preciber S.A trabaja con maquinaria de origen suizo, principalmente de tres tipos:

- Tornos de levas con cabezal móvil
- Tornos CNC de hasta 12 ejes
- Máquinas de tipo transfer

El tamaño de las piezas a mecanizar oscila de 1 milímetro hasta 25 milímetros de diámetro con las más exigentes tolerancias y en todo tipo de materiales: desde el cobre hasta el titanio.

Para cumplir sus objetivos, Industrias Preciber S.A trabaja con máquinas de última generación para conseguir sus objetivos de mecanizado. Esto ha hecho que más de un 70% de su producción esté destinada a la explotación, su éxito reside en la capacidad de poder satisfacer las necesidades de sus clientes.

A 2.1 Funcionamiento

La empresa se estructura en un diagrama de bloques, que se siguen de manera rigurosa para cumplir con los plazos marcados por el cliente. Se dividen en diferentes grupos, como el proceso comercial, de prefabricación, de fabricación, verificación, limpieza industrial, tratamientos térmicos, almacenamiento y envíos.

A 2.1.1 Proceso comercial

Se inicia con un primer contacto con el cliente. En este punto, se marcan una serie de necesidades y exigencias que definen los procesos a continuación. El departamento que se encarga de llevar a cabo esta primera actividad es el departamento comercial.

Una vez recibida la oferta del cliente se crea un estudio de factibilidad. Los encargados de llevar a cabo este estudio son los miembros del departamento técnico, compras y calidad. El estudio consiste en un balance económico donde se analiza el material, herramientas necesarias, tipología de máquina, tipo de verificación, tratamientos térmicos, etc. Una vez el estudio se ha realizado se realiza una primera consulta al cliente en el que se le explica el anterior estudio. Si las dos partes establecen un acuerdo se procede a la aceptación del pedido.

A 2.1.2 Proceso de prefabricación

Una vez confirmado el pedido, se procede con la elaboración de los planos enviados por el cliente, en este punto se revisa que la información que facilita el cliente es correcta para evitar incompatibilidades en las geometrías. Cuando se han finalizado los planos se realizan los cálculos del proceso de fabricación y de la selección de útiles para la mecanización. El departamento comercial realizará una hoja de ruta para el pedido en el que define el número de piezas a fabricar, el material, el número de operaciones necesarias (desde el mecanizado hasta el acabado superficial) y el código de identificación para poder realizar el seguimiento de las piezas.

Dentro del mismo proceso de prefabricación encontramos un subgrupo de aprovisionamiento, que se encarga de la gestión de los materiales y herramientas para la fabricación de las piezas.

A 2.1.3 Proceso de fabricación, verificación y limpieza industrial

La primera actividad consiste en la preparación de los tornos, donde se configuran las herramientas, levas, avances, velocidades, etc. Una vez configurado se realizan las primeras piezas en vacío con un material blando, en este punto se verifica que la geometría sea la correcta y que no haya ningún tipo de error en la programación de la máquina. Después, se carga el material exigido por el cliente y se realizan tantas piezas como dictamina el protocolo de validación del proceso. Las piezas se verifican para dar validez al proceso y empieza la producción en serie. Durante la fabricación, las piezas pasarán un proceso de control que consiste en la verificación periódica de un número de piezas determinado. Finalmente, cuando el proceso es verificado, se procede a la limpieza de las piezas en la que se les elimina el aceite y viruta sobrante.

A 2.1.4 Proceso de tratamiento térmico

El proceso de tratamiento térmico se realiza de manera interna y externa.

A 2.1.4 Proceso de bañado en oro

El proceso de bañado en oro se realiza en una empresa externa.

A 2.1.5 Proceso de almacenamiento y expedición

Una vez Industrias Preciber S.A ha recibido las piezas tratadas térmicamente y vienen bañadas en oro, se procede con una primera inspección visual en la que la empresa se asegura que el producto entrante es correcto. Una vez verificada se procede con el almacenaje de las piezas: el proceso consiste en el pesado de las piezas para asegurar el número de piezas a entrar en stock. Una vez se acerca la fecha de entrega, las piezas salen de su ubicación en el almacén y se paletizan para enviarlas al cliente.

A 3. Objetivos

Los objetivos marcados para la elaboración del proyecto son:

- Ofrecer a Industrias Preciber S.A una máquina polivalente que sea capaz de tratar térmicamente de manera parcial sus piezas.
- Aplicar las nuevas tecnologías.
- Aplicar el temario aprendido y trabajado durante la carrera.
- Realizar el proyecto de manera que pueda llevarse a cabo en la misma empresa.
- Simplificar al máximo los componentes de manera que sean fáciles de instalar, de utilizar y de mantener a lo largo del tiempo.

A 4. Condicionantes internos

A 4.1 Instalaciones

Industrias Preciber S.A se localiza en la provincia de Tarragona, en el municipio de Reus. Se encuentra en el Camí del Roquís núm. 75. Cuenta con una nave industrial de 4.000 m², que actualmente se encuentra en proceso de ampliación a causa de la alta demanda de sus productos. Poco a poco se han quedado sin espacio para incorporar nuevas máquinas.

Dispone de dos sectores dentro de la misma nave: un espacio destinado para los tornos de levas condicionales, y otros en el que podemos encontrar las máquinas de control numérico (CNC). De esta manera, se establece un orden en la fabricación donde no se pueden cruzar piezas fabricadas por los diferentes tipos de máquina que disponen.

A 4.2 Política de calidad

Desde sus orígenes, Industrias Preciber S.A ha mantenido una especial dedicación en todos los temas relacionados con la calidad, ya que es de vital importancia dentro del sector al que se dedican.

La empresa está certificada por las normas la ISO-9001 y la ISO-13485 para piezas del sector médico y con certificaciones de la compañía alemana TÜV CERT. De este modo, pueden garantizar la calidad de sus piezas fabricadas, tanto en el cumplimiento de perfiles geométricos, tolerancias y acabado superficial.

Este compromiso de calidad total se muestra en todas las acciones y aspectos de su organización.

A 4.3 Condicionantes impuestos por el promotor

El promotor del proyecto es Industrias Preciber S.A. A continuación, se reflejan todos los condicionantes impuestos por el promotor.

A 4.3.1 Ahorro económico

Una de las razones por las que se decide poner en marcha el proyecto es reducir el sobrecoste de tener que externalizar parte de la producción de las piezas, y no solo eso, sino que cada vez más ha aumentado la exigencia por parte del cliente de durezas características en las piezas de manera parcial.

Es por esta razón por la que se pretende buscar un sistema automatizado que sea capaz de satisfacer las exigencias de los clientes.

A 4.3.2 Eficiencia en la fabricación

Se solicita conseguir una mejora durante la producción de las piezas, ya que a día de hoy las estas son enviadas a una empresa subcontratada, y debido a esto el proceso de fabricación se entorpece a esperas de que lleguen tratadas térmicamente, teniendo en cuenta además el riesgo que supone externalizarlas como una pérdida parcial del lote, que supondría tener que preparar de nuevo las máquinas de fabricación y entorpecer la fabricación de otra pieza ya en marcha.

A 4.3.3 Tecnología conocida

Para agilizar el proceso de fabricación y diseño, se ha intentado utilizar tecnologías ya aplicadas en la misma empresa, como, por ejemplo: sistemas neumáticos de una marca determinada, perfilería para la bancada, estilo de soportes, etc.

Por otra parte, también conseguimos agilizar el tiempo de instalación ya que los operarios y técnicos de la empresa son conocedores de estos elementos y no dependen de una empresa externa que pueda llegar a ralentizar el proceso y a aumentar los costes de este.

A 4.3.4 Materia prima

Indústries Preciber solicita trabajar con los proveedores habituales con los que habitualmente trabaja la empresa, por el trato que tienen y por la confianza de recibir un producto que será de calidad.

Por otra parte, cabe destacar que es un condicionante beneficioso, ya que como la empresa recibe material diariamente de estas empresas, los materiales necesarios los tendríamos a disposición con la mayor brevedad posible.

A 4.3.5 Política de calidad

Indústries Preciber S.A nos solicita el cumplimiento de algunos requisitos, no solo para la elaboración del proyecto, sino también para las empresas distribuidoras de los elementos necesarios:

- Las necesidades de nuestros clientes son los objetivos de nuestra empresa.
- La experiencia profesional en conjunto con la formación continua son las bases para ofrecer el mejor producto y servicio a nuestros clientes.
- Cada empleado es el responsable del trabajo que realiza. La suma de responsabilidades coordinada eficazmente son la clave de nuestro éxito.
- La calidad total es nuestro objetivo. La dirección ha de fomentar esta idea entre sus trabajadores.
- La dirección fomentará la mejora de las relaciones humanas internas y externas como un compromiso de futuro y, también, la internalización como un pilar fundamental de la empresa.

A 4.4 Entorno físico

Al tratarse de una máquina industrial deberemos considerar todos aquellos aspectos a los que la máquina pueda verse expuesta.

A 4.5 Condiciones ambientales

A 4.5.1 Humedad

La máquina está ubicada en una de las instalaciones de la nave, hay que tener en cuenta que es un espacio dotado de control de temperatura con tal de obtener una temperatura constante durante las diferentes épocas del año. Por lo tanto, los componentes más sensibles a los cambios de temperatura trabajarán siempre en las mejores condiciones por lo que podremos extraerle el máximo rendimiento.

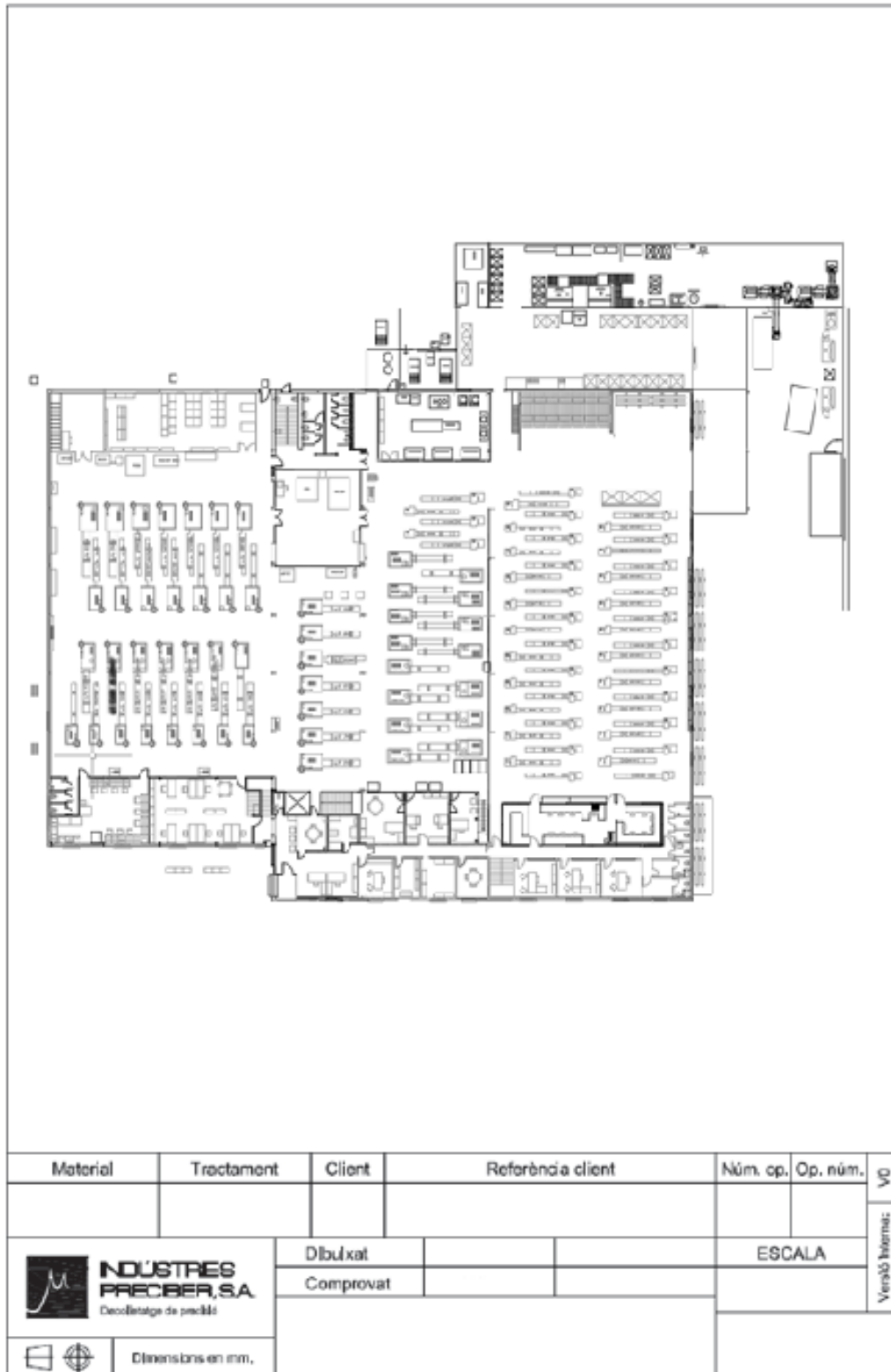


Fig. A.1 *Indústries Preciber S.A. (2020). Plano general de la nave*

La máquina irá ubicada en cada una de las máquinas vistas en la figura anterior.

A 4.5.2 Partículas sólidas

La aparición de partículas sólidas, como restos de viruta, afectarán a la interpretación de las piezas por parte de la cámara de visión artificial.

Las piezas entrarán en la máquina una vez hayan pasado la fase de limpieza industrial establecida por la empresa, de esta manera se evita que las piezas traigan consigo viruta.

A 4.6 Financiación y economía

A 4.6.1 Financiación

Indústries Preciber S.A se hará cargo íntegramente del coste de la ejecución del proyecto.

A 4.6.2 Financiación externa

Como se ha explicado en el apartado anterior, no habrá financiación externa, por lo que el precio total de ejecución recaerá sobre la misma empresa.

A 4.6.3 Recursos activos y pasivos

Indústries Preciber S.A cuenta con las últimas tecnologías de mecanización, por lo que tiene a su disposición el poder de fabricar ella misma todas las piezas que conforman el proyecto, excluyendo todas aquellas piezas de carácter comercial y que se puedan encontrar en el mercado actual.

A 4.6.4 Recursos humanos

A continuación, se lista el personal necesario para llevar a cabo cada una de las partes que conforman el proyecto:

- Técnicos de mecanización
 - Mecanizar todas las piezas no estándar
- Operarios de instalación
 - Montar todos los conjuntos y subconjuntos que forman la máquina
- Departamento técnico

- Programación e integración de los conjuntos y subconjuntos en la controladora
- Departamento de calidad
 - Hay que asegurar que la lotificación sea correcta.

A 5. Condicionantes externos

A 5.1 Condicionantes del cliente

A 5.1.1 Introducción

Para diseñar los elementos que conforman la máquina es necesario conocer algunas de las especificaciones de las piezas (forma y sensibilidad a golpes) que impone el cliente con tal de ajustar correctamente el diseño de los elementos.

Los diferentes tipos de pieza que se confeccionan en las máquinas de mecanización parten de una barra cilíndrica de 3 m de longitud, oscilando entre un diámetro final entre 20 mm y 1 mm.

A continuación, algunos de los ejemplos más típicos.

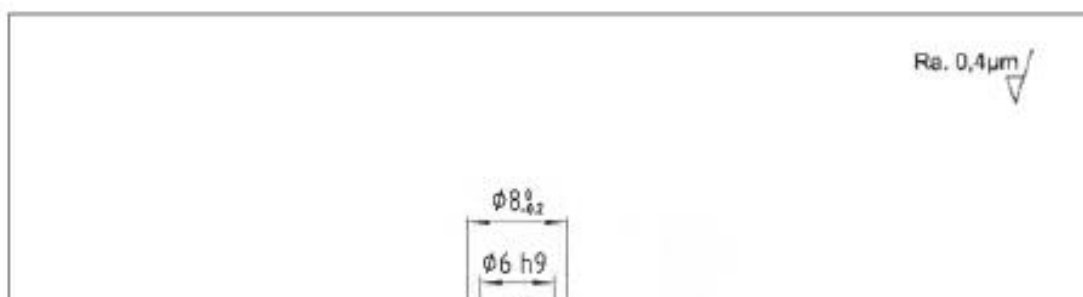


Fig. A.2 Indústries Preciber S.A. (2020). Plano REF. 1



Fig. A.3 Industrias Preciber S.A. (2020). Plano REF. 2

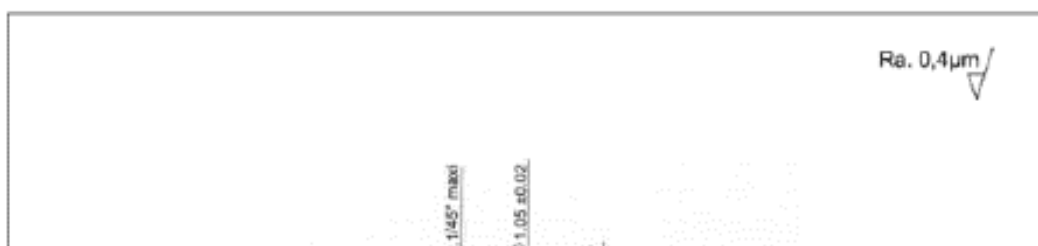


Fig. A.4 Indústries Preciber S.A. (2020). Plano REF. 3

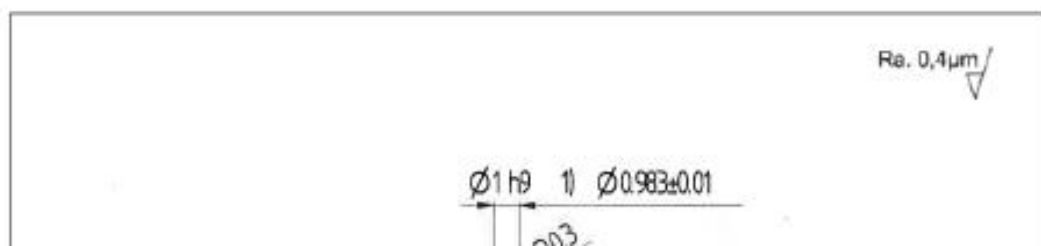


Fig. A.5 Industrias Preciber S.A. (2020). Plano REF. 4



Fig. A.6 Industrias Preciber S.A. (2020). Plano REF. 5 y 6

A 5.1.2 Material

El material de las piezas viene determinado por el cliente. Una vez finalizada la producción al cliente se le envía un certificado de material en el que se le especifica la composición química y sus propiedades.

A continuación, se muestra un certificado de material de ejemplo.

wieland

Wieland-Werke AG D-89078 Ulm

Metall- Metallhandel AG
Gurzelstr. 5
CH-4612 BELLACH

Loading area/ No. : 6320569880
Heat No. : 40480307
Please contact : Mrs. Weidner
Telephone : 0731 944-1164
Fax No. : 0731 944-2350

Your order No. : PD702115
Date : 14.08.2018
Your fax No. : 032617 39-40

Order confirmation No. : 11986257.001
Inspection lot No. : 040066596082
Our delivery note No. : 82491057.010
Quantity delivered : 697,000 KG
Date : 13.12.2018

Inspection certificate 3.1 as per EN 10204 : 2004


09479

Product:	section number:	Dimensions:	
Round rods drawn	WICONNEC®	Dim A: 12,000 mm	-0,027
Material:	Temper:	Dim B:	
Wieland KC1 CUPB1P	drawn	Dim C:	
		Dim D: 3,000,00 mm	-30,00 +30,00
Specification:	Revision/Date of issue:		
Analysis: EN_12164	:2016-11		
Mech.parameters:			
Dimensions:			

Remarks:
Your material code No. : 593700526

Chemical composition as per 2.2 EN 10204 : 2004

Test method	Unit	Measured	Specified / Reference (R)		Spes
			Min.	Max.	
The sum of the other elements corresponds to what is specified in the chemical standard.					
Cu Copper	%			balance	
Cd Cadmium	%	0,0001		0,0075	
Pb Lead	%	1,1	0,7	1,5	
P Phosphorus	%	0,012	0,003	0,012	



Herstell-
zeichen: **W**

Vorstand:
Dr. Ernst Mayr, Vorsitzender
Wiener T. Traut
Ulrich Atzinger
Dr. Jörg Nöbling

Vorsitzender des Aufsichtsrates:
Fritz Jürgen Heckmann
Stitz der Gesellschaft: Ullrich
Rappenecker Ullrich, HFB 1256
St.-Nr. 80304/16140
UStNr.: 04811147738

Fig. A.7 Industries Preciber S.A. (2020). Certificado de material - 1



Inspection certificate 3.1 as per EN 10204 : 2004

Metalix Metallhandel AG
Gurzelenstr. 5
CH-4512 BELLACH

Delivery note no./item
82491057 010

Page
2

Method of control of dimensions

Parameter tested	Unit	Measured		Specified / Reference (R)		Spec (No.)
		Min.	Max.	Min.	Max.	
Diameter	mm	11,987	11,996	11,973	12,000	(2)
Out-of-roundness	mm			0,0050	0,0120	(1)
Length	mm		3024,00	2970,00	3030,00	(1)

Mechanical testing

Parameter tested	Unit	Measured		Specified / Reference (R)		Spec (No.)
		Min.	Max.	Min.	Max.	
Tensile strength Rm	MPa		318	300	360	(1)

Further inspections

Parameter tested	Unit	Measured		Specified / Reference (R)		Spec (No.)
		Min.	Max.	Min.	Max.	
Eddy current test 100%			Result good			(1)

Attestation of conformity

As manufacturer we declare that the products described herein comply with the specifications agreed with the purchaser, with the above-mentioned standards, descriptions, quantity and the data indicated in this certificate.
These products have been manufactured to our certified quality system. Our quality system is subjected to regular inspection by KIWA (reg. no. 88964).
The results of the chemical analysis and of the mechanical-technological and physical tests have been determined by our test laboratory which has been certified and / or accredited.

G. Glogger (Supervisor)
Telephone: +49-731-944-3864 Fax: +49-731-944-4108
e-mail: gerhard.glogger@wieland.com
Computer-generated inspection certificate



Vorstand:
Dr. Erwin May, Vorsitzender
Werner T. Trass
Ulrich Altschäfer
Dr. Jörg Nöbling

Vorsitzender des Aufsichtsrates:
Felix-Dieter Nuckelmann
Sitz der Geschäftsleitung Ulm
Registrierungsamt Ulm, HRB 1258
St.-Nr. 68054/08900
USt-IdNr.: DE21134720

Fig. A.8 Industries Preciber S.A. (2020). Certificado del material - 2

A 5.1.3 Tolerancias

Las tolerancias sirven para limitar dentro de un rango establecido la variabilidad que pueden tener determinadas cotas, estos requisitos vienen indicados en el plano del cliente. Estas tolerancias se consideran primero por la funcionalidad de la pieza solicitada por el cliente y segundo porque sería imposible ajustar las máquinas para trabajar sobre una cota exacta, ya que durante la fabricación se arrastran errores por parte de la misma fabricación, desgaste de herramienta, en equipos de medida, etc.

A la hora de la fabricación, Industrias Preciber S.A, se trabaja en el centro de tolerancia.

Para las piezas, tenemos unas tolerancias generales de:

- ± 0.1
- ± 0.15
- ± 0.2
- $+ 0 - 0.05$
- $+ 0 - 0.02$

A 5.1.4 Diseño

Una vez presentada la oferta de trabajo, presupuestada por el departamento técnico, y valorada a posteriori por el departamento comercial, no se pueden realizar modificaciones del plano aceptado. De este modo, el cliente (tras aceptar el presupuesto) tendrá que ceñirse a las anotaciones aceptadas por el departamento técnico en la fase de presupuesto.

En caso de que haya alguna incongruencia sobre el diseño, las modificaciones pertinentes deberán haberse realizado durante el período de presupuesto de la pieza.

A 5.1.5 Verificación parcial

El cliente solicita a Industrias Preciber S.A un control parcial de las piezas fabricadas, para así garantizar que las piezas entregadas estén dentro de las tolerancias pactadas. De no cumplir con estas especificaciones el cliente retornará el lote completo de piezas.

El cliente asume el sobrecoste que comporta esta fase además de la fabricación.

A 5.1.6 Tratamiento térmico

Como en el apartado anterior, los clientes solicitan a Industrias Preciber S.A que las zonas de conexión de las piezas tengan una dureza característica sobre delimitadas zonas. Para ello, las piezas son procesadas por un horno interno o en una empresa subcontrata.

A 5.1.7 Bañado en oro

Como en el apartado anterior, el cliente solicita a Industrias Preciber S.A que las piezas sean entregadas bañadas en oro. Este proceso se realiza nuevamente en una empresa subcontratada, y una vez realizado el baño regresan a Industrias Preciber S.A para su posterior envío a cliente.

A 5.2 Situación económica y de mercado

A 5.2.1 Situación económica de la empresa

A Industrias Preciber S.A, en la actualidad, se le solicitan una gran cantidad de producciones de diferentes modelos de piezas, por lo que se ven obligados a invertir para mejorar el proceso productivo con el objetivo de ser más competitivos.

A 5.2.2 Situación de mercado

Actualmente el mercado no dispone de una máquina que cumpla con las características, y requisitos que Industrias Preciber S.A necesita. Por este motivo se plantea la redacción y diseño del presente proyecto con el fin de llevarlo a cabo e implantarlo en la empresa.

A 6. Análisis de posibles defectos generados durante el procesado de las piezas

SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

- Piezas ralladas como consecuencia de
 - Estar en contacto unas con las otras
 - Mal vertido de las piezas
 - Restos de viruta
- Piezas marcadas como consecuencia de
 - Impactar las unas contra las otras
 - Mal vertido de las piezas
 - Restos de viruta

SISTEMA DE EXPULSIÓN DESDE LA MÁQUINA

- Rampa de salida
 - Marcas debido al impacto entre la pieza y la rampa

B. Estudio de la situación actual

B 1. Introducción

En el apartado a continuación se explica el problema actual desde el que parte la empresa, y este es motivo por el que se redacta y diseña el proyecto.

A continuación, se explica paso a paso todas las fases de producción por las que pasan actualmente las piezas y así, poder analizarlo.

B 2. Descripción del problema

El problema que actualmente tiene Industrias Preciber S.A es el sobrecoste que supone la separación manual de piezas a pié de máquina.

Es entonces cuando se plantea buscar una solución al problema, en primera instancia se trató de realizar la separación de las piezas siguiendo una metodología ágil basada en lean manufacturing pero resultó sin éxito. Esto ha acontecido en numerosas reclamaciones por parte de clientes estratégicos.

B 3. Proceso de fabricación

B 3.1 Materia prima

La primera fase del proceso de fabricación es la recepción del material con el que fabricaremos las piezas. Los pasos que se siguen para una correcta recepción son:

- Comprobar que la hoja de ruta y la hoja del material figura la misma especificación y composición química. De no ser así debe avisar al jefe de producción.
- Buscar la ubicación del material, sacarlo del canal de almacenamiento y pesarlo hasta una determinada cantidad ya especificada en la hoja de ruta. Es importante poner todo el material que se prevé en la hoja ruta de golpe y no sacar el material en cantidades pequeñas.
- En el momento en que se realiza la salida del material se tiene que rellenar la hoja del material, la hoja de movimientos del almacén y realizar el traspaso en el programa informático P7 que gestiona estos movimientos de stock.
- Una vez pesado e insertado en la caja de distribución se tiene que imprimir la etiqueta de identificación de material correspondiente, después, se pega en una zona visible de la caja para que sea fácilmente identificable.
- No se puede llevar el material a la máquina si no se ha consumido todo el material antiguo. Esto incluye puntas sobrantes, barras dobladas, recortes, etc.
- Al final de la jornada se tiene que coger el registro de movimientos y comprobar que todos los movimientos del día se han realizado correctamente. Esto quiere decir que debemos verificar el material que hemos cargado en la máquina. Cuando el movimiento ha sido comprobado se tiene que firmar. La persona que comprueba será el encargado del almacén de materia prima.

Esta serie de pasos están documentados en el documento interno PRE-112 Validació de procès.

A continuación, se muestra una ilustración de los pasos anteriores de manera esquemática.

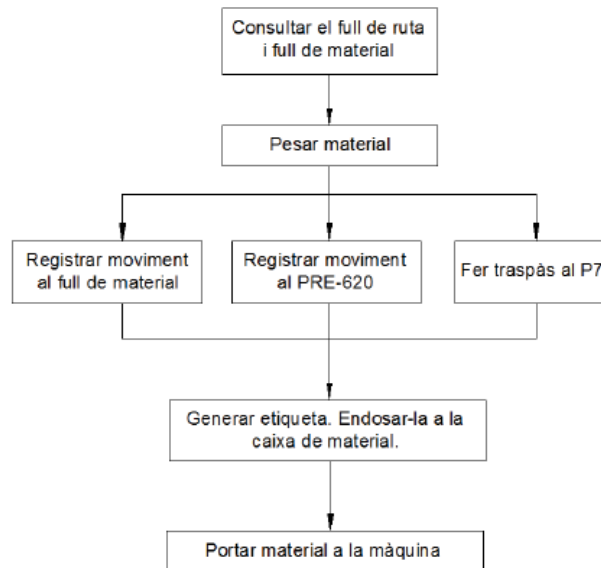


Fig. B.1 Indústries Preciber S.A. (2020). Validació del procès

B 3.2 Documentación

Dentro de la oficina técnica, el departamento de delineantes sigue los siguientes pasos para crear toda la documentación necesaria:

- Dibujar el plano interno, con todas las anotaciones pertinentes para facilitar la comunicación con los mecánicos, también comporta una correcta interpretación de las necesidades del cliente y saber identificar las incoherencias en sus planos o requisitos.
- Redactar las hojas de control con todas las cotas, tolerancias y aspectos que se tienen que controlar de las piezas.
- Dibujar los planos de las herramientas para su posterior uso en la fabricación en caso de ser herramientas especiales mecanizadas en la empresa.

B 3.3 Fabricación

El estudio del proceso de fabricación está dirigido por la oficina técnica, con la función de estudiar qué comporta la fabricación de la pieza. A continuación, se muestran los pasos a seguir para desarrollar el estudio:

- Diseñar las herramientas de forma, es decir, herramientas únicas que no se pueden encontrar en el mercado. Suelen ser herramientas que permiten generar perfiles geométricos de un solo ataque.
- Diseño de los programas para las máquinas de control numérico.
- Selección de herramientas para el mecanizado, de carácter estándar.
- Gestión de herramientas y distribución de ellas dentro de la máquina.
- Estimación de velocidades y avances.
- Estimación de profundidades de corte.

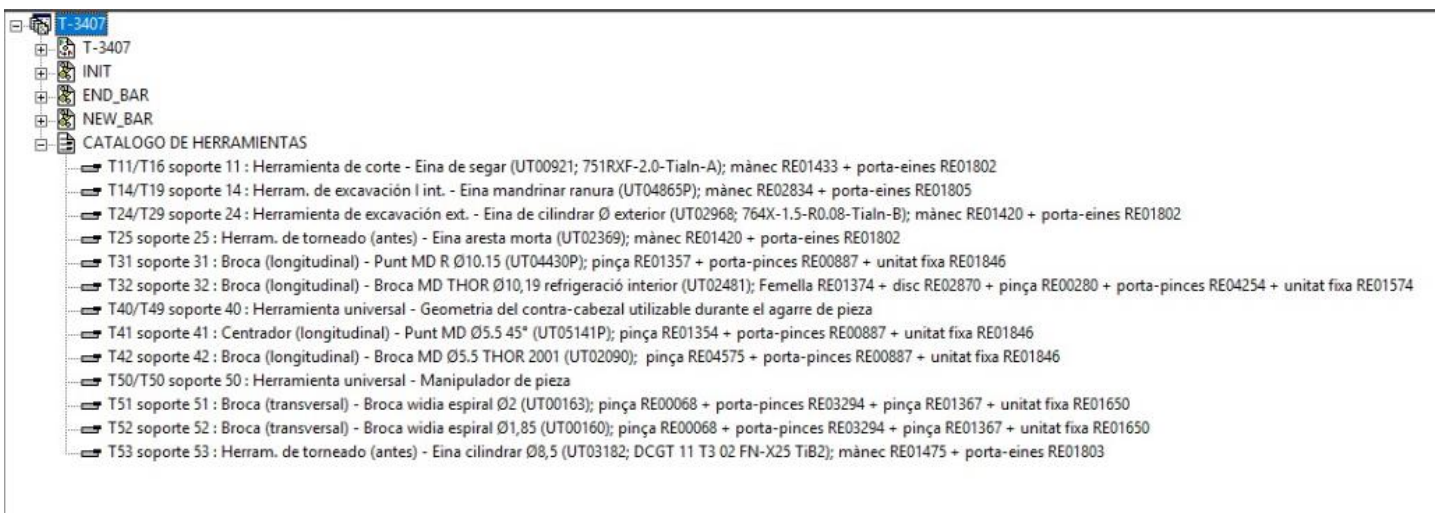


Fig. B.2 Indústria Preciber S.A. (2020) Catálogo herramientas TB-DECO

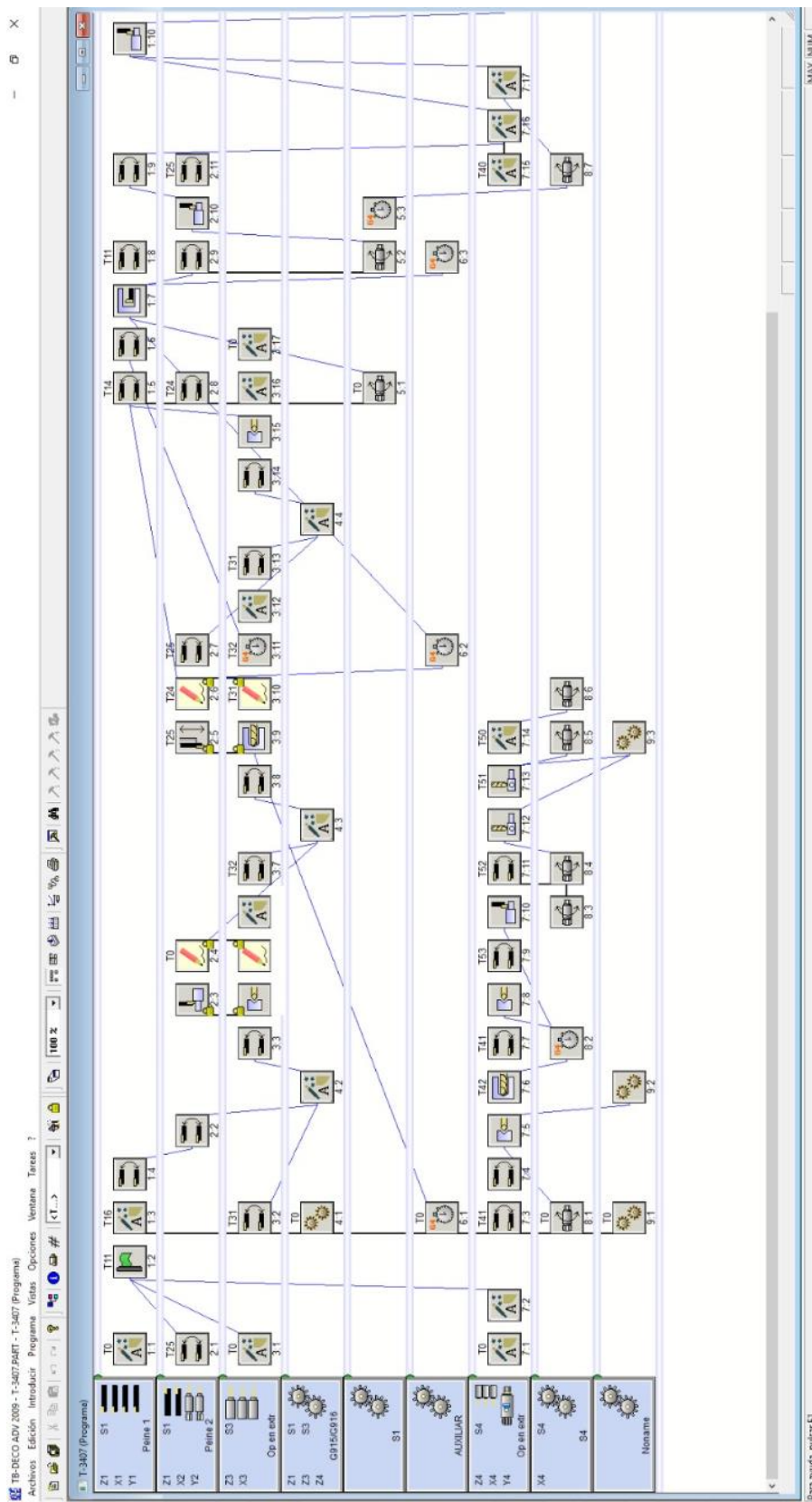




Fig. B.3 Industrias Preciber S.A. (2020). Programación TB-DECO

 INDUSTRIAS PRECIBER, S.A.		Data: 25/04/2016 Nom: Jordi Olesti	
FR: 14689	Ref. peça:	Tipus màquina:	Número màquina:
OT: 39693	T-3407	Deco 20	2020
REALITZAT			
<u>CAPÇAL</u>			
PINÇA:	Ø14 F-25 RANURADA	RE00555	<input type="checkbox"/>
CANÓ:	Ø14 DECO 20	RE00638	<input type="checkbox"/>
CONJUNT SUBJECCIÓ:	PINÇA F-25	RE01850	<input type="checkbox"/>
CONTRA-PRESSIÓ S1:	NO		<input type="checkbox"/>
<u>CONTRACAPÇAL</u>			
PINÇA:	Ø13,9 F-25 LLISA LLARGA	RE03954	<input type="checkbox"/>
CONJUNT SUBJECCIÓ:	PINÇA F-25	RE01850	<input type="checkbox"/>
MOLLES:	DURES	RE00000	<input type="checkbox"/>
CONTRA-PRESSIÓ S4:	NO		<input type="checkbox"/>
<u>NETEJA PINÇA CONTRACAPÇAL</u>			
TIPUS:	EXTERIOR		<input type="checkbox"/>
G923:	P5=1		<input type="checkbox"/>
M886:	SI		<input type="checkbox"/>
CASELLA:	9:3		<input type="checkbox"/>
TIMER:	13.000		<input type="checkbox"/>
<u>EXPULSIÓ</u>			
TIPUS:	EXPULSOR + CISTELLA		<input type="checkbox"/>
EXPULSOR:	Ø13,5 AMB XAMFRÀ	RE00000	<input type="checkbox"/>
RECORREGUT:			
AVANÇ :	1 mm per davant del zero pinça		<input type="checkbox"/>
RETROCÉS:	55 mm per darrere del zero pinça		<input type="checkbox"/>
CISTELLA:	Estandar	RE00000	<input type="checkbox"/>
RECOLLIDOR (BRAÇ):	SI	RE00000	<input type="checkbox"/>
OBSERVACIONS:			


PRE-166

Fig. B.5 Indústries Preciber S.A. (2020). Hoja de preparaci3n

 INDUSTRIAS PRECIBER, S.A.		Data: 25/04/2018 Nom: Jordi Olesti	
FR: 14689 OT: 39693	Ref. peça: T-3407	Tipus màquina: Deco 20	Número màquina: 2020
REALITZAT			
<u>CINTA TRANSPORTADORA</u>			
	SI	RE00000	<input type="checkbox"/>
<u>CISTELLA NETEJA</u>			
TIPUS:	RECTANGULAR 4		<input type="checkbox"/>
<u>PALPADOR</u>			
QUANTITAT:	2		<input type="checkbox"/>
POSICIÓ 1:	T32	RE03331	<input type="checkbox"/>
POSICIÓ 2:	T43	RE03331	<input type="checkbox"/>
<u>BOMBA PRESSIÓ OLI</u>			
TIPUS:	INTERNA + EXTERNA		<input type="checkbox"/>
<i>BOMBA INTERNA</i>			
PRESSIÓ:	6 bar		<input type="checkbox"/>
<i>BOMBA EXTERNA (veure full alta pressió)</i>			
TIPUS:	BOMBA N° ____		<input type="checkbox"/>
N° ELECTROVALVULES:	2		<input type="checkbox"/>
<u>ELECTROVÀLVULA 1</u>			
POSICIÓ:	T32		<input type="checkbox"/>
PRESSIÓ SORTIDA:	____ bar		<input type="checkbox"/>
<u>ELECTROVÀLVULA 2</u>			
POSICIÓ:	T12		<input type="checkbox"/>
PRESSIÓ SORTIDA:	____ bar		<input type="checkbox"/>
<u>VELOCITATS MÀXIMES EIXOS</u>			
EIX X3:	15.000		<input type="checkbox"/>
EIX X4:	15.000		<input type="checkbox"/>
OBSERVACIONS:			

PRE-168

Fig. B.6 Indústries Preciber S.A. (2020). Hoja de preparación 2

		INDUSTRIAS PRECIBER S.A.		SBF-532		Data: 25/04/2016
Ref. peça: T-3407		Tipus màquina: Deco 20		Número màquina: 2020		Nom: Jordi Olesti
FR: 14689	Material	C99		Ø Barra:		Ø14
OT: 39693						

REALITZAT / COMPROVA

GUIES:	Ø22	RE02580	<input type="checkbox"/>
BANDERA:	Ø20	RE02978	<input type="checkbox"/>
PINÇA:	Ø14	RE01597	<input type="checkbox"/>
SUPPORT CANAL OBERTA:	Ø25	RE03921	<input type="checkbox"/>
EMPENYEDOR GUIA:	Ø20	RE0	<input type="checkbox"/>
TUB EMPENYIMENT:	Ø21	RE02971	<input type="checkbox"/>
TUB GUIA CAPÇAL:	Ø21	RE03877	<input type="checkbox"/>
SINCRONISME:	SI	3 bar	<input type="checkbox"/>
NYLON (LLUNETA):	RECTES	RE03933	<input type="checkbox"/>
LONGITUD PUNTA DE BARRA:	_____	<i>(~225mm)</i>	<input type="checkbox"/>
LONGITUD REFRENTAT:	_____	<i>(~5mm)</i>	<input type="checkbox"/>
KIT BARRA PETITA:	NO		<input type="checkbox"/>
REGULACIÓ CAIGUDA BARRA:			<input type="checkbox"/>

PARÀMETRES DEL CARREGADOR

PARÀMETRES POSADA EN MARXA CARREGADOR:

Núm.	Descripció	Nominal	Real	
1	PARELL SEQ. 0 (AVANÇ BARRA)	20%		<input type="checkbox"/>
3	PARELL SEQ. 0 (RETROCÉS CAPÇAL)	20%		<input type="checkbox"/>
5	AJUSTAMENT POSICIÓ FI DE BARRA (POS. MOTOR)	3050		<input type="checkbox"/>
5	AJUSTAMENT POSICIÓ FI DE BARRA (COMP.)	60		<input type="checkbox"/>
6	TOLERÀNCIA LONGITUD PEÇA	3		<input type="checkbox"/>
7	TOLERÀNCIA RETROCÉS PEÇA	3		<input type="checkbox"/>
8	PROFUNDITAT PINÇA BARRA EMPENYIMENT	12,5		<input type="checkbox"/>

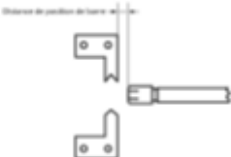
PARÀMETRES POSADA EN SERVEI CARREGADOR:

Núm.	Descripció	Nominal	Real	
1	LONGITUD BARRA D'EMPENYIMENT	1350		<input type="checkbox"/>

VEURE PLÀNOL BANDERA I PLÀNOL COMUNIT

OBSERVACIONS:

La distància entre les mordasses i la pinça quan clava la barra ha de ser de 5mm



Realitzat: Jordi Olesti

Data: 11/12/2015

PRE-159.V2

Fig. B.7 Indústria Preciber S.A. (2020). Hoja de preparación 3

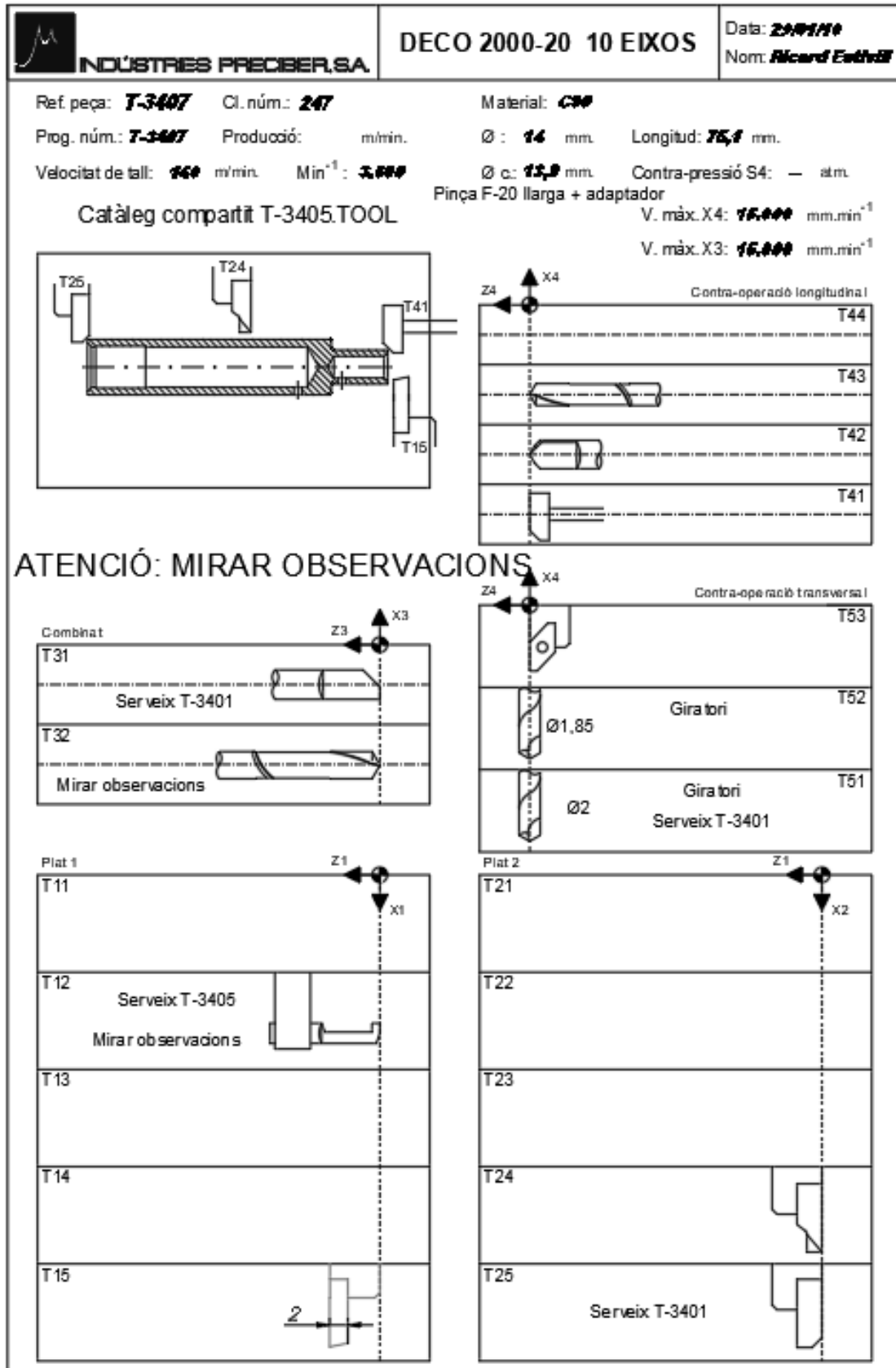


Fig. B.8 Indústries Preciber S.A. (2020). Distribución de herramientas 1

Successió de les operacions				Ref. peça: T-3407		Prog. núm.: T-3407	
T	Plat 1	T	Plat 2	T	Combinat	T	Contra-operació
15	Surt eina segar	25	Aprox. T25	32	Aprox. T32	42	Aprox. T42
12	Aprox. T12	25	Aresta morta	32	Foradar	42	Punt
		24	Aprox. T24	31	Aprox. T31	43	Aprox. T43
				31	Fer xamfrà 1x45°	43	Foradar
12	Mandrinar					53	Aprox. T53
15	Aprox. T15	24	Cilindrar Ø exterior			53	Cilindrar Ø8,5
15	Segar	25	Aprox. T25			41	Aprox. T41
						41	Aresta morta
						52	Aprox. T52
						52	Desbastar (x2)
						51	Aprox. T51
						51	Foradar (x2)
<p>Observacions:</p> <p>T32 (broca MD amb refrigeració interior) - Posar porta-pines RE02229, racor RE02230, femella pinça RE01374, disc estanqueïtat RE02870, pinça ESX-25 RE00280 i unitat fixa RE01846. Pressió bomba entre 80 i 90 bars.</p> <p>T12 (eina mandrinar MD amb refrigeració interior) - Posar porta-eines RE01805 i mànec RE02834. Pressió bomba entre 80 i 90 bars.</p> <p>BROCA T32, VALORS PER A LA CORBA DE LA BOMBA D' ALTA PRESSIÓ 50, 57, 65, 74, 84, 95, 107, 120, 134, 149, 151, 136, 122, 109, 97, 86, 76, 67, 59, 52</p> <p>EINA DE MANDRINAR T12, VALORS PER A LA CORBA DE LA BOMBA D' ALTA PRESSIÓ 20, 27, 35, 44, 54, 65, 77, 90, 104, 119, 121, 106, 92, 79, 67, 56, 46, 37, 29, 22,</p>							
<p>Oli contracapçat: Si <input type="checkbox"/> Continuu <input type="checkbox"/> Temporitzat <input type="checkbox"/></p> <p>No <input type="checkbox"/></p>							

PRE-145.02


Fig. B.9 Indústria Preciber S.A. (2020). Distribución de herramientas 2

B 3.4 Limpieza

Una vez fabricada las piezas se depositan en cajas metálicas para procesarlas por una máquina de limpieza. En este proceso de limpieza se eliminan los restos de viruta y de aceite que quedan adheridas a las piezas.

Para las piezas en cuestión, es necesario que primero pasen por un proceso de centrifugado, ya que la viruta generada durante el proceso es muy voluminosa, y de esta manera no saturamos los filtros de la máquina de limpieza. Y no solo eso, sino que no depositaremos cuerpos extraños en la futura máquina a diseñar.

Las cestas pautadas para este estilo de cesta varían en función de la pieza, estas especificaciones vienen marcadas en la hoja de limpieza. A continuación, un ejemplo:

 INDÚSTRIES PRECIBER.S.A.	Ref. peça: T-3407	Cl. nº 247																																																																																																																									
PROCÉS DE NETEJA DE PECES																																																																																																																											
MATERIAL: <u>COURE</u>																																																																																																																											
TIPUS OLI: <u>Llautó</u>																																																																																																																											
ORDRE DE LES OPERACIONS																																																																																																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;">1ª</th> <th style="width: 10%;">2ª</th> <th style="width: 10%;">3ª</th> <th style="width: 10%;">4ª</th> <th style="width: 10%;">5ª</th> <th style="width: 50%;">OBSERVACIONS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Centrifugat</td> <td>No</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Ceranda</td> <td>Si</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>No</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Número</td> <td>---</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="7" style="text-align: center;">DE SENGREIXAT</td> </tr> <tr> <td>Cistella tela num.</td> <td>4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>AGAFAR LES PECES AMB LA MÀ</td> </tr> <tr> <td>Quantitat peces</td> <td>Plena</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>AMB TELA</td> </tr> <tr> <td rowspan="3" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">M A Q U I N A</td> <td>Rotació</td> <td>Balanceig</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Girar</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fixe</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Num. Programa</td> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="3" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">M A Q U I N A</td> <td>Rotació</td> <td>Balanceig</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Girar</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Fixa</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Num. Programa</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Bufat</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Oli antioxidant</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	OBSERVACIONS	Centrifugat	No						Ceranda	Si						No							Número	---					DE SENGREIXAT							Cistella tela num.	4					AGAFAR LES PECES AMB LA MÀ	Quantitat peces	Plena					AMB TELA	M A Q U I N A	Rotació	Balanceig						Girar	X					Fixe					1	Num. Programa	1					M A Q U I N A	Rotació	Balanceig						Girar						Fixa					2	Num. Programa							Bufat							Oli antioxidant					
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	OBSERVACIONS																																																																																																																					
Centrifugat	No																																																																																																																										
Ceranda	Si																																																																																																																										
	No																																																																																																																										
	Número	---																																																																																																																									
DE SENGREIXAT																																																																																																																											
Cistella tela num.	4					AGAFAR LES PECES AMB LA MÀ																																																																																																																					
Quantitat peces	Plena					AMB TELA																																																																																																																					
M A Q U I N A	Rotació	Balanceig																																																																																																																									
		Girar	X																																																																																																																								
		Fixe																																																																																																																									
1	Num. Programa	1																																																																																																																									
M A Q U I N A	Rotació	Balanceig																																																																																																																									
		Girar																																																																																																																									
		Fixa																																																																																																																									
2	Num. Programa																																																																																																																										
	Bufat																																																																																																																										
	Oli antioxidant																																																																																																																										
ACABATS FINALS																																																																																																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;"></th> <th style="width: 35%;">VIBRADOR</th> <th style="width: 35%;">ARENEJAT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Quantitat de peces</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Temps</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Neteja posterior</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				VIBRADOR	ARENEJAT	Quantitat de peces			Temps			Neteja posterior																																																																																																															
	VIBRADOR	ARENEJAT																																																																																																																									
Quantitat de peces																																																																																																																											
Temps																																																																																																																											
Neteja posterior																																																																																																																											
Observacions:																																																																																																																											
OK: <i>Ricard Estivill</i> Data: 27-10-08																																																																																																																											

Realitzat: CBL

Data: 28/07/06

PRE-119.V4

Fig. B.10 Indústries Preciber S.A. (2020). Hoja de limpieza

B 3.5 Verificación

En el departamento de verificación se controlan todas las cotas marcadas por el cliente, los operarios verifican que las cotas se encuentren dentro de las tolerancias. Este proceso se realiza durante la fabricación, existe una comunicación continua entre la fabricación y la verificación en la que constantemente se dan avisos a los mecánicos para que ajusten las máquinas.

A continuación, se muestra una hoja de control utilizada para verificar las piezas. En ella se apuntan las medidas, el día y la hora que se ha realizado la verificación. De esta manera se obtiene un histórico de todas las piezas controladas que se han realizado para esta referencia. El cliente puede solicitar este documento adjunto con el pedido.

Cotes a controlar cada hora									

DECO

Núm. Operacions 1
Full de ruta núm.

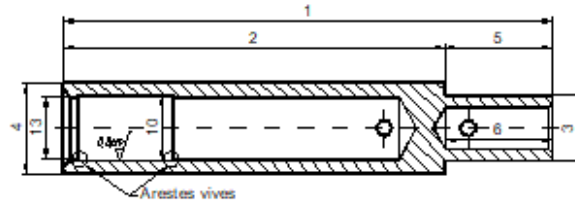
T-3406

CL-247
Rev.: c (23/10/19)
Versió interna: V0

Pàgina 1 / 3

TALLAR PEÇA CADA 2

A les peces tallades
comprovar també cotes
(10) i (13) amb rugosímetre

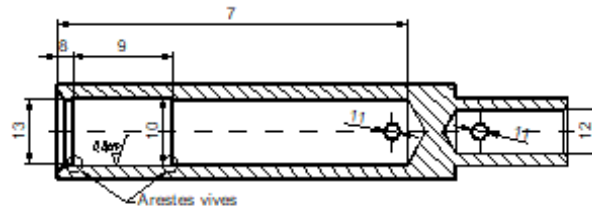


OT:	Nom:										
	Hora:										
	LONGITUD TOTAL	1		Columna vertical + Punta Std.							
	70.60										
	58										
	56										
	54										
	52										
	70.50										
	48										
	46										
	44										
	42										
	70.40										
	LONGITUD PARCIAL	2	56.5 ^{+0.1}	Columna vertical + Punta Std.							
	56.55										
	53										
	51										
	49										
	47										
	56.45										
	DIAMETRE	3									
	8.48										
	47										
	46										
	8.45										
	DIAMETRE	4	11.91 ^{+0.11}								
	11.90										
	88										
	86										
	84										
	82										
	11.80										
	LONGITUD PARCIAL	5	14 ^{+0.2}	Columna vertical + Punta Std.							
	14.05										
	03										
	14.01										
	13.99										
	97										
	13.95										
	PROFUNDITAT FORAT	6	14 ^{+0.2}	Comparador vertical o núm. + Punta T-3018 de Ø5.40							
	14.10										
	08										
	06										
	04										
	02										
	14.00										
	13.98										
	96										
	94										
	92										
	13.90										

Segueix →

Fig. B.11 Indústries Preciber S.A. (2020). Hoja de control

T-3406
Pàgina 2 / 3



Nom:				
Hora:				
PROFUNDITAT FORAT	7	51.00 ^{+0.15}	Comparador vertical + Punta Sjd. + Barreta T-3405 de Ø8x55mm (Entrar barreta pel costat del cantó viu pintat)	
51.10	3.90			
08	92			
06	94			
04	96			
02	3.98			
51.00	4.00			
50.98	02			
96	04			
94	06			
92	08			
50.90	4.10			
POSICIO RANURA INTERIOR	8	2 ^{+0.1}	Comparador vertical + Punta en "L" de 0.50 mm	
2.05	2.55			
03	53			
2.01	2.51			
1.99	49			
97	47			
1.95	2.45			
PROF. RANURA INTERIOR	9	12.5 ^{+0.1}	Comparador vertical + Punta en "L" de 0.50 mm	
12.05	12.05			
53	03			
51	12.01			
49	11.99			
47	97			
12.45	11.95			
DIAMETRE RANURA INTERIOR	10	BÚ-FIX i Micròmetre d'interiors. Comprovar amb els dos Intentar mantenir al centre de la mida. IMPORTANT: Cada 2 hores el mecànic ha de tallar la peça, per a que les controladores comprovin les arestes vives a l'interior de la ranura (Segons Instrucció de treball 119)		
8.528				
525				
520				
515				
8.510				
505				
500				
495				
8.492				

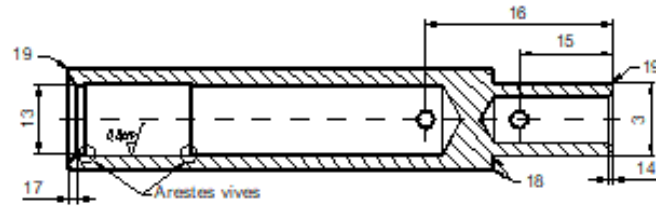
CALIBRES: Abans de passar els calibres mirar que no quedin rebaves, sobretot a la intersecció del forats

(11)-	Diàmetre forats transversals	Passa Ø 1.95	Mirar els dos forats
		No passa Ø 2.05	Mirar els dos forats
(12)-	Diàmetre forat petit	Passa Ø 5.45	Llargada mínima 14mm
		No passa Ø 5.55	
(13)-	Diàmetre forat gran	A les peces partides, comprovar els calibres al forat final	
		Passa Ø 8.12	Llargada mínima 51mm
		No passa Ø 8.20	

Segueix →

Fig. B.12 Indústries Preciber S.A. (2020). Hoja de control 2

T-3406
Pàgina 3 / 3



Nom:

--

Hora:

--

PLÀNOL PROJECTOR:

- (14).- Xamfrà entrada forat

--
- (15), (16).- Posició i centrat forats transversals *No es necessari que estiguin orientats entre ells*

--
- (17).- Xamfrà entrada forat *Comprovar que no quedi aresta viva a l'exterior*

--
- (18).- Radis exteriors

--
- (19).- Xamfrà màxim (Minim aresta morta)

--

VISUAL:

- Superfícies de mecanitzat polides i sense rebaves, sobretot a la intersecció del forats (Ra 3.2µm)

--
- Superfície interior de la ranura molt ben polida (Ra 0.8µm) Comprovar amb rugosímetre un cop cada torn

--
- **NOTA:** No es necessari que els forats transversals quedi orientat entre ells

--
- **IMPORTANT:** A l'hora de comprovar les arestes vives de la ranura interior s'han de seguir - Instrucció de treball 119

--

MATERIAL: C99

Realitzat: V.S.M. (14/02/20)

Comprovat: V.S.M. (14/02/20)

PRE-004.V1

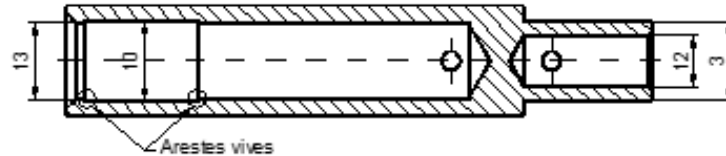
Fig. B.13 Indústries Preciber S.A. (2020). Hoja de control 3

DECO

Núm. Operacions 1
Full de ruta núm.

T-3406
CL-247
Rev.: c (23/10/19)
Versió interna: V0

FULL PER CONTROLAR CADA 1/2 HORA



DATA:

OT:

6.00	6.30	7.00	7.30	8.00	8.30	9.00	9.30	10.00	10.30	11.00	11.30	12.00	12.30	13.00	13.30	14.00	14.30	15.00	15.30	16.00	16.30	17.00	17.30	18.00	18.30	19.00	19.30	20.00	20.30	21.00	21.30	22.00	22.30	23.00	23.30	24.00	24.30	01.00	01.30	02.00	02.30	03.00	03.30	04.00	04.30	05.00	05.30
DIAMETRE										3																																					
8.48	47	48	8.45																																												
DIAMETRE RANURA INTERIOR										10		<i>BÚ-FIX i Micròmetre d'interiors. Comprovar amb els dos</i>																																			
Intentar mantenir al centre de la mida. IMPORTANT: Cada 2 hores el mecànic ha de tallar la peça, per a que les controladores comprovin les arestes vives a l'interior de la ranura (Segons Instrucció de treball 119)																																															
8.528	525	520	515	8.510	505	500	495	8.492																																							

CALIBRES: Abans de passar els calibres mirar que no quedin rebaves, sobretot a la intersecció del forats

- (12)- Diàmetre forat petit Passa Ø 5.45 Llargada mínima 14mm
 No passa Ø 5.55
- (13)- Diàmetre forat gran *A les peces partides, comprovar els calibres al forat final*
 Passa Ø 8.12 Llargada mínima 51mm
 No passa Ø 8.20

VISUAL:

- Superfícies de mecanitzat polides i sense rebaves, sobretot a la intersecció dels forats (Ra 3.2µm)
- Comprovar que estigui el forats transversals
- **IMPORTANT:** Comprovar que el diàmetre interior (10) no estigui ratllat (Ra 0.8µm)
- **IMPORTANT:** A l'hora de comprovar les arestes vives de la ranura interior s'han de seguir - Instrucció de treball 119

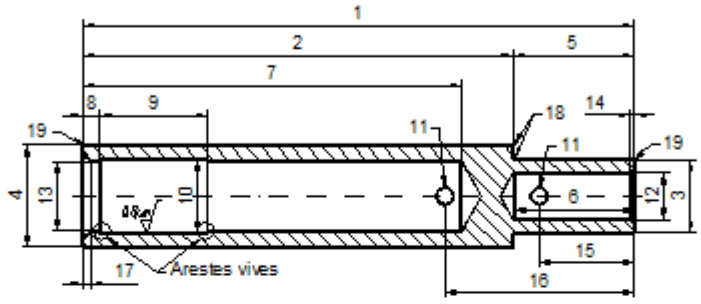
Realitzat: V.S.M. (14/02/20)

Comprovat: V.S.M. (14/02/20)

(T-3406-1.doc)
PRE-004.V1

Fig. B.14 Indústria Preciber S.A. (2020). Hoja control 1/2 h

Finalmente, tenemos el documento de la pauta de control.

INDÚSTRIES PRECIBER, S.A.		PAUTA DE CONTROL		Núm. Oper.: 1			
Defectes: 0.25 - 0.40 - 0.65	Pla de mostreig segons: UNE-66020	Referència peça: T-3406					
Freqüència de control: Cada torn	Tipus de mostreig: TAULA IIB	Revisió plànol: Rev. c (23/10/19)					
Versió interna: V0	Pàgina 1 de 1	Client núm.: 247	Data: 14/02/20				
							
Cotes a controlar	Cota N°	N.A.C.	Operació de Control	Cotes i Toleràncies		Utilatge	Observacions
				Min.	Màx.		
X	1	0.40	Pàlmer	70.40	70.60		
	2	0.40	Pàlmer	56.40	56.60		Limitat: 56.45-56.55
X	3	0.40	Pàlmer	Ø 8.45	Ø 8.50		Mida full: Ø8.45-Ø8.48
	4	0.40	Pàlmer	Ø 11.80	Ø 12.02		Limitat: Ø11.85-Ø11.95
	5	0.40	Columna vertical	13.80	14.20	Punta <u>Std.</u>	Limitat: 13.95-14.05
	6	0.40	Comparador vertical	13.80	14.20	Punta T-3018 de Ø5.40.	Limitat: 13.90-14.10
	7	0.40	Comparador vertical	50.50	51.50	Punta <u>Std.</u> + Barreta T-3405 de Ø8x55mm	Limitat: 50.90-51.10 Lectura: 4.10-3.90
	8	0.40	Comparador vertical	1.90	2.10	Punta en "L" de 0.50mm	Limitat: 1.95-2.05 Lectura: 2.45-2.55
X	9	0.40	Comparador vertical	12.40	12.60	Punta en "L" de 0.50mm	Limitat: 12.45-12.55 Lectura: 11.95-12.05
X	10	0.40	Bü-fix o Comes	Ø 8.48	Ø 8.52		Mida full: Ø8.482-Ø8.528
	11	0.40	Calibres tampó	Ø 1.90	Ø 2.10		Limitat: Ø1.95-Ø2.05
X	12	0.40	Calibres tampó	Ø 5.40	Ø 5.55		Limitat: Ø5.45- Ø5.55
X	13	0.40	Calibres tampó	Ø 8.10	Ø 8.20		Limitat : Ø8.12-Ø8.20
	14	0.40	Plànol projector	0.50x45°			
	15	0.40	Plànol projector	11.30	11.70		
	16	0.40	Plànol projector	22.30	22.70		
	17	0.40	Plànol projector	1.00x45°			
	18	0.40	Plànol projector	R 0.20			
	19	0.40	Plànol projector	Màx. 0.20x45°			Mínim aresta morta
X	VISUAL:		Superfícies de mecanitzat polides i sense rebaves (Ra 3.2µm)				
X			Superfície interior de la ranura molt ben polida (Ra 0.8µm)				
X			Sense rebaves ni virutes, sobretot a l'interior del forat i al fresat				
X			NOTA: No es necessari que els forats transversals quedin orientats entre ells				
X			IMPORTANT: A l'hora de comprovar les arestes vives de la ranura interior s'han de seguir - Instrucció de treball 119				

Realitzat: V.S.M. (14/02/20)

Comprovat: V.S.M. (14/02/20)

PRE-001

Fig. B.16 Indústries Preciber S.A. (2020). Pauta de control

Otro aspecto importante de estas hojas de control es que, como se puede observar, se hace constar al operario los instrumentos y útiles necesarios para poder controlar las cotas. A continuación, una breve explicación de la función y tolerancias con las que trabaja cada instrumento de medida:

- Palmer
 - Precisión certificada de 0.001 mm
 - Se utiliza para medir:
 - Longitudes totales
 - Longitudes parciales que lo permitan
 - Diámetros
- Comparador vertical
 - Específico para medir longitudes parciales de complicado acceso
 - Precisión certificada: 0.001 mm
- Comparador de tampón
 - Mediante unos tampones calibrados se comprueba el diámetro de los agujeros
 - Se utilizan comparadores pasa o no pasa
- Proyector de perfiles
 - Por comparación, se comprueba que el perfil de una pieza esté dentro de una silueta dibujada. Esta silueta está dibujada a escala.
- Máquina de visión artificial
 - Comparación óptica
 - Precisión certificada: 0.001 mm

El último método, la máquina de visión artificial, es el método más utilizado para controlar las piezas ya que basta con una fotografía para poder comprobar la forma y que las medidas están dentro de tolerancia.

B 3.6 Embalaje

Es la última fase antes de entregar las piezas al cliente. Las piezas se pesan para corroborar que se dispone del número necesario de piezas, después se insertan en una bolsa de plástico para evitar la contaminación de estas (ya sea cuando están en stock o de viaje a la sede del cliente). Finalmente, se acumulan una serie de cajas sobre un palé. Este se paletiza y está listo para entregar.

Durante la ejecución del embalaje, el supervisor de envíos realiza movimientos de stock para hacer constar la salida de piezas y generar los albaranes correspondientes para la venta de las piezas.

C. Estudio de alternativas

C 1. Introducción

Las alternativas estudiadas en este apartado hacen referencia a las múltiples soluciones que se han considerado dentro del proceso productivo. En ningún caso hará referencia a alternativas de localización, plan productivo, etc. ya que no hay opción de alternativa puesto que viene impuesto por el promotor.

C 2. Estudio de alternativas del proceso productivo

C 2.1 Fase de alimentación

La fase de alimentación sobre la máquina puede ocurrir de diferentes maneras.

Mediante el aporte manual

Las piezas caen sobre un colador y es el operario el que debe posicionarlas sobre el separador.

A través de una canal de extracción desde la propia máquina

En este caso las piezas caen desde el interior de la máquina hasta el separador mediante una canal de poliuretano.

Mediante cinta transportadora (con posterior caída desde una canal de extracción)

A diferencia del punto anterior las piezas caen sobre una cinta transportadora y es ésta que, controlada por la máquina de producción, deposita las piezas de manera controlada sobre el separador.

C 2.2 Posicionado de la pieza

El posicionado de las piezas sobre el separador.

Gavetas de tamaño fijo

Las piezas caerán sobre una gaveta de un tamaño determinado.

Gavetas de tamaño adaptable

Las piezas caerán sobre gavetas de tamaño variable en función de la pieza y el volumen a producir.

C 2.3 Rotación del plato

Accionamiento del tambor giratorio.

Mediante un motor (en continuo)

El tambor girará mediante el acoplamiento de este a un eje de rotación perteneciente a un motor eléctrico.

Mediante un motor paso por paso

El tambor girará de manera controlada mediante el acoplamiento del tambor a un eje de rotación perteneciente a un motor eléctrico.

Mediante electroválvulas neumáticas

Componente estándar de carácter neumático, el tambor debe conectarse mediante un eje de rotación.

C 2.4 Microprocesador

PLC

El control de la máquina se realizará mediante un PLC.

ARDUINO

El control de la máquina se realizará mediante un microprocesador de la marca Arduino.

C 2.5 Estructura y soportes

Perfilería estándar

Perfil estándar de catálogo, de dimensiones y materiales múltiples.

Perfil modular

Perfiles estándar de carácter modular adaptables. Estándar y bajo catálogo.

C 2.6 Materiales

Los diferentes materiales que se pueden utilizar para realizar el proyecto son muy amplios, es por eso que nos centraremos en estudiar la viabilidad de todos aquellos materiales que dispone el taller de Industrias Preciber S.A, ya que son los materiales que acostumbran a trabajar y por lo tanto facilitamos la mecanización de los componentes, puesto que la empresa dispone de las herramientas necesarias, máquinas y parámetros como velocidades y avances para poder ejecutarlas.

Los materiales disponibles para realizar el proyecto son:

ACERO F-212

Se acostumbra a utilizar para elementos mecánicos como tornillería, casquillos, etc. En general, en piezas de grandes series que se tienen que mecanizar en tornos automáticos.

A continuación, la composición química del material y las diferentes equivalencias del material:

Tabla C.1 Composición química del acero F-212

COMPOSICIÓN QUÍMICA ACERO F-212									
C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo	V	Otros
0.1	1,25	< 0,05	< 0,11	0,32					Pb 0,25

Tabla C.2 Equivalencias acero F-212

EQUIVALENCIAS ACERO F-212						
UNE	DIN	WNR	AFNOR	UNI	AISI	INTA
0.1	1,25	< 0,05	< 0,11	0,32		

ALUMINIO 6082

Una aleación resistente a la corrosión en ambientes normales y de maquinabilidad media.

A continuación, la composición química del material y las diferentes equivalencias del material:

Tabla C.3 Composición química del aluminio 6082

COMPOSICIÓN QUÍMICA ALUMINIO 6082									
Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ni	Ti+Zr	Otros
1	< 0,5	< 0,1	0,7	0,9	< 0,25	< 0,2	< 0,2		Pb 0,25

Tabla C.4 Equivalencias aluminio 6082

EQUIVALENCIAS ALUMINIO 6082						
UNE	DIN	WNR	AFNOR	UNI	AISI	INTA
AISI 1MgMn				9006/4		

C 3. Comparativa y ponderación de las diferentes alternativas

C 3.1 Introducción

En este apartado se estudia la ponderación asignada a cada alternativa con tal de valorar los puntos a favor y en contra de cada una de las opciones estudiadas.

C 3.2 Fase de alimentación

Tabla C.5 Tabla ponderación de la fase de alimentación

	RENDIMIENTO (Tiempo/Pieza)	INVERSIÓN (€)	NECESIDAD DE MANO DE OBRA	CALIDAD	COSTES DE MANTENIMIENTO	TOTAL
	25%	20%	15%	25%	15%	100%
ALIMENTACIÓN MANUAL	1	1	5	2	1	1,85%
CANAL EXTRACCIÓN	3	3	2	3	3	2,85%
CANAL EXTRACCIÓN + CINTA TRANSPORTADORA	5	5	5	5	5	5%

Como se observa en la tabla anterior, teniendo en cuenta las ponderaciones asignadas a cada alternativa, la opción más favorable es la de seleccionar el canal de extracción + cinta transportadora, por tener un porcentaje superior en el criterio.

C 3.3 Posicionado de la pieza

Tabla C.6 Tabla de ponderación del posicionado de la pieza

	RENDIMIENTO (Tiempo/Pieza)	INVERSIÓN (€)	NECESIDAD DE MANO DE OBRA	CALIDAD	COSTES DE MANTENIMIENTO	TOTAL
	25%	20%	15%	25%	15%	100%
GAVETA TAMAÑO FIJO	2	1	3	5	1	2,5%
GAVETA TAMAÑO ADAPTABLE	5	5	3	5	1	4,1%

Como se observa en la tabla anterior, teniendo en cuenta las ponderaciones asignadas a cada alternativa la opción más favorable es la de seleccionar la gaveta de tamaño adaptable.

C 3.4 Rotación del plato

Tabla C.7 Tabla de ponderación de la rotación del plato

	RENDIMIENTO (Tiempo/Pieza)	INVERSIÓN (€)	NECESIDAD DE MANO DE OBRA	CALIDAD	COSTES DE MANTENIMIENTO	TOTAL
	25%	20%	15%	25%	15%	100%
MOTOR CONTINUO	5	4	1	5	5	4,2%
MOTOR PASO A PASO	5	3	1	5	3	3,7%
(MOTOR + ELECTROVÁLVULA) NEUMÁTICA	5	5	1	5	5	4,4%

Como se observa en la tabla anterior, teniendo en cuenta las ponderaciones asignadas a cada alternativa la opción más favorable NO será la seleccionada, ya que se ha consultado con Industrias Preciber S.A a posteriori si saben programar electroválvulas o motores continuos siendo la respuesta negativa, optaremos por el motor paso a paso por simplicidad de cara a la formación de su personal.

C 3.5 Microprocesador

Tabla C.8 Tabla de ponderación del microprocesador

	RENDIMIENTO (Tiempo/Pieza)	INVERSIÓN (€)	NECESIDAD DE MANO DE OBRA	CALIDAD	COSTES DE MANTENIMIENTO	TOTAL
	25%	20%	15%	25%	15%	100%
PLC	3	5	1	5	1	3,3%
ARDUINO	5	2	1	1	1	2,2%

Como se observa en la tabla anterior, teniendo en cuenta las ponderaciones asignadas a cada alternativa seleccionamos la opción menos favorable, el procesador Arduino, porque hay personal de la empresa que ya ha trabajado antes con él a diferencia del PLC.

C 3.5 Estructura y soportes

Tabla C.10 Tabla de ponderación de la estructura y soportes

	RENDIMIENTO (Tiempo/Pieza)	INVERSIÓN (€)	NECESIDAD DE MANO DE OBRA	CALIDAD	COSTES DE MANTENIMIENTO	TOTAL
	25%	20%	15%	25%	15%	100%
ESTÁNDAR	-	5	5	5	1	3,15%
MODULAR	-	2	1	5	1	1,95%

Con tal de eliminar la necesidad de mano de obra y especialistas, trabajaremos con perfilera modular ITEM de manera que hasta un operario sin formación pueda regular el dispositivo.

C 3.7 Materiales

Los materiales escogidos para la fabricación de los componentes han sido:

ACERO F-212

Utilizado para la mecanización de los componentes debido a su fácil mecanización

ALUMINIO 6082

Seleccionado por su resistencia a la oxidación y sus propiedades de mecanización media.

PVC

Seleccionado para la fabricación de componentes como las palas de guiado para la membrana flexible, los dedos de la mordaza neumática, etc.

D. Ingeniería del proyecto

D 4.1. Características generales de la máquina

D 4.1.1 Introducción

La máquina presentada en el proyecto trabaja de manera automática y automatizada con la finalidad de cumplir las especificaciones del cliente.

D 4.1.2 Funcionamiento general

Para poder explicar con mayor sencillez el funcionamiento de la máquina dividimos en partes su proceso productivo:

- Caída de la pieza en máquina
- Rotación del plato
- Extracción manual de piezas

CAÍDA DE LA PIEZA EN MÁQUINA

Las piezas caerán sobre la gaveta a través de una cinta transportadora.

ROTACIÓN DEL PLATO

Las piezas permanecerán en una gaveta hasta que el motor paso por paso reciba una señal proveniente de la máquina. Una vez reciba la señal girará tantos grados como sean necesarios para posicionar la siguiente gaveta en la posición delante de la cinta transportadora.

EXTRACCIÓN MANUAL DE PIEZAS

El operario de producción seleccionará 3 piezas para realizar un muestreo de calidad en función de la gaveta que sea necesario inspeccionar.

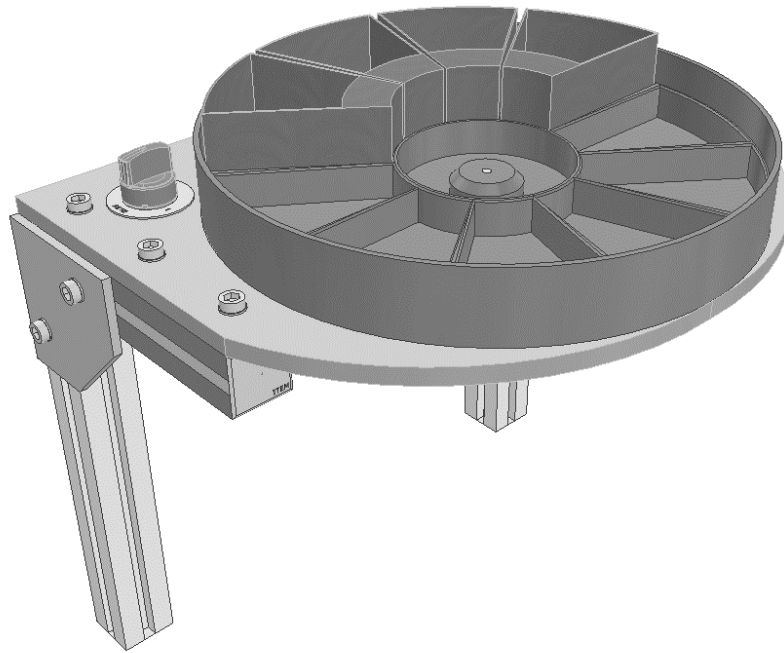


Fig. D.1 Diseño de la máquina general

D 4.1.3 Desglose de la máquina en componentes y sus elementos

POSICIONADO DE LA PIEZA

- Tambor de gavetas
- Gavetas

ESTRUCTURA Y SOPORTES

- Perfilería ITEM
- Escuadras
- Tornillería M3
- Arandela M3
- Medialunas ITEM

INSTALACIÓN ELÉCTRICA

- Motor paso a paso
- Procesador Arduino UNO
- Cableado eléctrico
- Selector
- Driver paso a paso N17
- Driver Wi-Fi

ELEMENTOS MECÁNICOS

- Soporte motor-plato tambor
- Plato del tambor
- Chaveta
- Placa acoplamiento a la máquina

D 4.3 Cálculo y dimensionado de los elementos

D 4.3.1 Dimensionado de la capacidad y autonomía de las gavetas

- El número de horas de autonomía de la máquina aproximados, este dato viene impuesto por el promotor, y debe estar contenido entre 1,5h y 2h.

Para ello, se reúnen los datos de todas las referencias que tenemos de las piezas, dos piezas en estado de fabricación y cuatro piezas en fase de presupuesto.

Tabla D.1 Datos geométricos de las referencias

DATOS GEOMÉTRICOS DE LAS REFERENCIAS					
REF	L (mm)	Øe (mm)	Øi (mm)	L total (mm)	Ømax (mm)
T-3406	29	8,5	5,5	75	12
T-3407	29	8,5	5,5	70,5	14
P1	4,25	1,97	1,33	26	2,24
P2	12,3	8	5	45	10
P3	0,8	6,4	5,75	20,22	7
P4	4,6	2,5	1,05	14,25	2,3

Mediante estos datos, pasamos a calcular el volumen de las piezas tanto en metros cúbicos como en decímetros cúbicos.

$$VOL (m^3) = \pi * \left(\frac{\varnothing_{PROM}}{2}\right)^2 * L_{TOT} * 1 * 10^{-9}$$

(Eq. 1)

$$VOL (dm^3) = VOL(m^3) * 10^3$$

(Eq. 2)

Con el volumen calculado, determinamos la masa de cada una de las piezas.

Tabla D.2 Datos de volumen-masa de las piezas

DATOS VOLUMEN-MASA		
VOL (m ³)	VOL (dm ³)	m (kg)
4,42E-06	4,42E-03	0,040
4,82E-06	4,82E-03	0,043
6,96E-08	6,96E-05	0,001
2,08E-06	2,08E-03	0,019
6,47E-07	6,47E-04	0,006
4,26E-08	4,26E-05	0,0004

Lo siguiente consideración que vamos a realizar es suponer un número de piezas para las cuales dimensionar la salida, esto depende en función del número de piezas que vayan en cada sub-lote de las piezas producidas. Para poder observar el progreso de la capacidad de la tolva vamos a suponer 10, 50, 100, 300, 700, 1000 y 2000 piezas.

La penúltima consideración es un coeficiente de ocupación (COEF Ocupación) de las piezas ya que ellas entre si no estarán perfectamente ubicadas en el espacio, sino que pueden estar de cualquier modo. Según fabricante puede oscilar entre un 10% y un 30%. Seleccionamos el caso más desfavorable por lo que el coeficiente será de 1.3.

Calculamos el volumen del lote en función de las referencias y el número de piezas.

$$VOL_{LOTE} (dm^3) = VOL_{1PCS} (dm^3) * n_{PCS} * COEF \text{ Ocupación}$$

(Eq. 3)

Tabla D.3 Volumen de los lotes según referencia

		REFERENCIAS DE LAS PIEZAS					
		T-3406	T-3407	P1	P2	P3	P4
nº PCS	Volumen del lote (dm ³)						
10	0,06	0,06	0,001	0,03	0,01	0,001	
50	0,29	0,31	0,005	0,14	0,04	0,003	
100	0,58	0,63	0,01	0,27	0,08	0,01	
300	1,73	1,88	0,03	0,81	0,25	0,02	
700	4,03	4,39	0,06	1,89	0,59	0,04	
1000	5,75	6,27	0,09	2,70	0,84	0,06	
2000	11,50	12,54	0,18	5,40	1,68	0,11	

Si realizamos una gráfica de los datos anteriores podemos observar el desarrollo de cada una de las referencias.

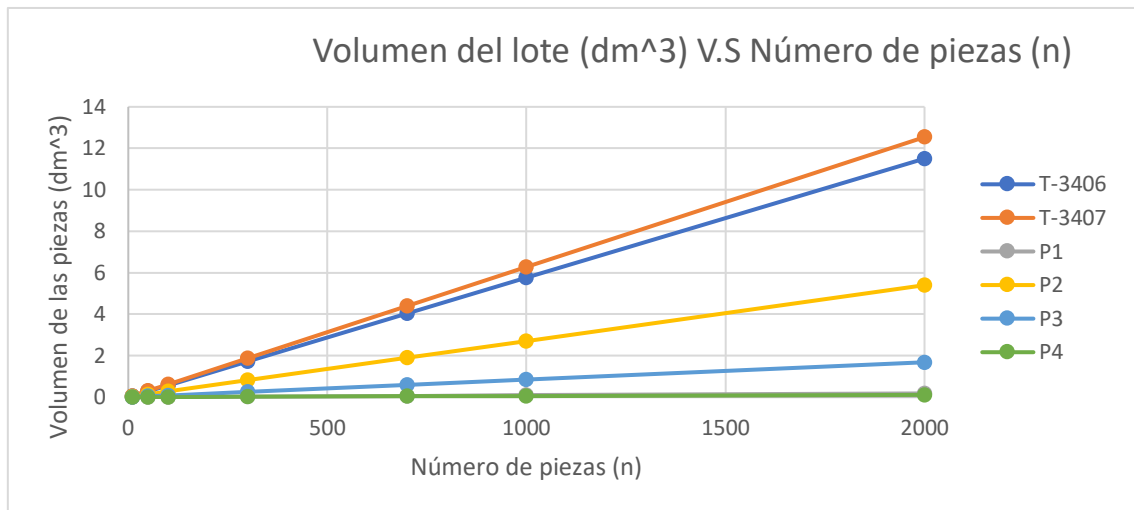


Fig. D.2 Volumen de las piezas V.S Número de piezas

Calculamos el tiempo de la autonomía de la máquina en función de los tres tipos de velocidad de cadencia de la máquina.

$$t_{AUTONOMÍA}(h) = \frac{t_{proceso}(s) * n PCS}{60}$$

(Eq. 4)

Tabla D.4 Tiempo de autonomía según velocidad de producción

nº PCS	Capacidad producción		
	t. Lento	t. Medio	t. Rápido
	Tiempo autonomía MÁQ. (h)		
10	0,02	0,01	0,00
50	0,10	0,05	0,01
100	0,19	0,10	0,03
300	0,58	0,29	0,08
700	1,36	0,68	0,19
1000	1,94	0,97	0,28
2000	3,89	1,94	0,56

Si realizamos una gráfica de los datos anteriores podemos observar el desarrollo de cada una de las referencias.

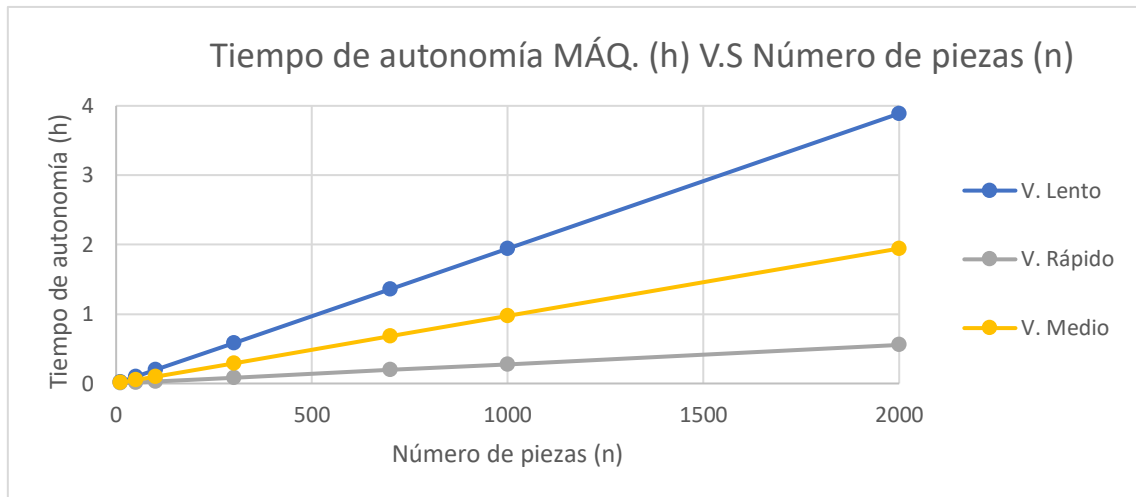


Fig. D.3 Tiempo de autonomía V.S Número de piezas

A partir de este punto, tendremos que calcular el volumen de las gavetas adaptables contando el diámetro del plato dividido entre 36 grados (10 gavetas).

De cara a considerar las piezas como una carga, tenemos.

Tabla D.5 Aumento de la masa según número de piezas sobre la membrana

REFERENCIAS DE LAS PIEZAS						
	T-3406	T-3407	P1	P2	P3	P4
nº PCS	Masa sobre la membrana (Kg)					
1	0,04	0,04	0,00	0,02	0,01	0,0004
10	0,40	0,43	0,01	0,19	0,06	0,0038
20	0,79	0,86	0,01	0,37	0,12	0,0076
50	1,98	2,16	0,03	0,93	0,29	0,019
100	3,96	4,32	0,06	1,86	0,58	0,038
150	5,95	6,48	0,09	2,79	0,87	0,057
200	7,93	8,64	0,12	3,72	1,16	0,076

Si realizamos una gráfica de los datos anteriores podemos observar el desarrollo de cada una de las referencias.

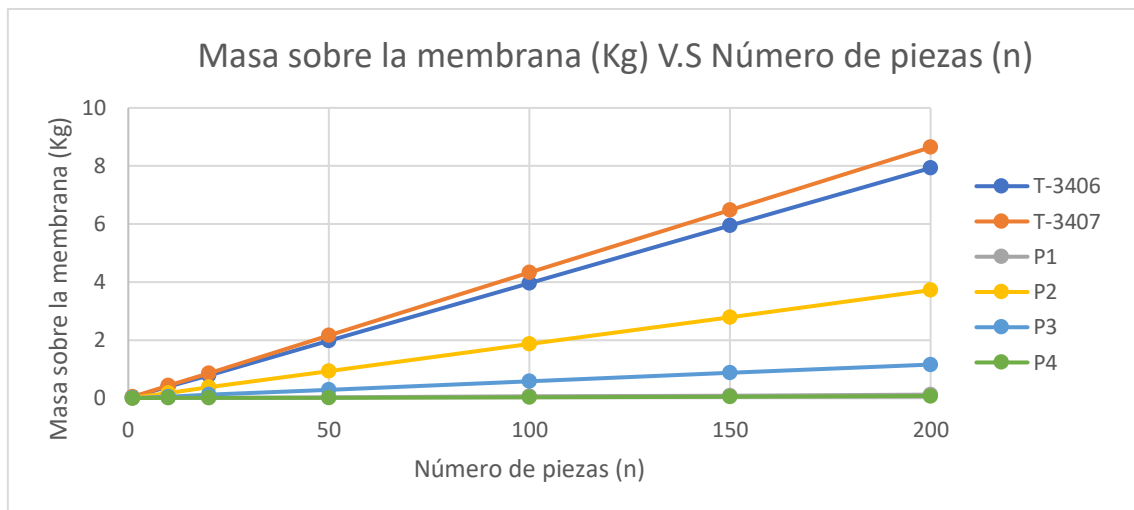


Fig. D.4 Desarrollo de la masa sobre la membrana en función del número de piezas

D 4.3.3 Diseño de la tornillería

La tornillería que aparece en la maquinaria es la siguiente:

1. Acoplamiento de la estructura sobre la máquina de producción
 - Requiere ejecutar cálculo
2. Acoplamiento entre la estructura y las escuadras
 - Recomendada por el fabricante de la perfilería modular – M8
3. Acoplamiento entre la placa del soporte y la estructura
 - Recomendada por el fabricante de la perfilería modular – M8
4. Acoplamiento entre la placa del soporte y el motor paso a paso
 - Recomendada por el fabricante del motor paso a paso – M3
5. Acoplamiento entre la placa del soporte y la caja eléctrica
 - Recomendada por el fabricante de la caja – M3

Muchas de estas uniones vienen predefinidas por catálogo.

La unión que debemos calcular en este punto es la que permitirá unir nuestra máquina al equipo de producción.

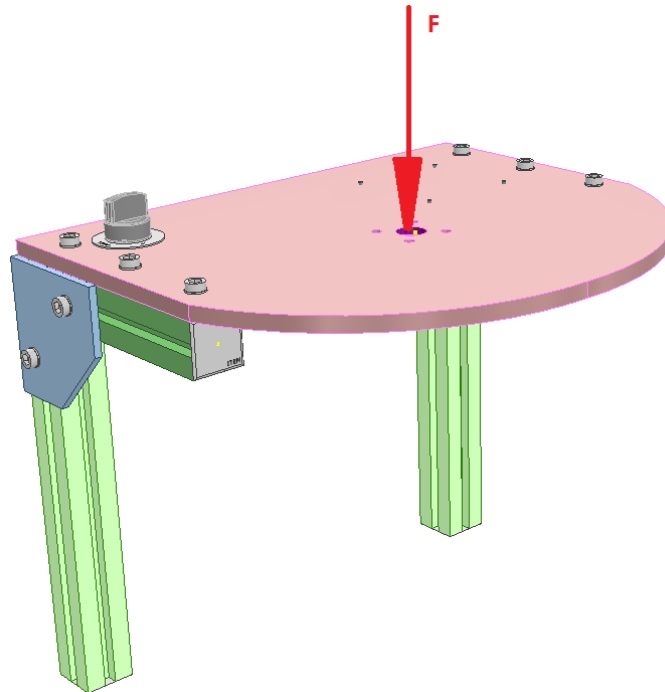


Fig. D.57 Diagrama de cargas sobre la estructura

Si observamos las cargas que tenemos sobre la estructura, podemos realizar las hipótesis:

- 1) Carga de las piezas (F_{pcs} [N]) = $60 \text{ pcs} \cdot 8 \text{ h} \cdot 0,250 \text{ kg/pcs} \cdot 9,81 = 1200 \text{ N}$
- 2) Masa propia de la placa (F_{placa} [N]) = 76 N
- 3) Masa propia de la estructura (F_{est} [N]) = 10 N
- 4) Operario apoyado sobre la placa (F_{op} [N]) = 1000 N

A modo de hipótesis para calcular las cargas, vamos a suponer el caso más desfavorable: que todas las cargas están aplicadas sobre un mismo punto en el extremo más alejado del equipo como una carga puntual.

Además, consideraremos que la estructura está apoyada sobre 4 tornillos de los cuales solo dos de ellos trabajan.

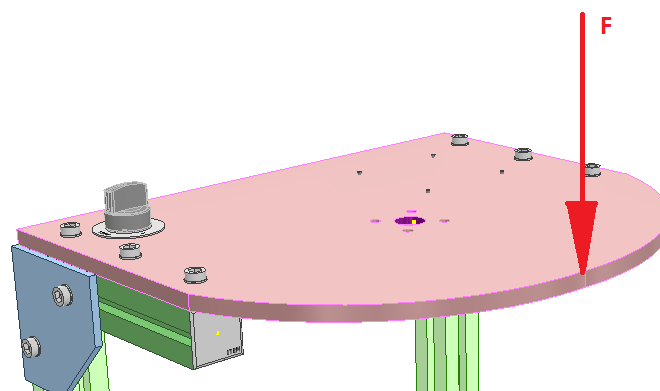


Fig. D.68 Diagrama de posición de cargas más desfavorable

Si realizamos un diagrama del sólido libre sencillo, observamos:

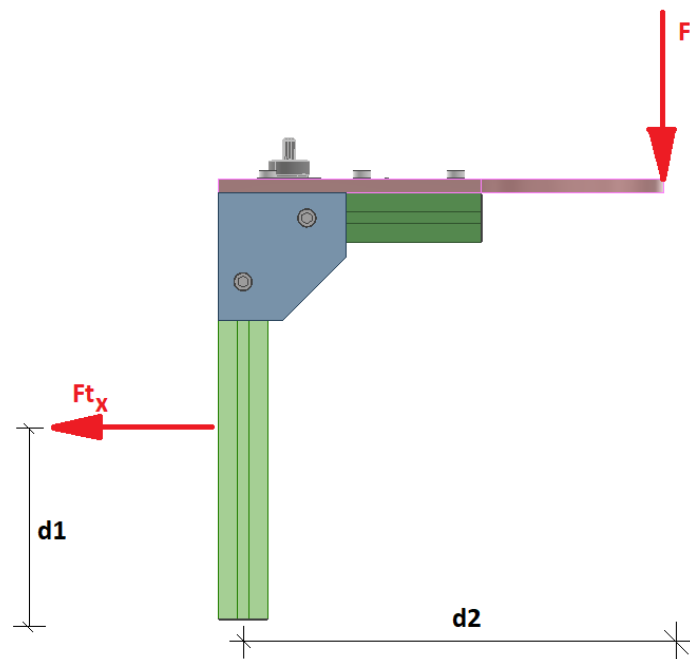


Fig. D.79 Diagrama del sólido libre

$$\sum M = 0$$

(Eq. 5)

$$F_{t_x} \cdot d_1 = F \cdot d_2$$

(Eq. 6)

$$F_{t_x} = F \cdot \left(\frac{d_2}{d_1}\right)$$

(Eq. 7)

En la fórmula anterior podemos observar que hay parámetros variables e invariables:

1. Fuerza de las cargas [F] – Es un valor fijo, ya hemos supuesto su cantidad
2. Distancia 2 [d2] – Es un valor fijo, no se pueden cargar más allá
3. Distancia 1 [d1] – Valor variable

La distancia d1 en función de cómo se instale puede hacer que la fuerza soportada por el tornillo sea superior, por lo tanto, vamos a determinar un valor próximo la mitad de la altura para obtener el caso más desfavorable.

$$F_{t_x} = (1200 + 76 + 10 + 1000) \cdot \left(\frac{314}{150}\right) \cdot 0,5 = 2392 \text{ N}$$

(Eq. 8)

Sobre esta fuerza vamos a aplicar un coeficiente de seguridad, de valor 1,3.

$$F_s = 2392 \cdot 1,3 = 3109,6 \text{ N}$$

(Eq. 9)

Para continuar, debemos realizar las siguientes hipótesis:

- Las superficies axiales de contacto están mecanizadas (4 micras)
- El coeficiente de fricción global es de 0,14
- La métrica para instalar es M8, por ser de las más utilizadas en taller e industria

Calculamos la rigidez del tornillo (Kb).

$$K_b = \frac{A_T \cdot E_T}{L_t} = \frac{36,6 \cdot 210000}{25} = 307440 \text{ MPa}$$

(Eq. 10)

Calculamos la rigidez de las placas (Kp)

$$\begin{aligned} K_p &= \frac{A_P \cdot E_P}{L_D} = \left(\frac{\pi}{4} \cdot \left(\left(B + \frac{h}{2} \right)^2 - D_{forat}^2 \right) \right) \cdot 210000 \cdot \frac{1}{L_D} \\ &= \left(\frac{\pi}{4} \cdot \left(\left(8 + \frac{35}{2} \right)^2 - 9^2 \right) \right) \cdot 210000 \cdot \frac{1}{18} = 5216026 \text{ MPa} \end{aligned}$$

(Eq. 11)

Calculamos la rigidez del conjunto (KPCS)

$$\frac{1}{K_{PCS}} = \frac{1}{K_b} + \frac{1}{K_p} = \frac{1}{307440} + \frac{1}{5216026}$$

$$K_{PCS} = 290328 \text{ MPa}$$

(Eq. 12)

Calculamos el asentamiento.

$$\delta_x = n^{\circ} \text{ superficies} \cdot 4 + 4 = 4 \cdot 4 + 5 = 21 \text{ micras}$$

(Eq. 13)

$$c = \frac{K_b}{K_b + K_p} = \frac{307440}{307440 + 5216026} = 0,0557$$

(Eq. 14)

$$\Delta F_m = \delta_x \cdot c \cdot K_{PCS} = 21 \cdot 10^{-3} \cdot 0,0557 \cdot 290328 = 340 \text{ N}$$

(Eq. 15)

$$F_{M_{min}} = \frac{F_{M_{mx}}}{\text{Factor collada [Llave dinamométrica lubricada]}} = \frac{16500}{1,4} = 11786 \text{ N}$$

$$F_{M'_{min}} = F_{M_{min}} - \Delta F_m = 11786 - 340 = 11445 \text{ N}$$

(Eq. 16)

$$F_s 1T = \frac{F'_{Mmin}}{1 - c} = \frac{11445}{1 - 0,0557} = 12120 \text{ N}$$

(Eq. 17)

La fuerza separadora real es de 2400 N y la máxima admisible según cálculo es de 12200 N, en términos de rigidez la unión con métrica 8 cumplirá sobradamente.

Para finalizar el cálculo, comprobamos por resistencia.

$$\sigma_{Trabajo} = \frac{F_{trabajo}}{A_{trabajo}} = \frac{2400}{36,6} = 66 \text{ MPa}$$

(Eq. 18)

$$\sigma_{lim} = 0,1 \cdot Re$$

(Eq. 19)

La resistencia al límite elástico viene dada por la calidad del tornillo, para asegurarnos establecemos que la tensión de trabajo es igual a la límite para obtener el valor de Re necesario.

$$Re \geq 660 \text{ MPa}$$

Este valor es superado por la clase 10,9. Por lo tanto:

La métrica seleccionada será M8 con calidad 10,9.

D 4.3.4 Estructura de la máquina

Para la simulación de la estructura vamos a apoyarnos de las hipótesis de cálculo anteriores relativo a las cargas.

Nos apoyaremos del software AutoDESK Inventor.

Consideraremos encastados los perfiles que estarán contra la máquina de producción.

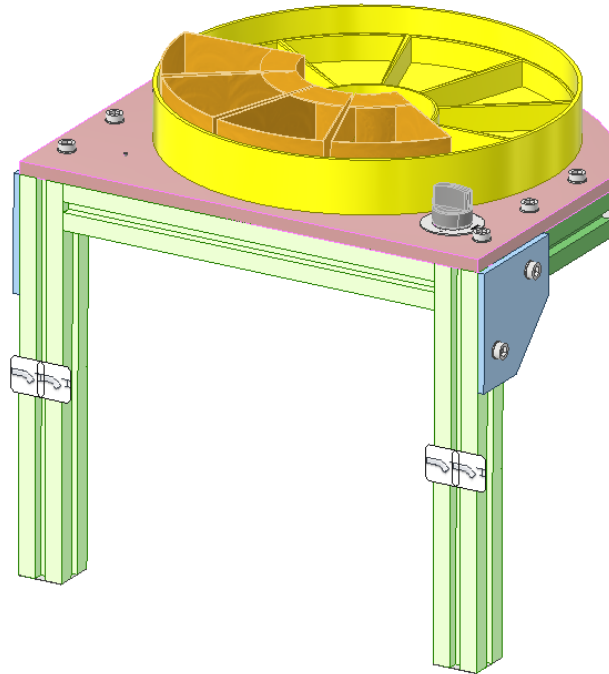


Fig. D.20 AutoDesk Inventor – Simulación de los apoyos

En cuanto a la carga, la ubicaremos en el punto más extremo posible del plato, con un valor total de 3000 N y un coeficiente de seguridad ampliado de valor 3, por lo tanto cargaremos hasta con 9000 N.

D 4.3.10.1 Informe del análisis de tensiones de Autodesk Inventor

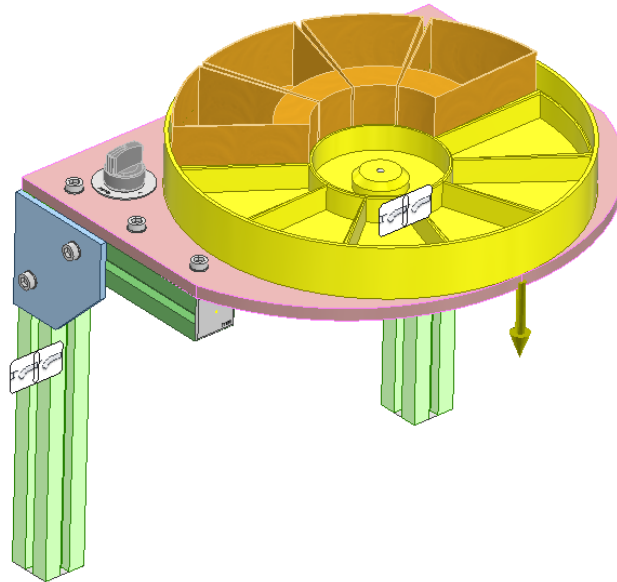


Fig. D.21 AutoDesk Inventor – Simulación de la carga

A continuación, se muestran los valores de la simulación.

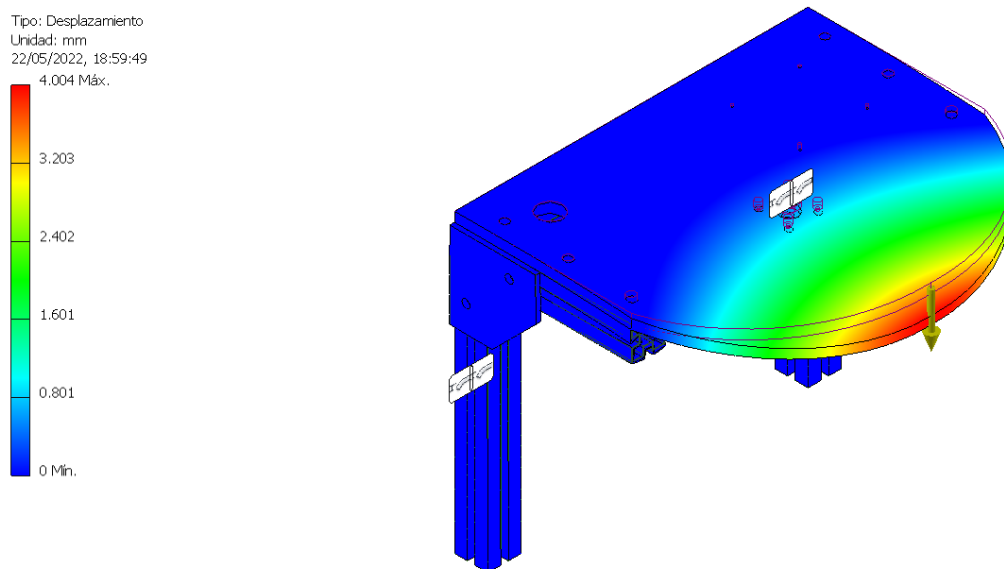


Fig. D.22 AutoDesk Inventor – Resultados de desplazamientos

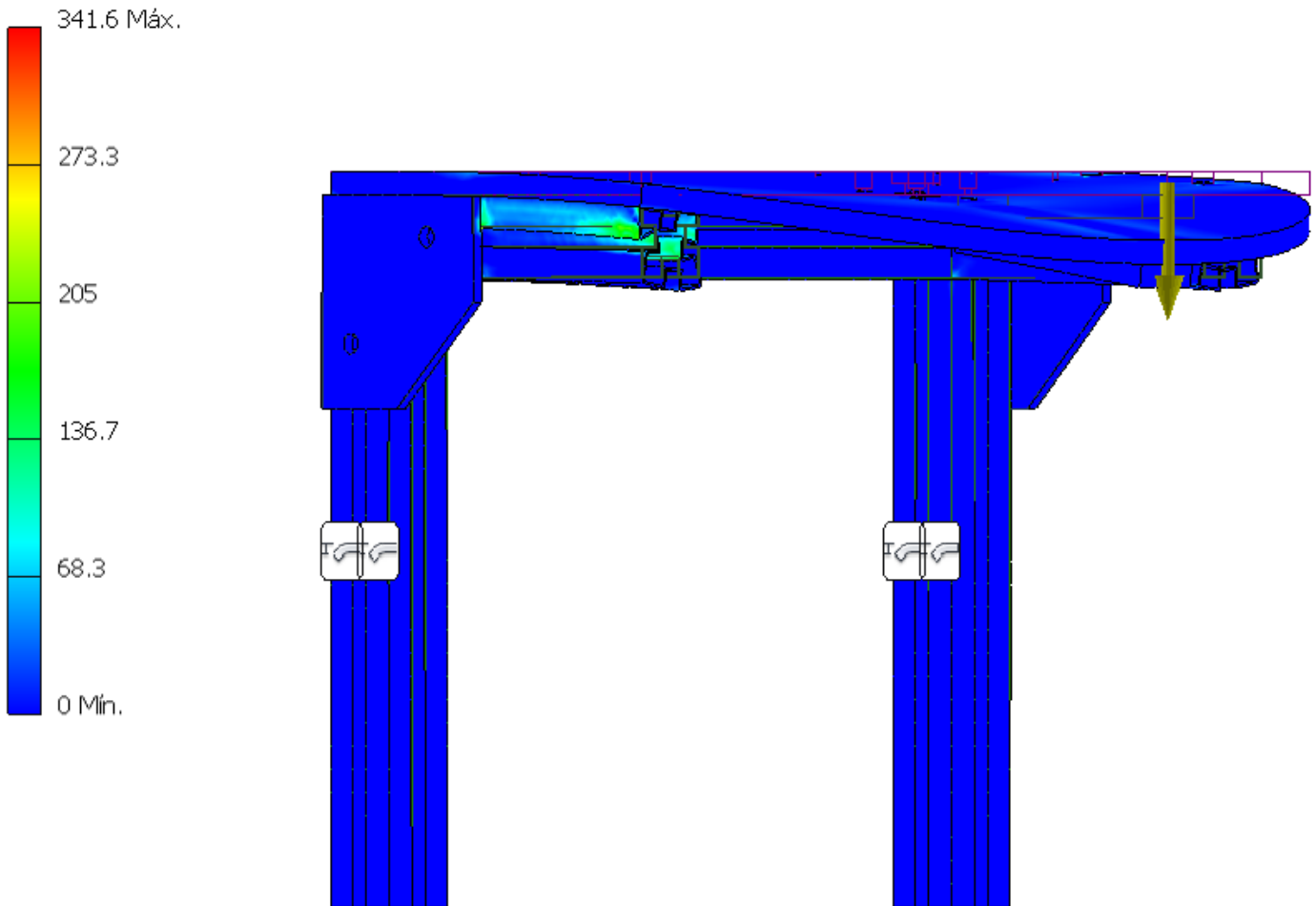
Observamos un desplazamiento máximo de 4 mm en el extremo es un valor aceptable.

TENSIÓN DE VON MISES

Tipo: Tensión de Von Mises

Unidad: MPa

22/05/2022, 19:12:08



PRIMERA TENSIÓN PRINCIPAL

Tipo: Primera tensión principal

Unidad: MPa

22/05/2022, 19:12:40



COEFICIENTE DE SEGURIDAD

Tipo: Coeficiente de seguridad

Unidad: ul

22/05/2022, 19:13:17

15 Máx.



En general observamos que tenemos un coeficiente de seguridad elevado. Aquellas zonas donde el programa observa que hay un valor mínimo de 0,16 se debe al propio diseño del perfil modular ya que no disponemos de un programa 3D con el que poder calcularlo.

Para cercinar este punto, hemos comparado la inercia resistente en los dos ejes y claramente observamos que en el perfil real es 5 veces superior por lo que obtendríamos un coeficiente de seguridad en la simulación aún mayor.

Adjuntamos el informe completo de la simulación.

Objetivo general y configuración:

Objetivo del diseño	Punto único
Tipo de estudio	Análisis estático

Fecha de la última modificación	22/05/2022, 19:10
Estado de modelo	[Principal]
Vista de diseño	Por defecto
Posicional	[Principal]
Detectar y eliminar modos de cuerpo rígido	No
Separar tensiones en superficies de contacto	No
Análisis de cargas de movimiento	No

Nº de pieza	00-MAQ-Separador-piezas(SIM)
Diseñador	josep
Coste	0,00 €
Fecha de creación	22/05/2022

Masa	8,41073 kg
Área	745114 mm ²
Volumen	1369020 mm ³
Centro de gravedad	x=1148,17 mm y=930,166 mm z=-294,573 mm

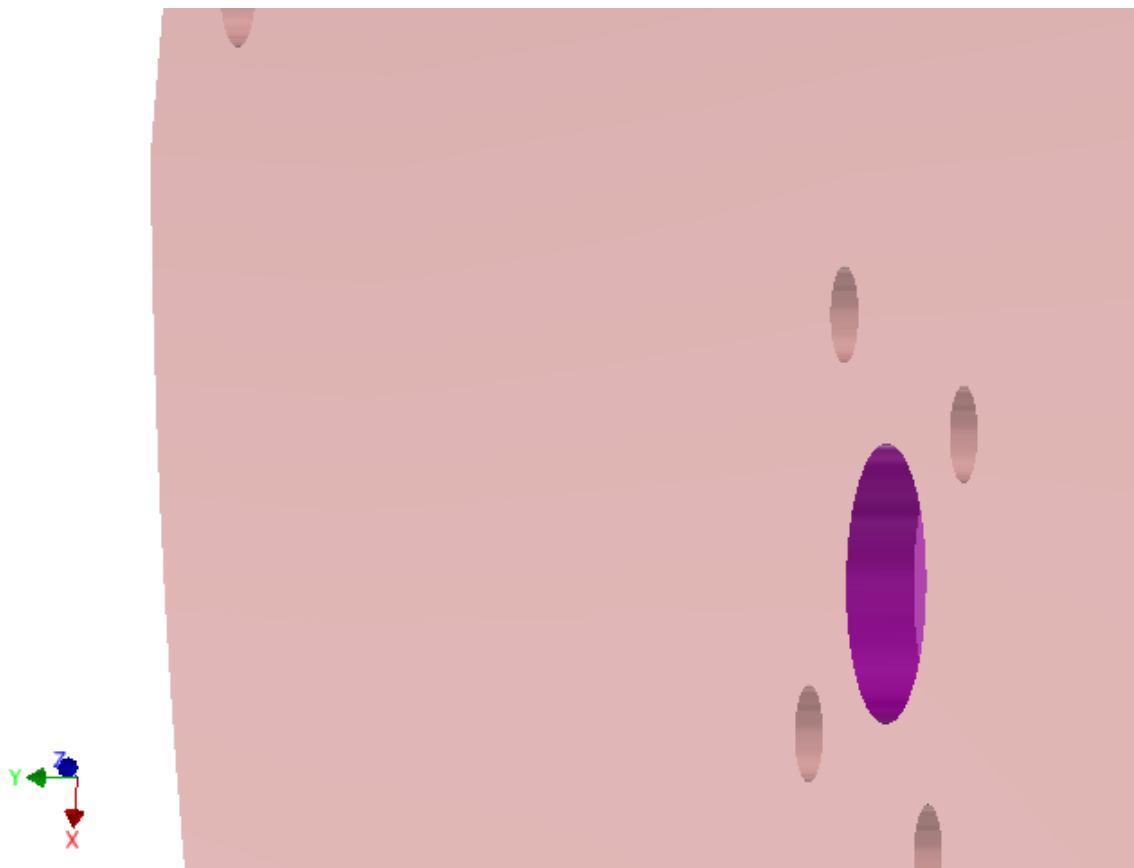
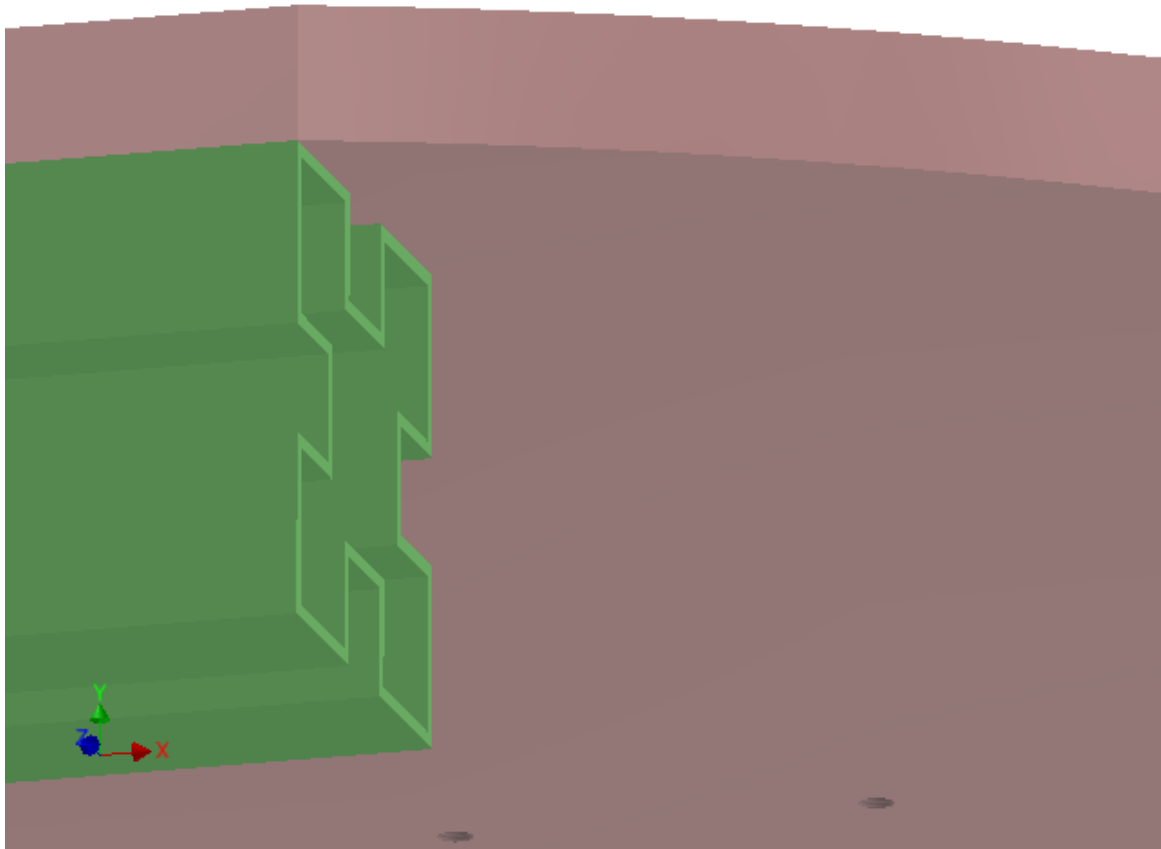
Nota: los valores físicos pueden ser diferentes de los valores físicos utilizados por CEF indicados a continuación.

Tamaño medio de elemento (fracción del diámetro del modelo)	0.1
Tamaño mínimo de elemento (fracción del tamaño medio)	0.2
Factor de modificación	1.5
Ángulo máximo de giro	60 gr
Crear elementos de malla curva	No
Usar medida basada en pieza para la malla del ensamblaje	Sí

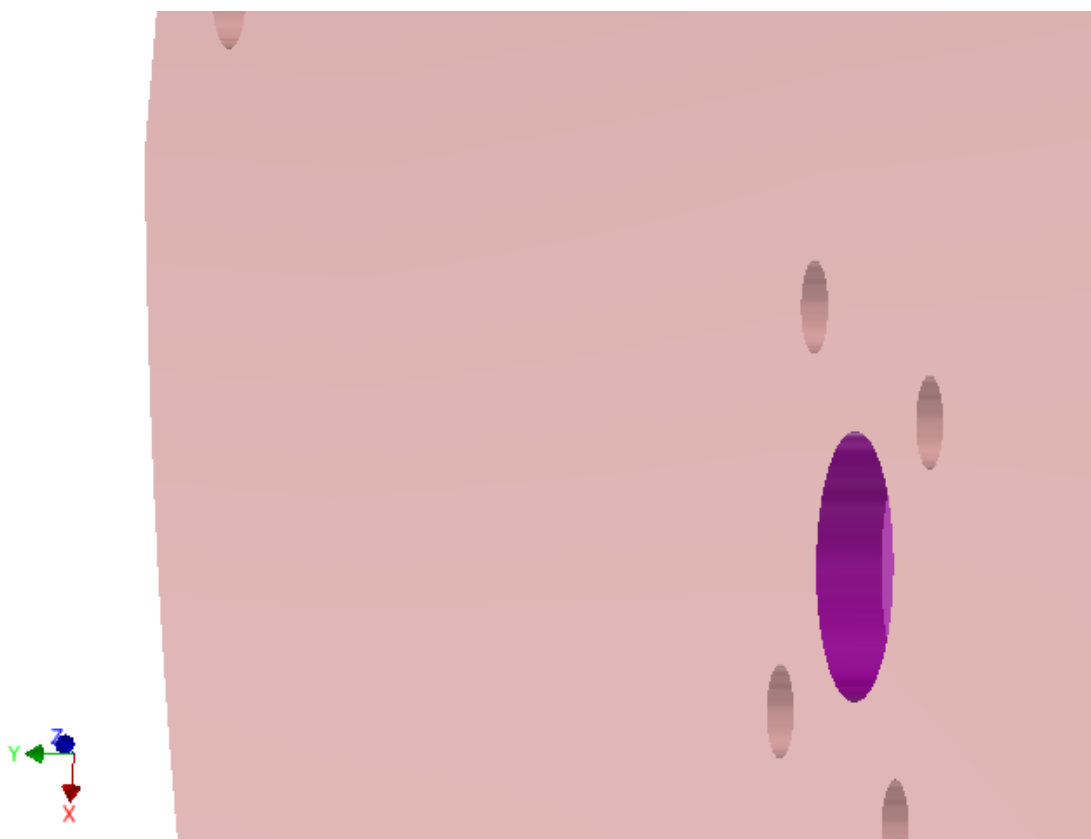
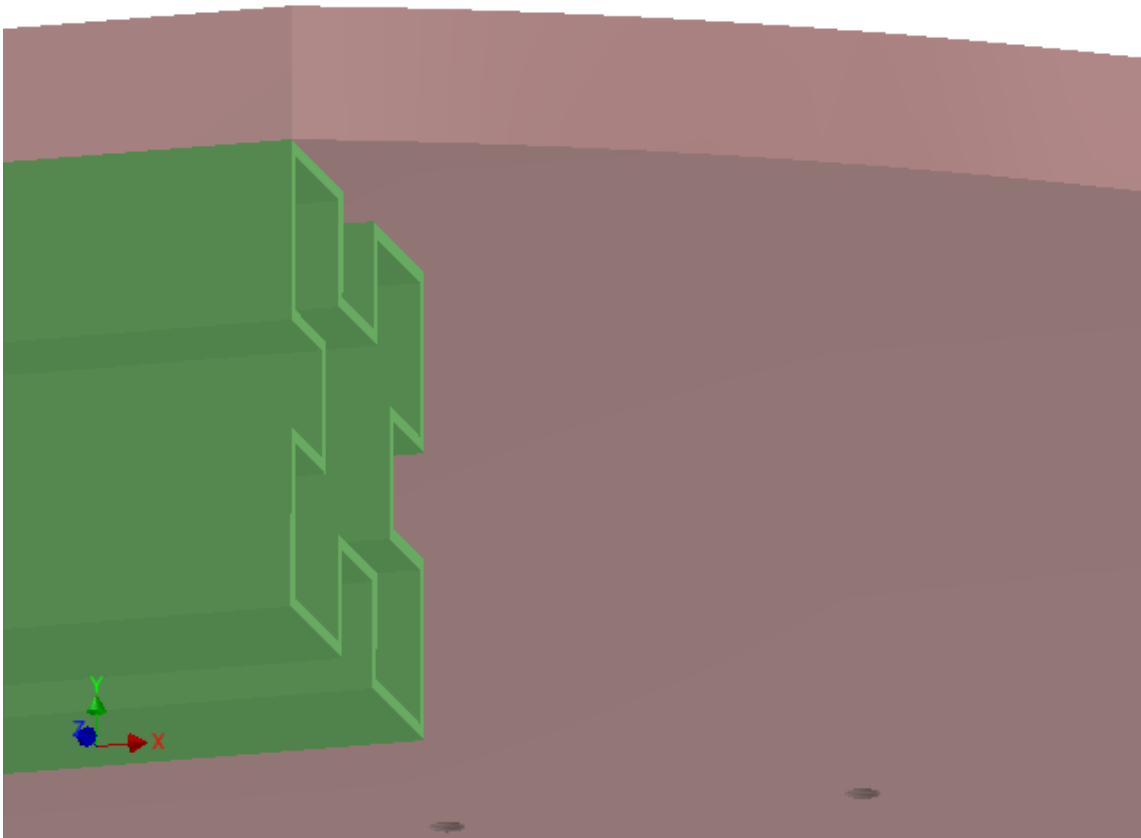
Nombre	Aluminio 6061, soldado	
General	Densidad de masa	2,7 g/cm ³
	Límite de elasticidad	55 MPa
	Resistencia máxima a tracción	62 MPa
Tensión	Módulo de Young	68,9 GPa
	Coeficiente de Poisson	0,33 su
	Módulo cortante	25,9023 GPa
Nombre(s) de pieza	01-Perfil-ITEM-300.ipt	
Nombre	Aluminio 6061	
General	Densidad de masa	2,7 g/cm ³
	Límite de elasticidad	275 MPa

	Resistencia máxima a tracción	310 MPa
Tensión	Módulo de Young	68,9 GPa
	Coeficiente de Poisson	0,33 su
	Módulo cortante	25,9023 GPa
Nombre(s) de pieza	06-Perfil-ITEM-150.ipt 02-Escuadra-ITEM.ipt	
Nombre	Hierro, dúctil	
General	Densidad de masa	7,15 g/cm ³
	Límite de elasticidad	811 MPa
	Resistencia máxima a tracción	997 MPa
Tensión	Módulo de Young	168 GPa
	Coeficiente de Poisson	0,29 su
	Módulo cortante	65,1163 GPa
Nombre(s) de pieza	03-Soporte-Tambor.ipt	
Nombre	Hierro, fundido	
General	Densidad de masa	7,15 g/cm ³
	Límite de elasticidad	758 MPa
	Resistencia máxima a tracción	884 MPa
Tensión	Módulo de Young	120,5 GPa
	Coeficiente de Poisson	0,3 su
	Módulo cortante	46,3462 GPa
Nombre(s) de pieza	16-Refuerzo.ipt	

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	3000,000 N
Vector X	-0,000 N
Vector Y	-3000,000 N
Vector Z	0,000 N



Tipo de restricción	Restricción fija
---------------------	------------------



Nombre	Nombre(s) de pieza
Bloqueado:1	06-Perfil-ITEM-150:1 03-Soporte-Tambor:1
Bloqueado:2	06-Perfil-ITEM-150:1 03-Soporte-Tambor:1
Bloqueado:3	01-Perfil-ITEM-300:1 03-Soporte-Tambor:1
Bloqueado:4	01-Perfil-ITEM-300:2 03-Soporte-Tambor:1
Bloqueado:5	01-Perfil-ITEM-300:2 01-Perfil-ITEM-300:4
Bloqueado:6	01-Perfil-ITEM-300:1 02-Escuadra-ITEM:1
Bloqueado:7	01-Perfil-ITEM-300:2 01-Perfil-ITEM-300:4
Bloqueado:8	01-Perfil-ITEM-300:1 02-Escuadra-ITEM:1
Bloqueado:9	01-Perfil-ITEM-300:1 06-Perfil-ITEM-150:1
Bloqueado:10	01-Perfil-ITEM-300:2 06-Perfil-ITEM-150:2
Bloqueado:11	01-Perfil-ITEM-300:1 06-Perfil-ITEM-150:1
Bloqueado:12	01-Perfil-ITEM-300:2 06-Perfil-ITEM-150:2
Bloqueado:13	01-Perfil-ITEM-300:1 01-Perfil-ITEM-300:4
Bloqueado:14	01-Perfil-ITEM-300:2 02-Escuadra-ITEM:2
Bloqueado:15	01-Perfil-ITEM-300:4 03-Soporte-Tambor:1
Bloqueado:16	01-Perfil-ITEM-300:1 01-Perfil-ITEM-300:4
Bloqueado:17	01-Perfil-ITEM-300:2 02-Escuadra-ITEM:2
Bloqueado:18	01-Perfil-ITEM-300:4 03-Soporte-Tambor:1
Bloqueado:19	02-Escuadra-ITEM:1 06-Perfil-ITEM-150:1
Bloqueado:20	02-Escuadra-ITEM:2 06-Perfil-ITEM-150:2
Bloqueado:21	02-Escuadra-ITEM:1 06-Perfil-ITEM-150:1
Bloqueado:22	02-Escuadra-ITEM:2 06-Perfil-ITEM-150:2

Bloqueado:23	03-Soporte-Tambor:1 06-Perfil-ITEM-150:2
Bloqueado:24	03-Soporte-Tambor:1 06-Perfil-ITEM-150:2
Bloqueado:25	03-Soporte-Tambor:1 16-Refuerzo:1

Fuerza y pares de reacción en restricciones

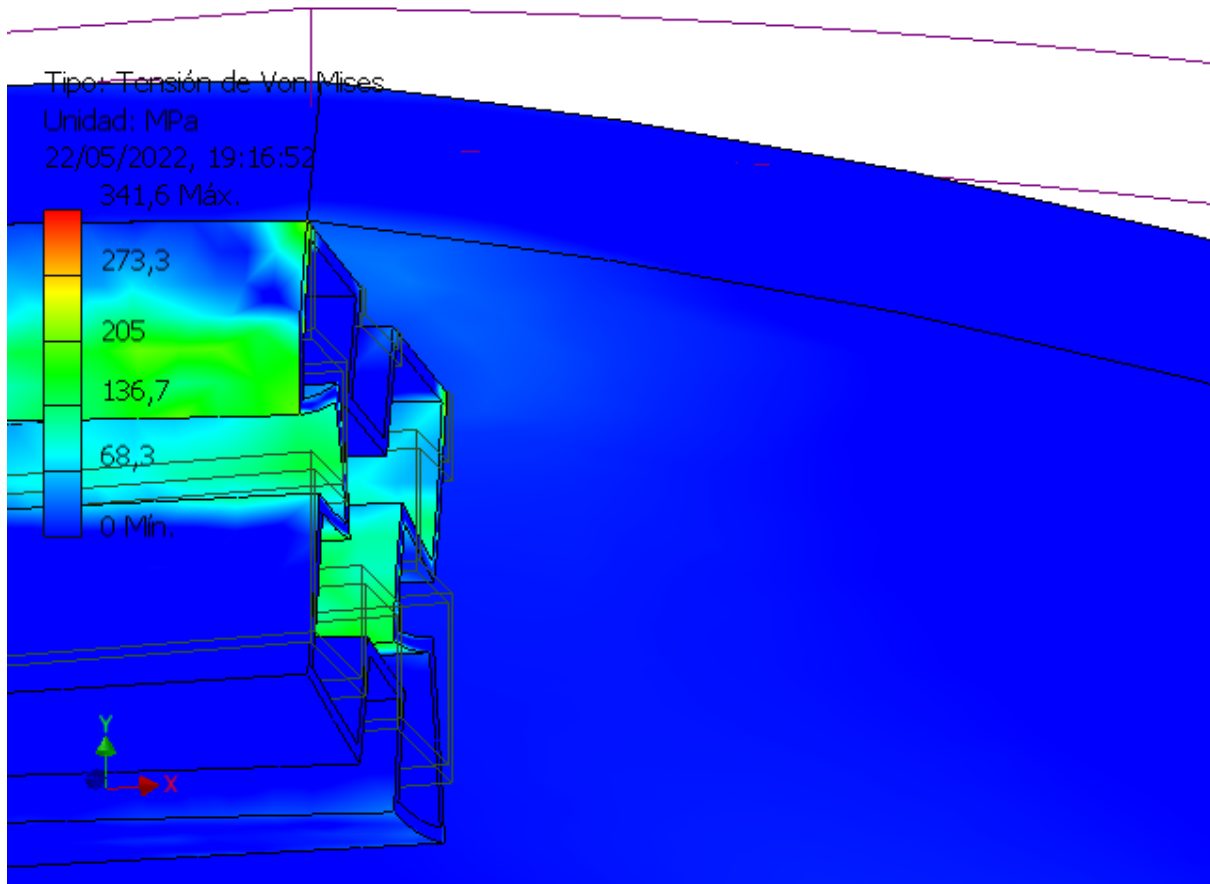
Nombre de la restricción	Fuerza de reacción		Pares de reacción	
	Magnitud	Componente (X, Y, Z)	Magnitud	Componente (X, Y, Z)
Restricción fija:1	3000 N	0 N	942,371 N m	0 N m
		3000 N		0 N m
		0 N		942,371 N m

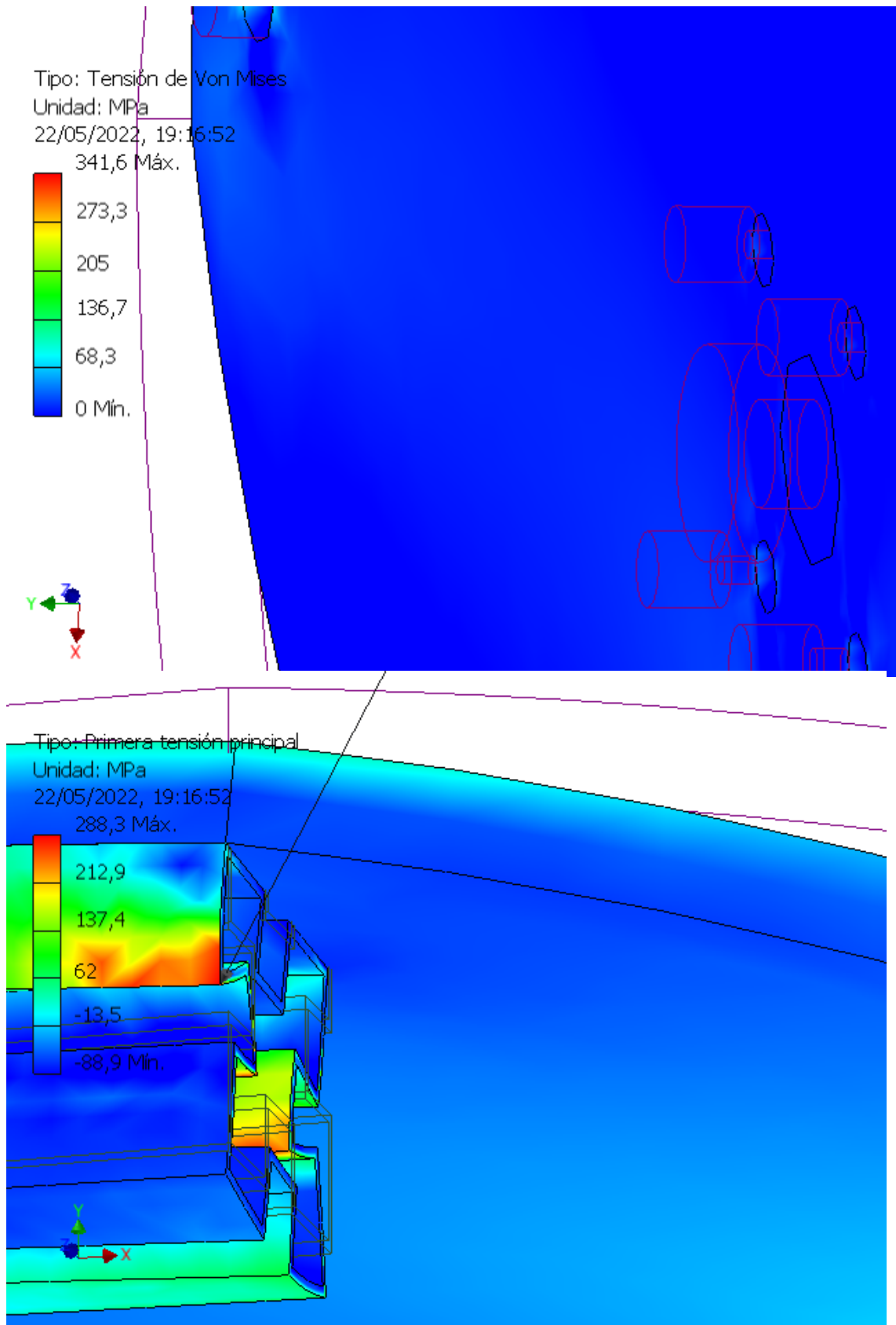
Resumen de resultados

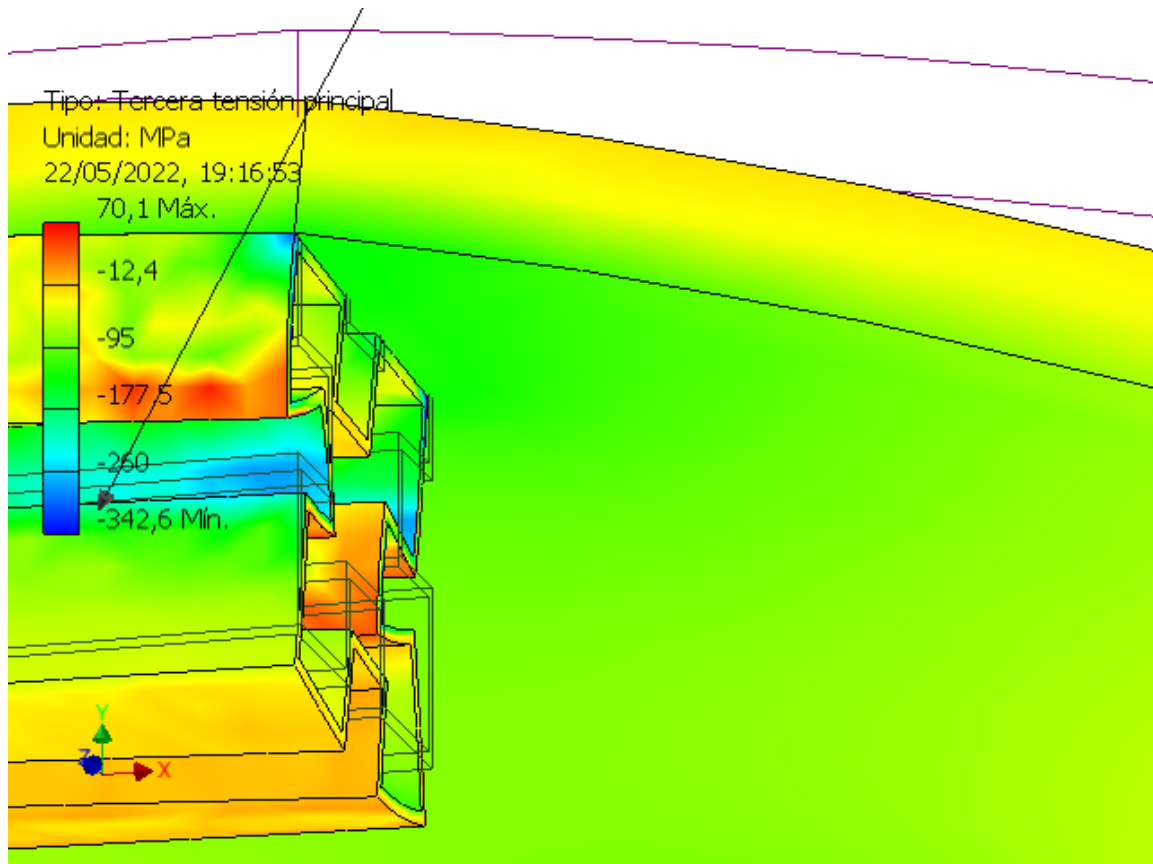
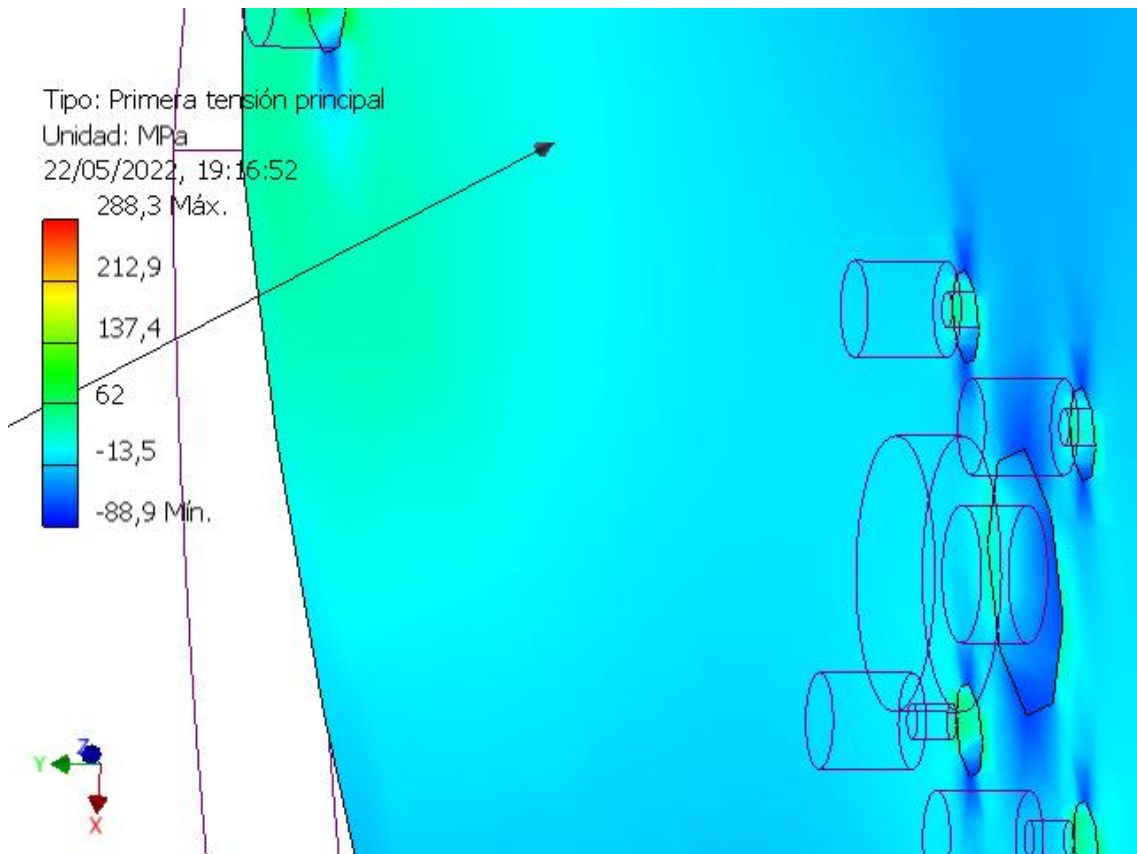
Nombre	Mínimo	Máximo
Volumen	1369020 mm ³	
Masa	8,41073 kg	
Tensión de Von Mises	0,00136299 MPa	341,629 MPa
Primera tensión principal	-88,949 MPa	288,318 MPa
Tercera tensión principal	-342,552 MPa	70,0955 MPa
Desplazamiento	0 mm	3,71097 mm
Coefficiente de seguridad	0,160994 su	15 su
Tensión XX	-342,524 MPa	162,606 MPa
Tensión XY	-101,618 MPa	51,5941 MPa
Tensión XZ	-60,3553 MPa	57,5895 MPa
Tensión YY	-303,244 MPa	245,085 MPa
Tensión YZ	-121,571 MPa	120,907 MPa
Tensión ZZ	-163,756 MPa	181,335 MPa
Desplazamiento X	-0,256425 mm	0,116939 mm
Desplazamiento Y	-3,70611 mm	0,018775 mm
Desplazamiento Z	-0,425005 mm	0,417933 mm
Deformación equivalente	0,0000000180759 su	0,00446885 su
Primera deformación principal	-0,0000392033 su	0,00357816 su
Tercera deformación principal	-0,00496206 su	0,0000105031 su
Deformación XX	-0,00496153 su	0,00131158 su
Deformación XY	-0,00196156 su	0,00073998 su
Deformación XZ	-0,00116506 su	0,00111167 su
Deformación YY	-0,00396383 su	0,00288875 su
Deformación YZ	-0,00234673 su	0,0023339 su
Deformación ZZ	-0,00193704 su	0,0019842 su
Presión de contacto	0 MPa	1185,48 MPa

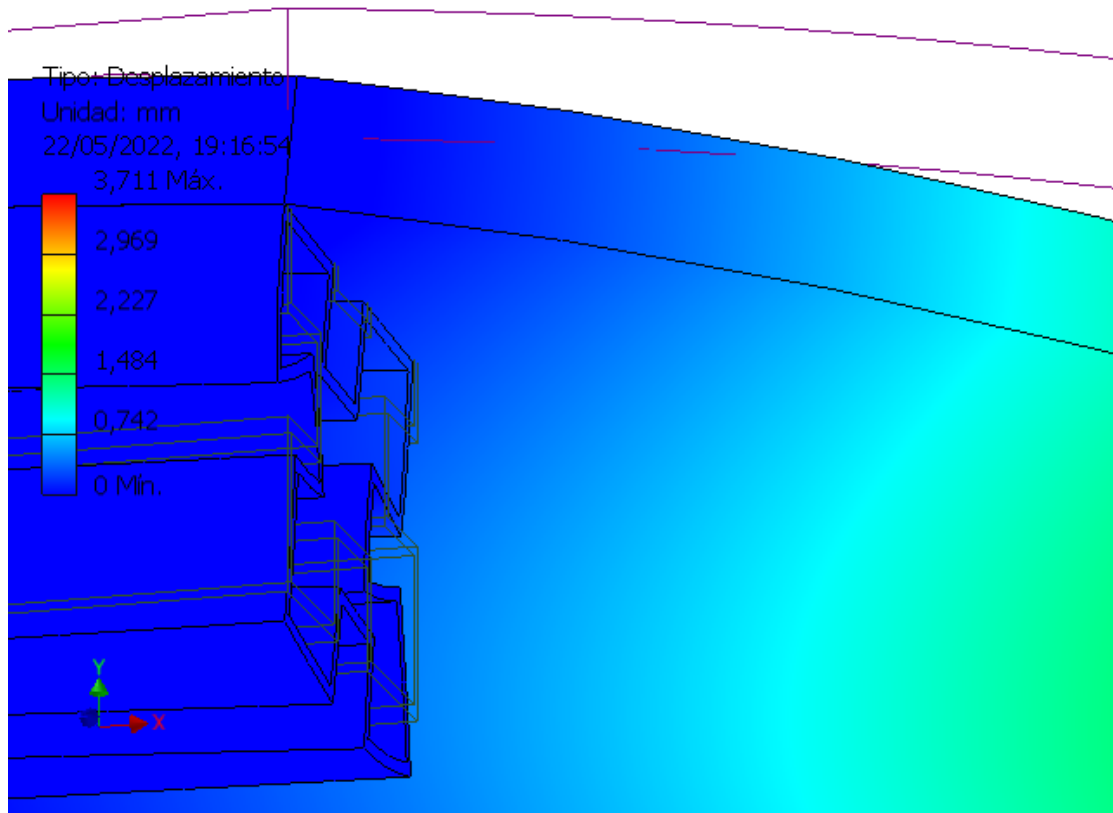
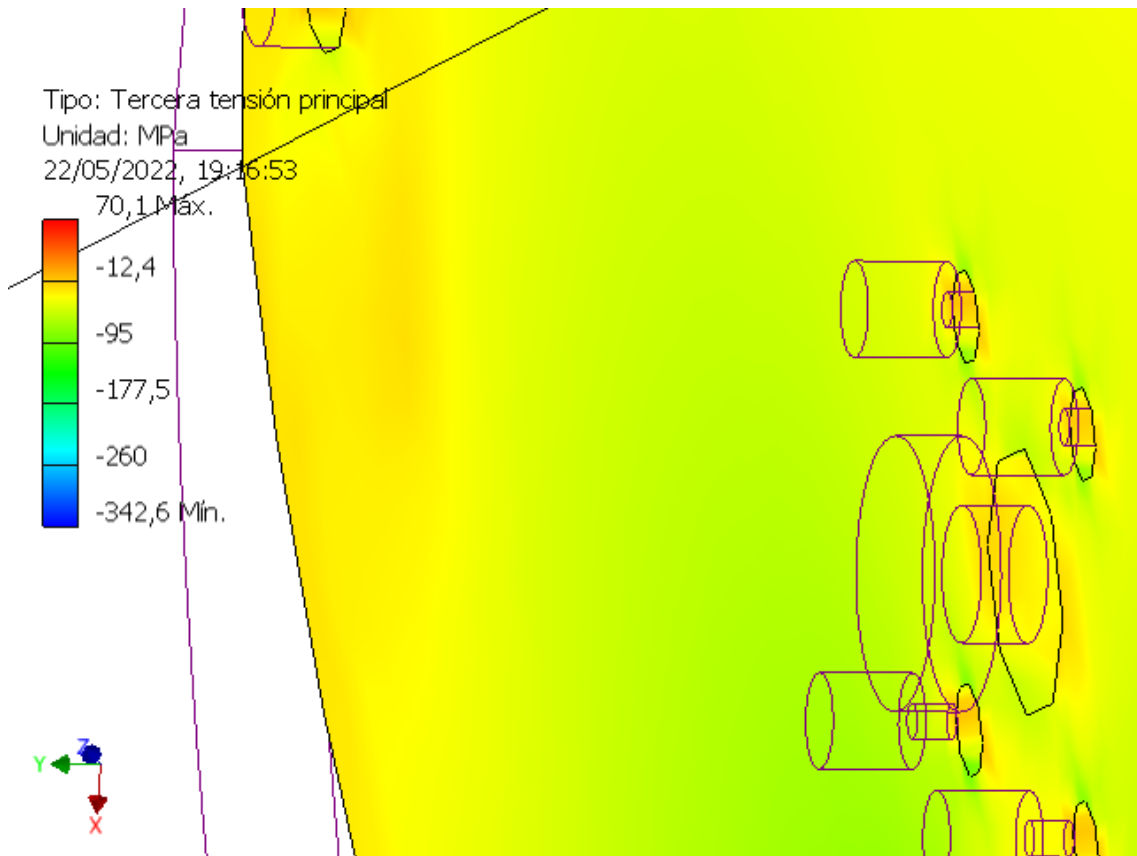
Presión de contacto X	-843,284 MPa	867,557 MPa
Presión de contacto Y	-573,698 MPa	413,971 MPa
Presión de contacto Z	-726,591 MPa	771,453 MPa

Tensión de Von Mises

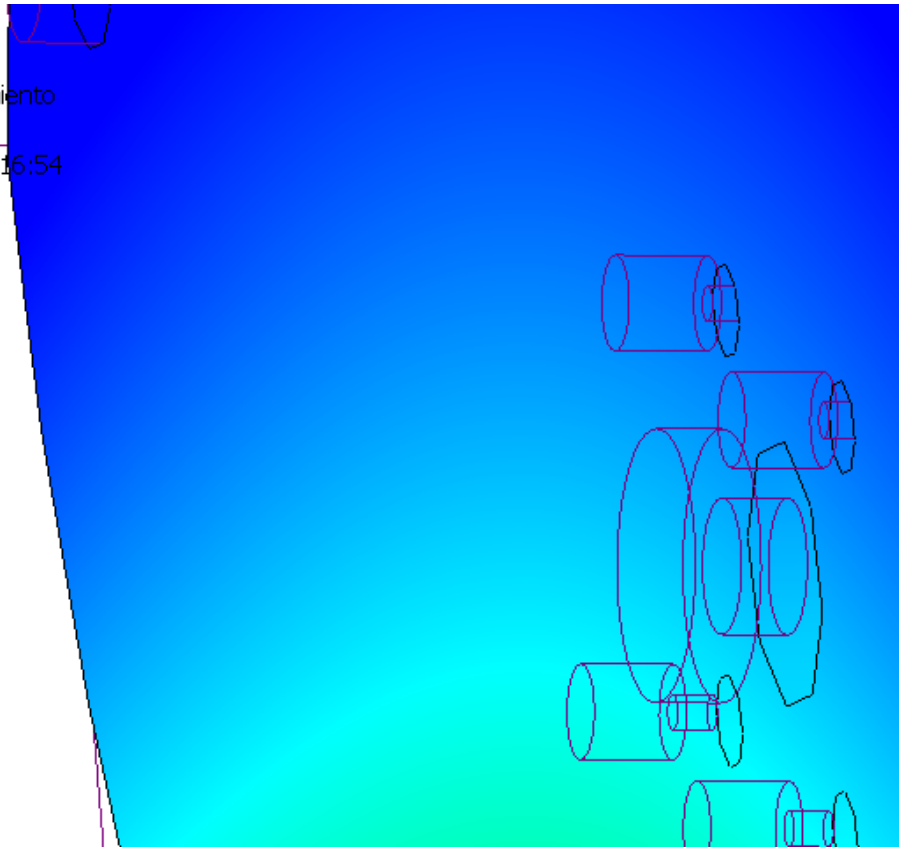
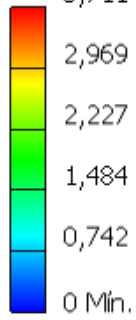




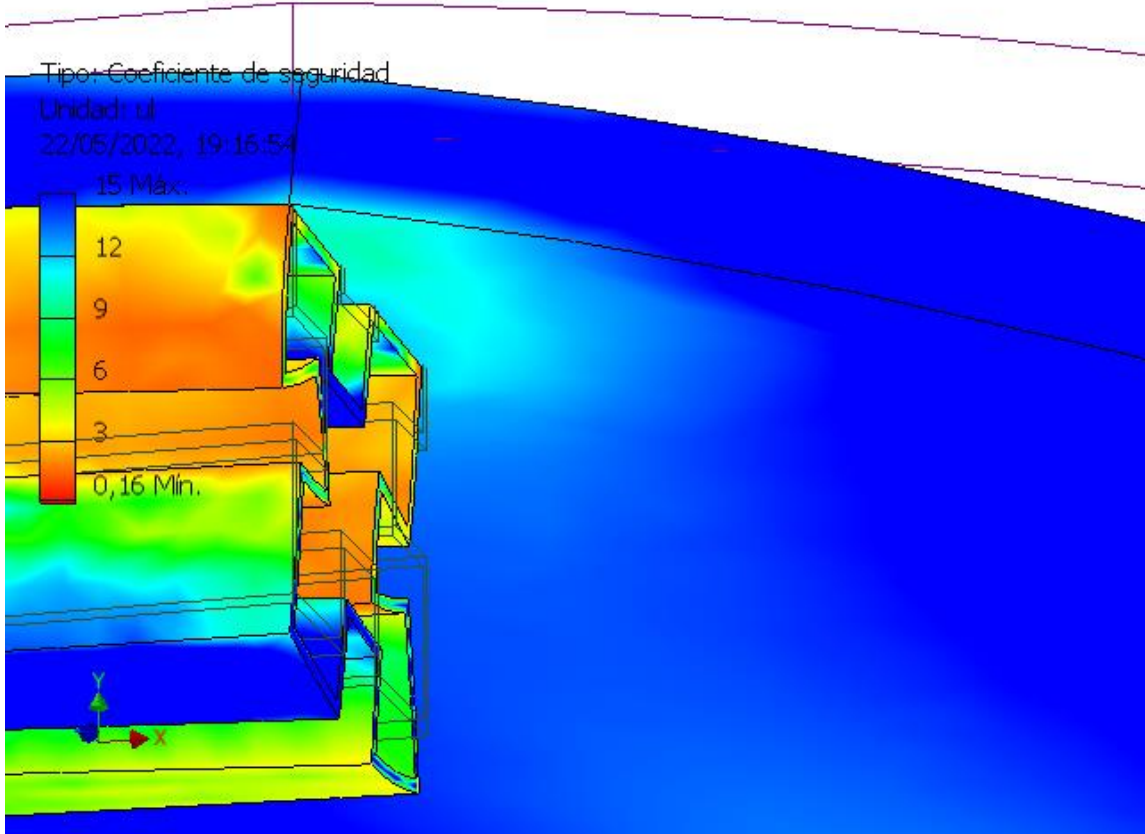
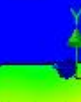
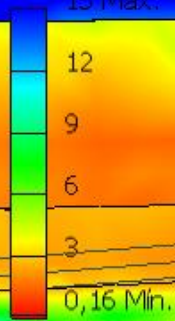


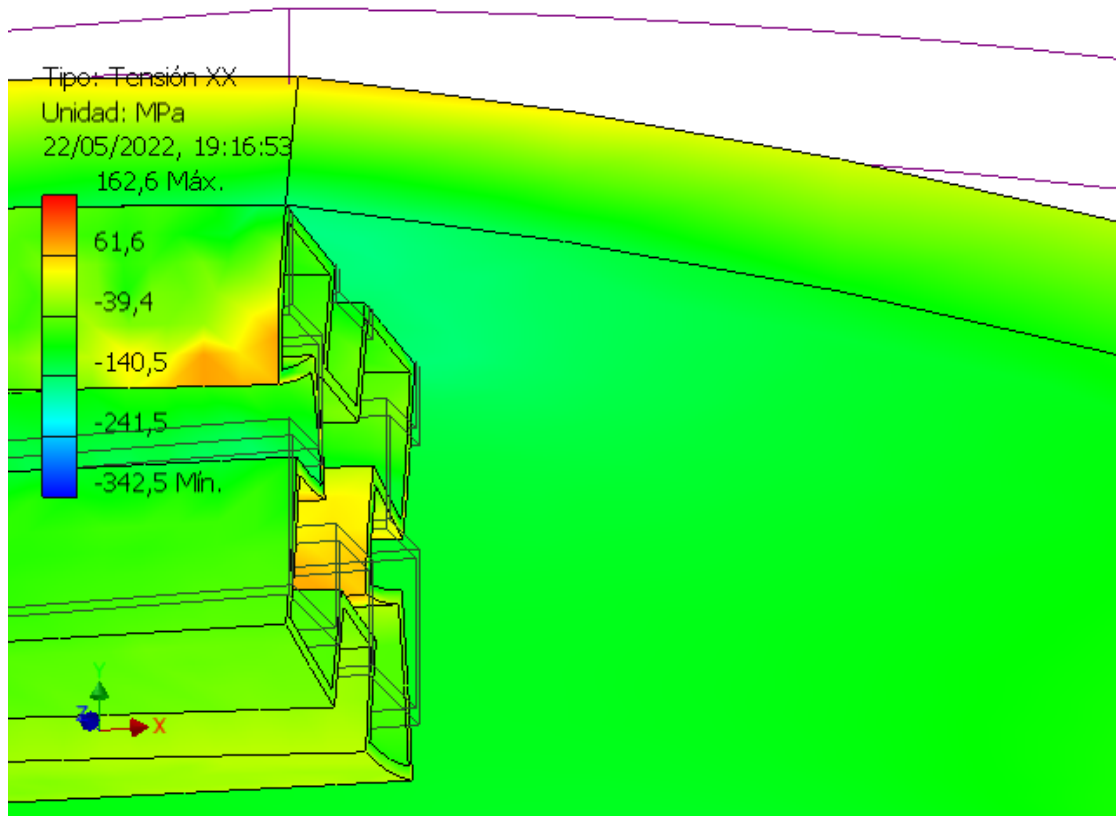
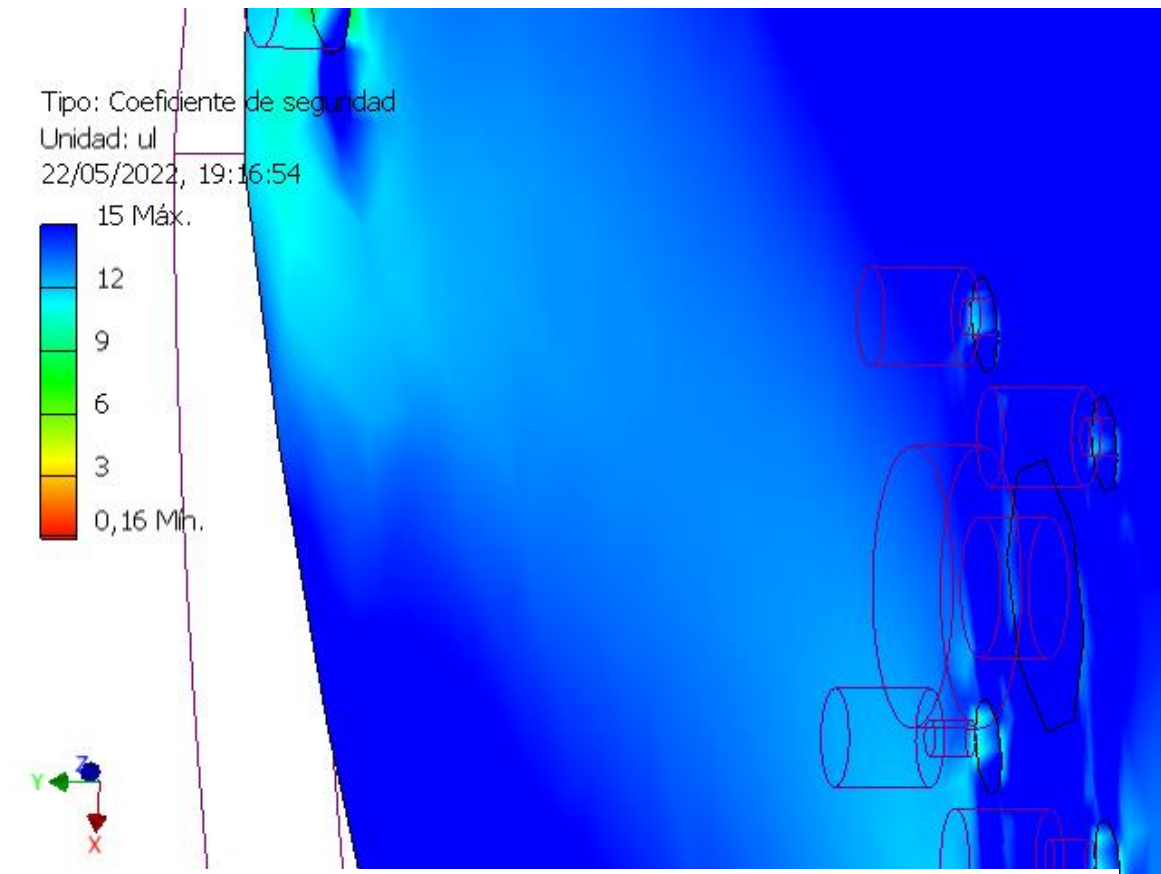


Tipo: Desplazamiento
Unidad: mm
22/05/2022, 19:16:54
3,711 Máx.

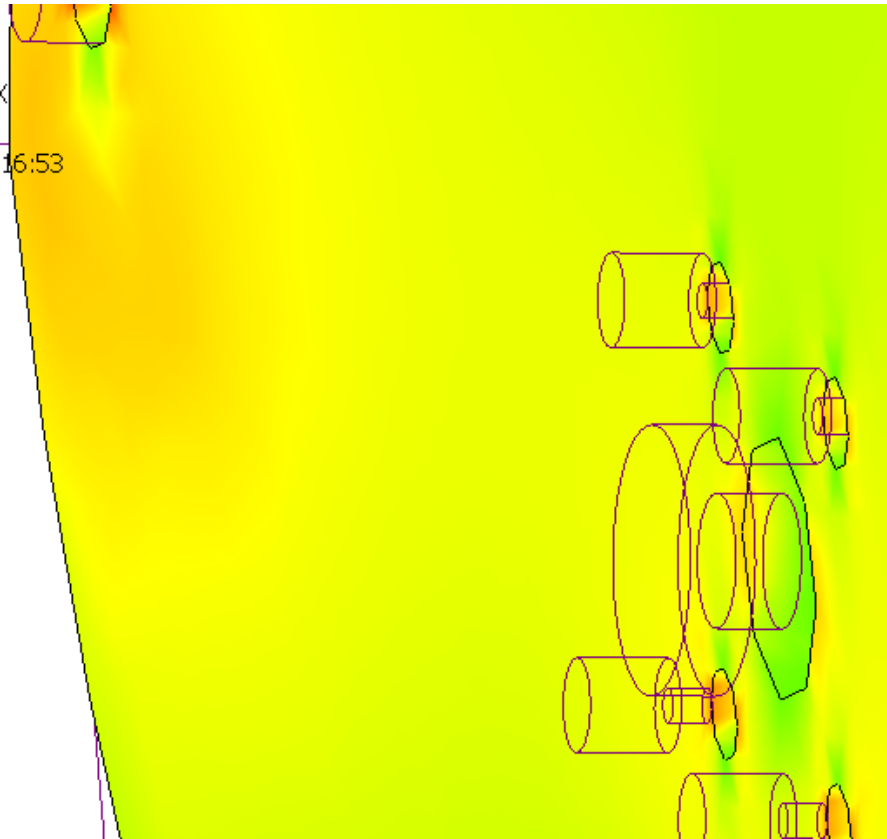
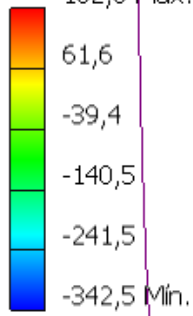


Tipo: Coeficiente de seguridad
Unidad: ul
22/05/2022, 19:16:54
15 Máx.

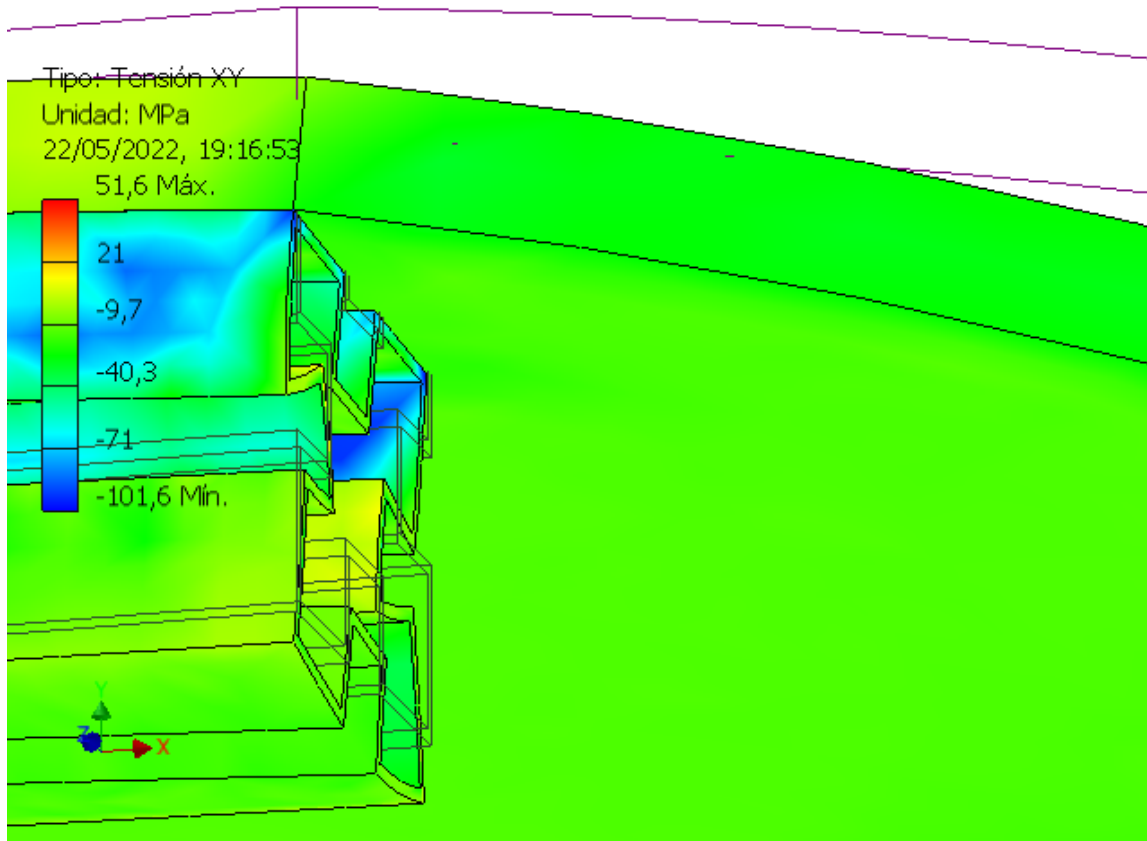
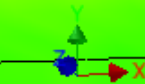
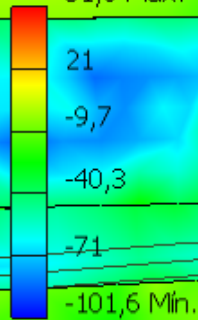


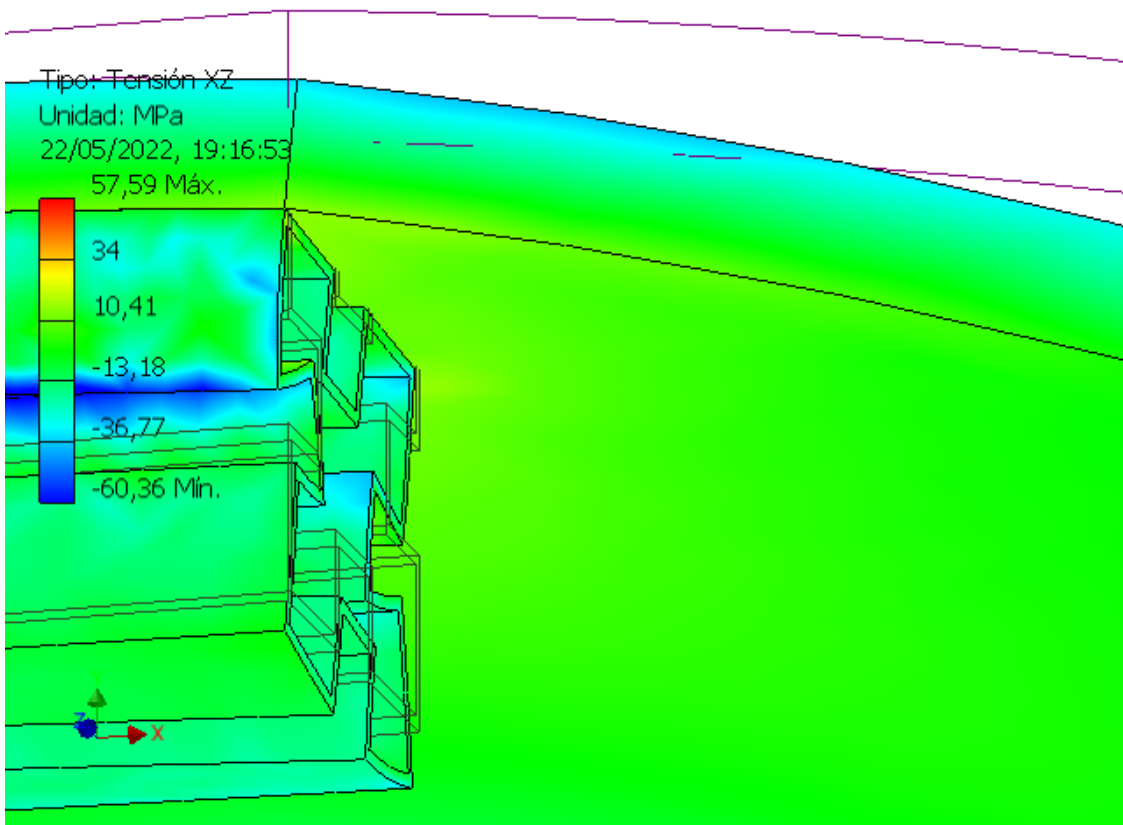
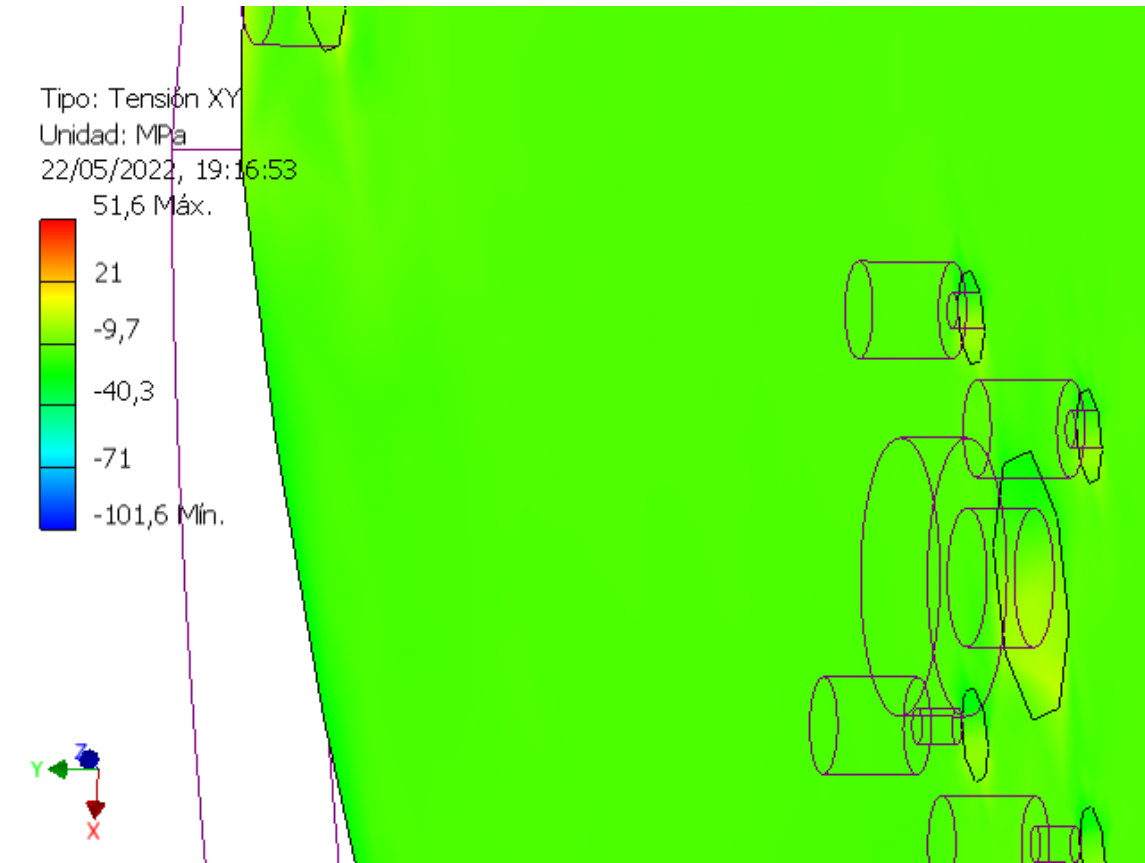


Tipo: Tensión XX
Unidad: MPa
22/05/2022, 19:16:53
162,6 Máx.

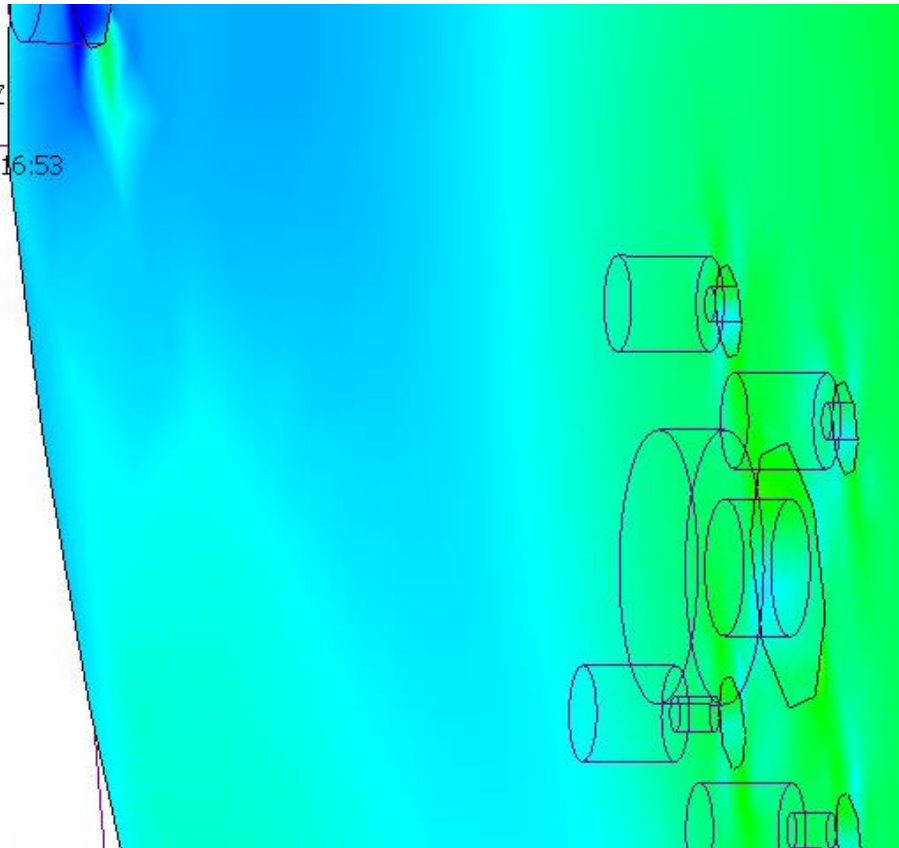
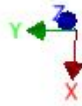
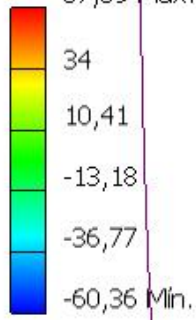


Tipo: Tensión XY
Unidad: MPa
22/05/2022, 19:16:53
51,6 Máx.

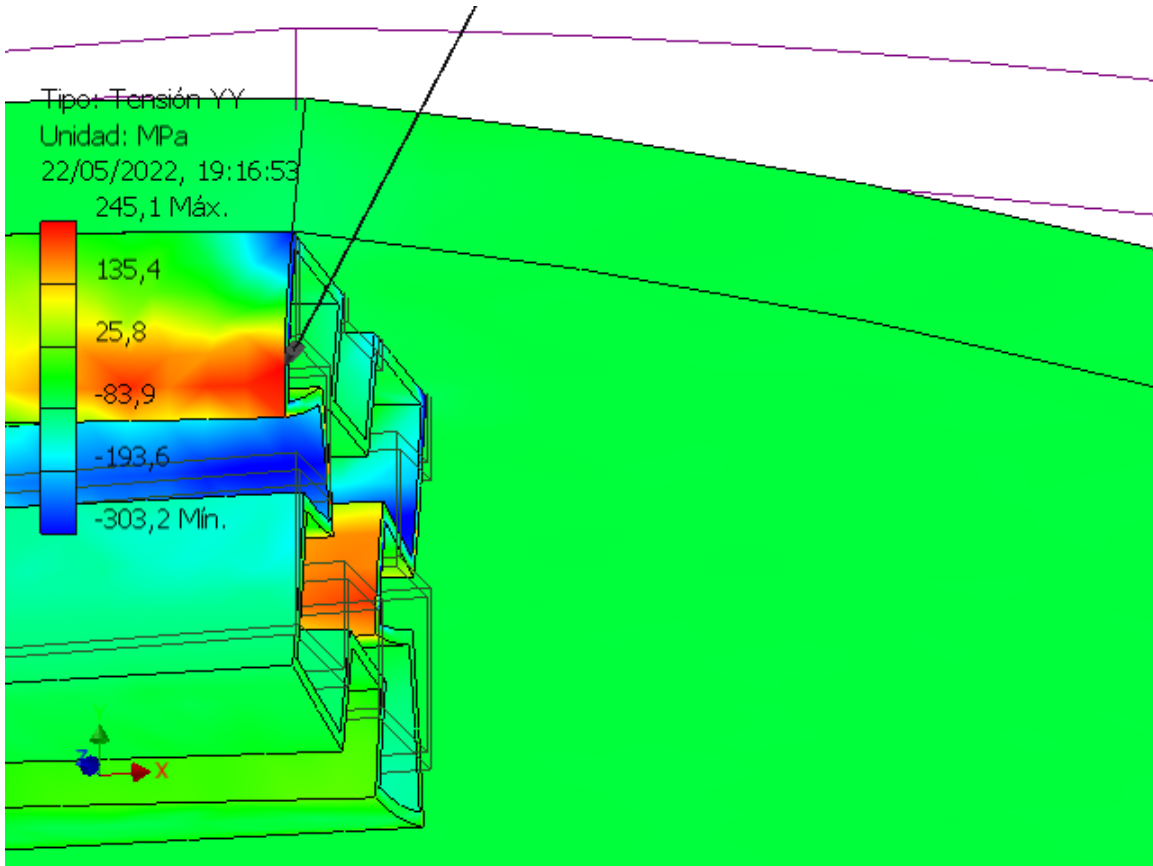
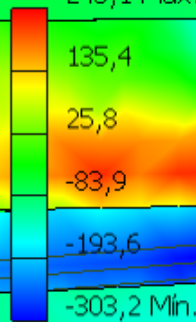


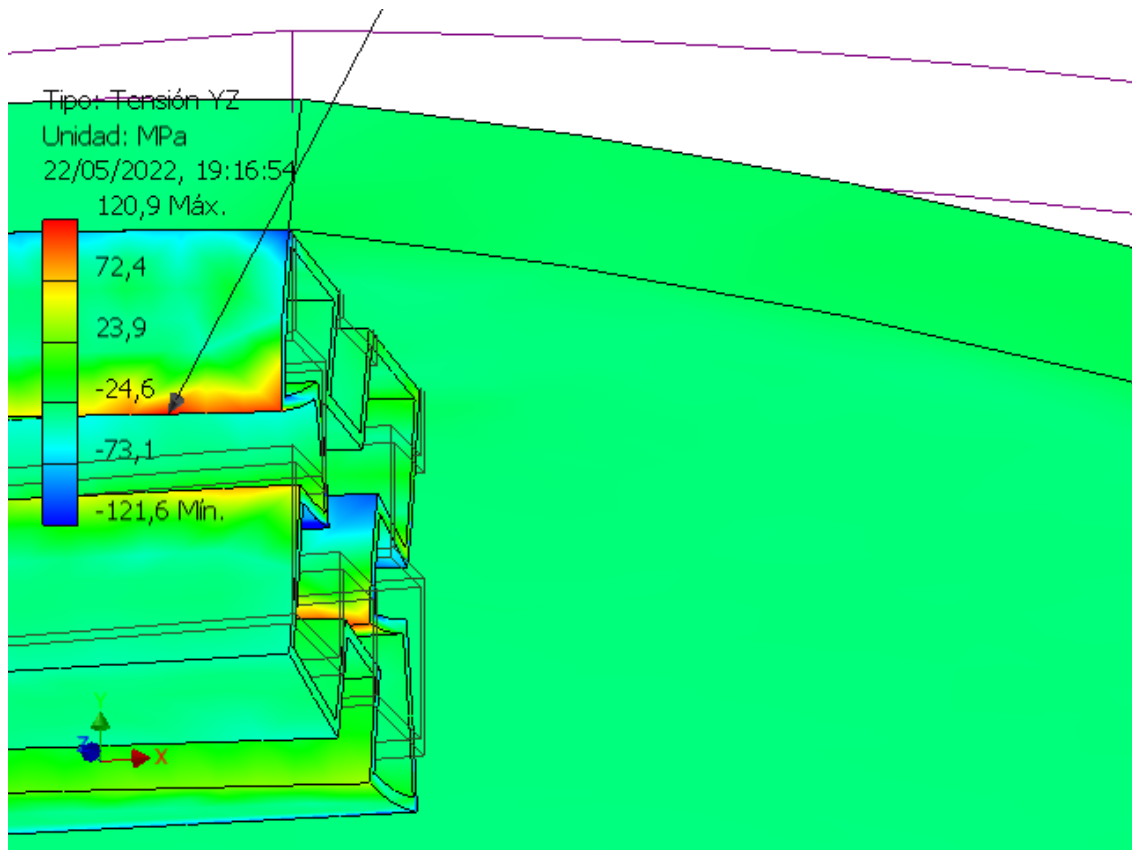
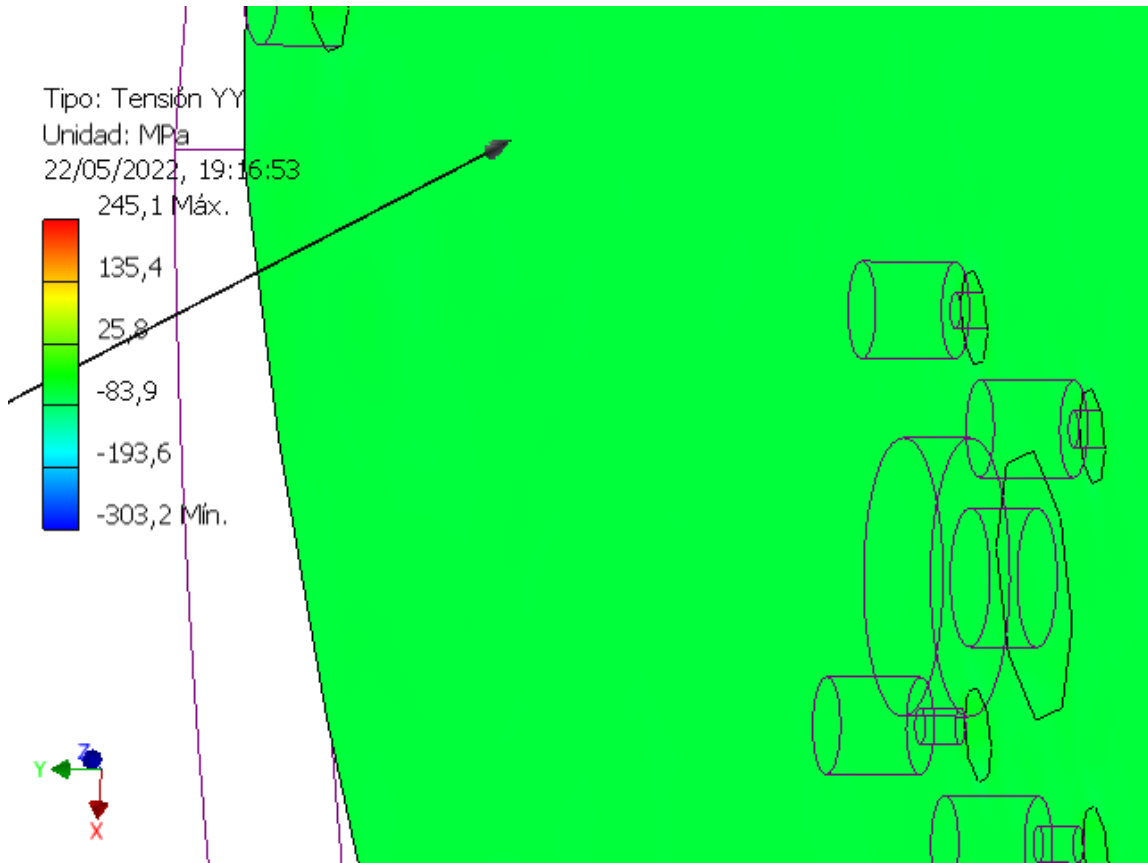


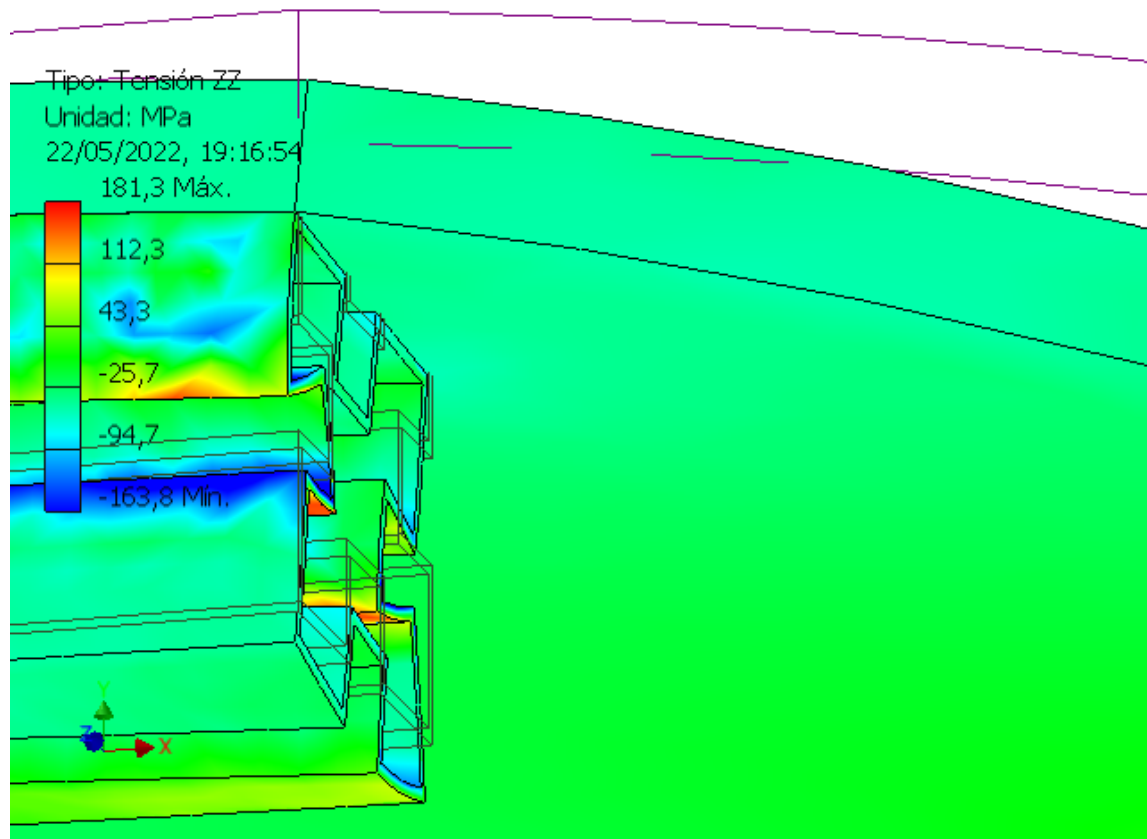
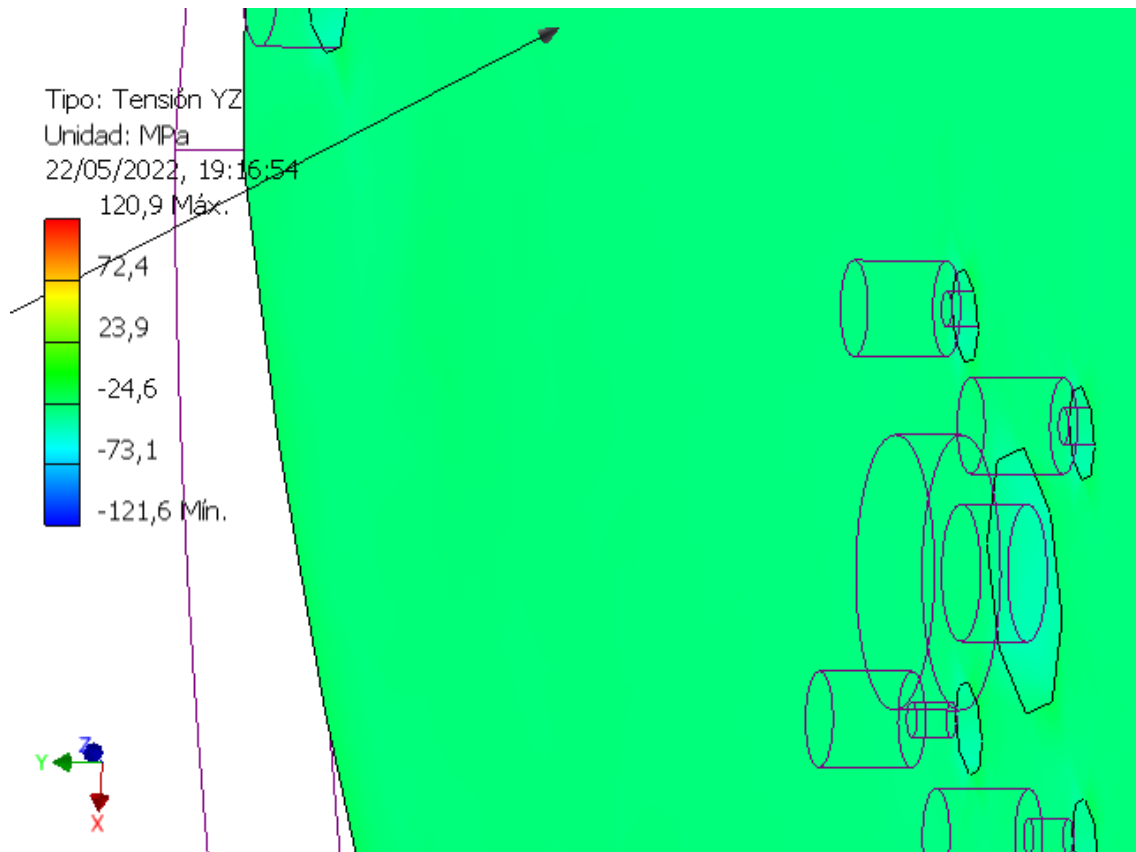
Tipo: Tensión XZ
Unidad: MPa
22/05/2022, 19:16:53
57,59 Máx.

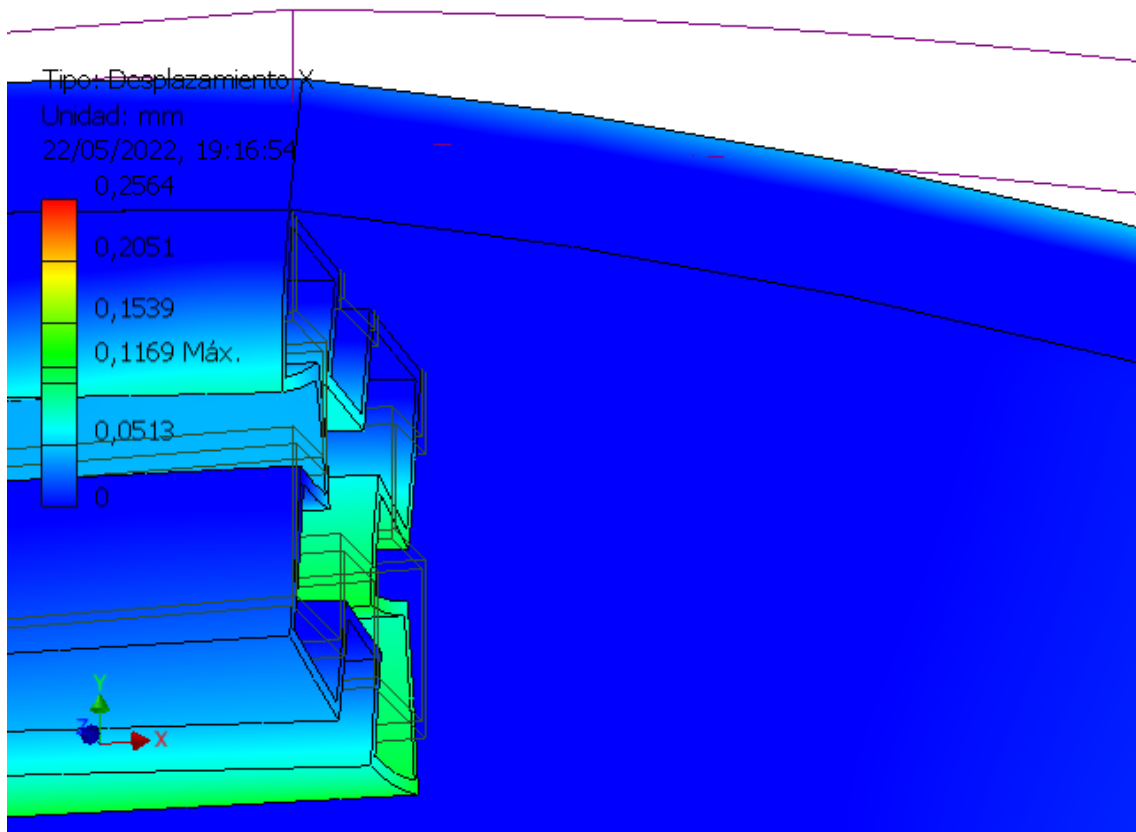
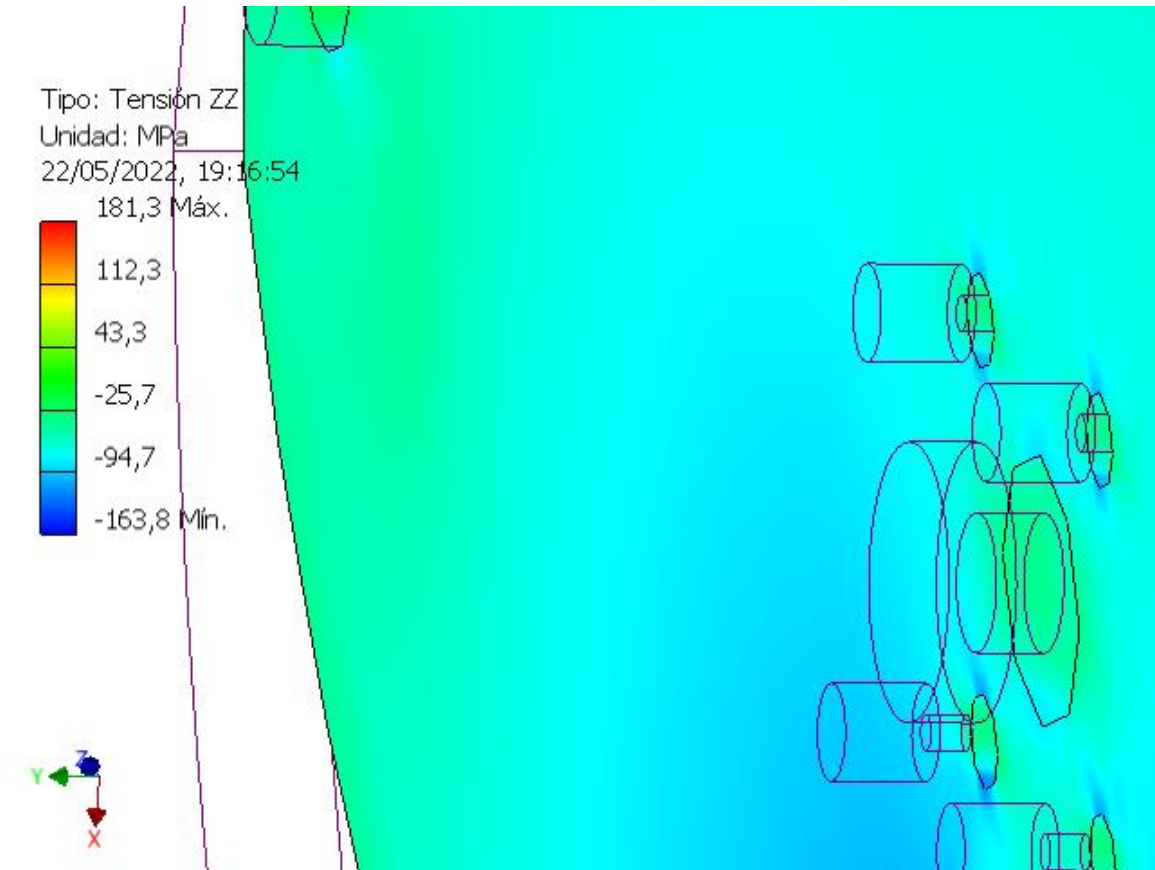


Tipo: Tensión YY
Unidad: MPa
22/05/2022, 19:16:53
245,1 Máx.





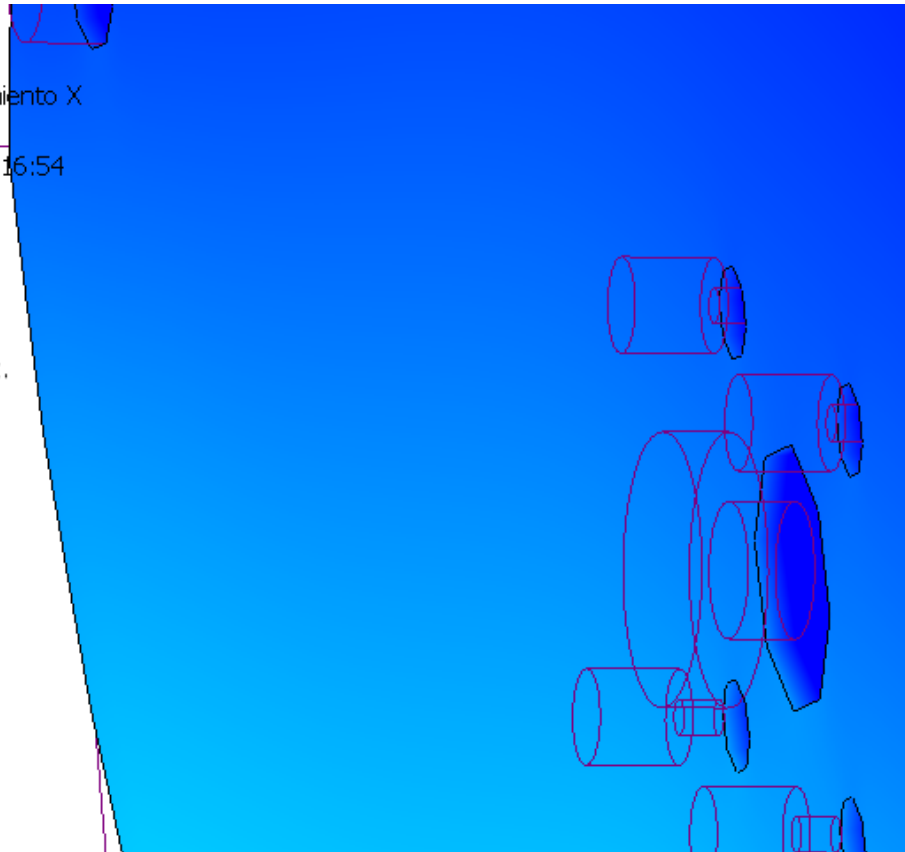
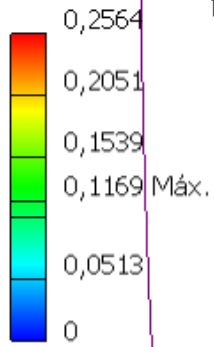




Tipo: Desplazamiento X

Unidad: mm

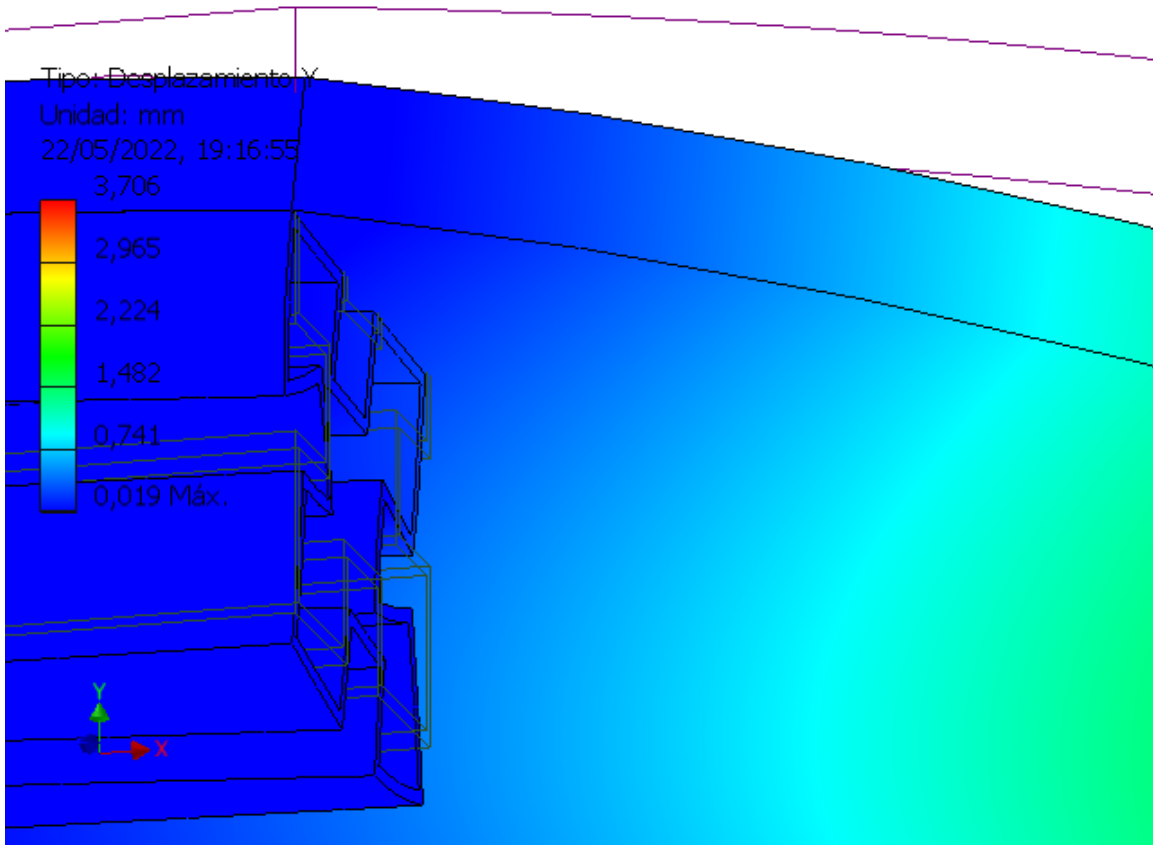
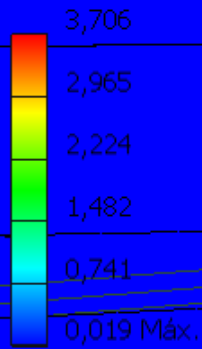
22/05/2022, 19:16:54



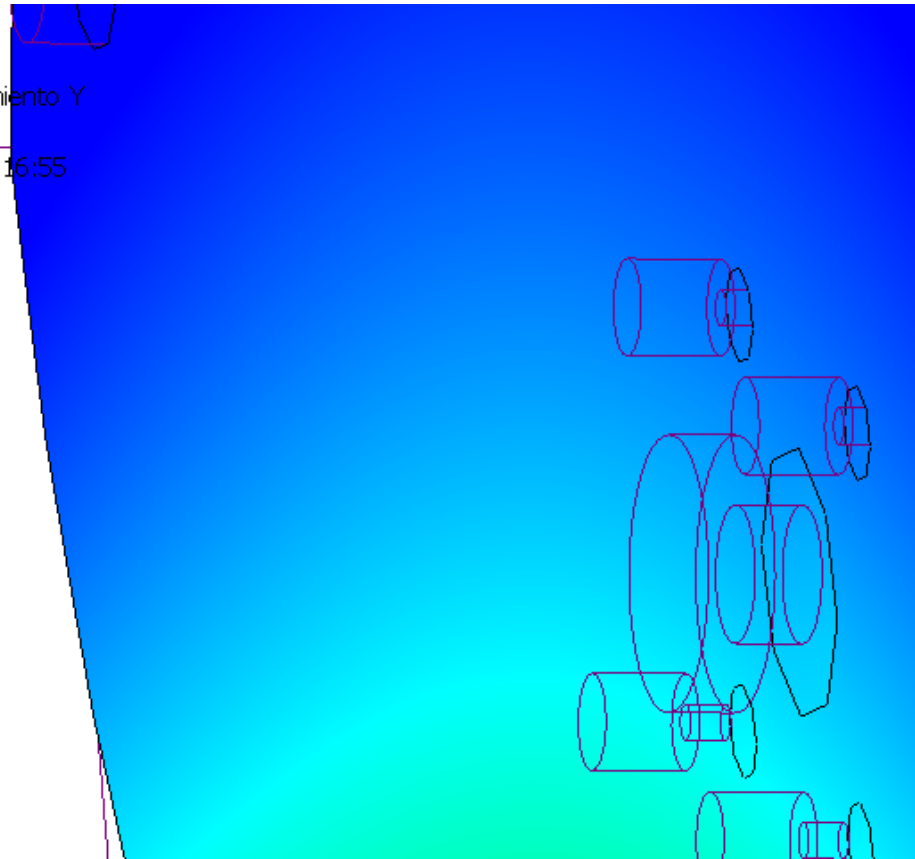
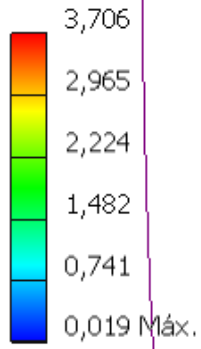
Tipo: Desplazamiento Y

Unidad: mm

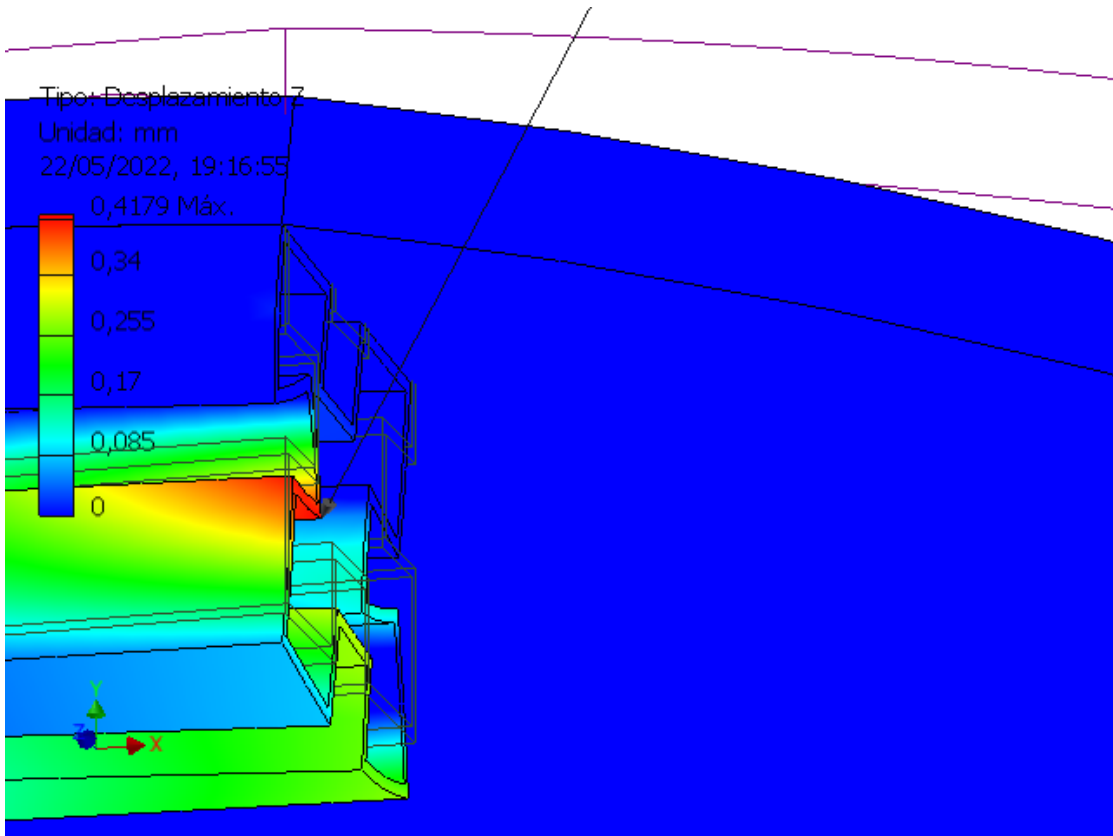
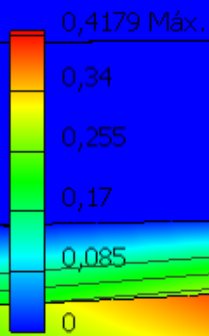
22/05/2022, 19:16:55

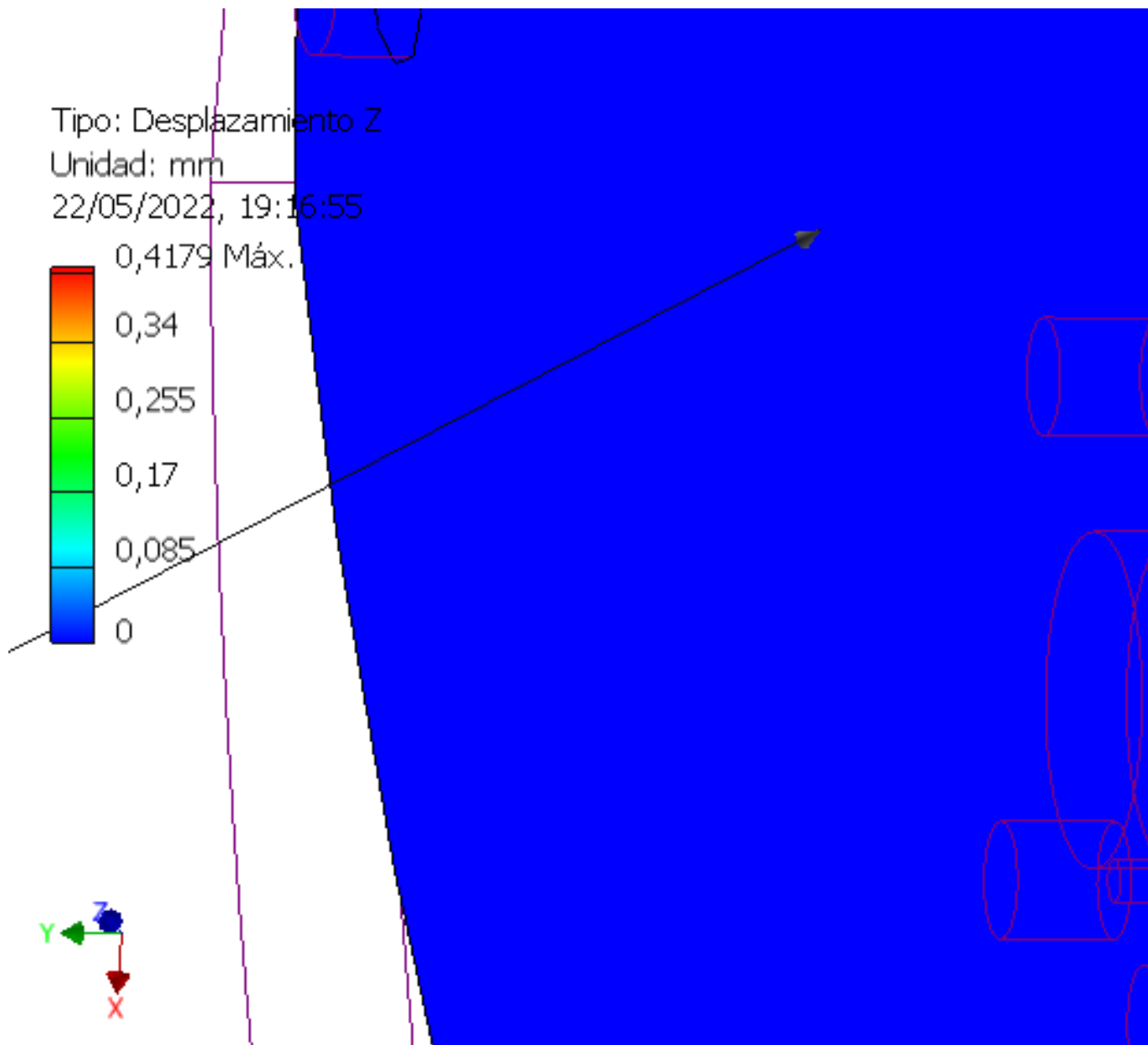


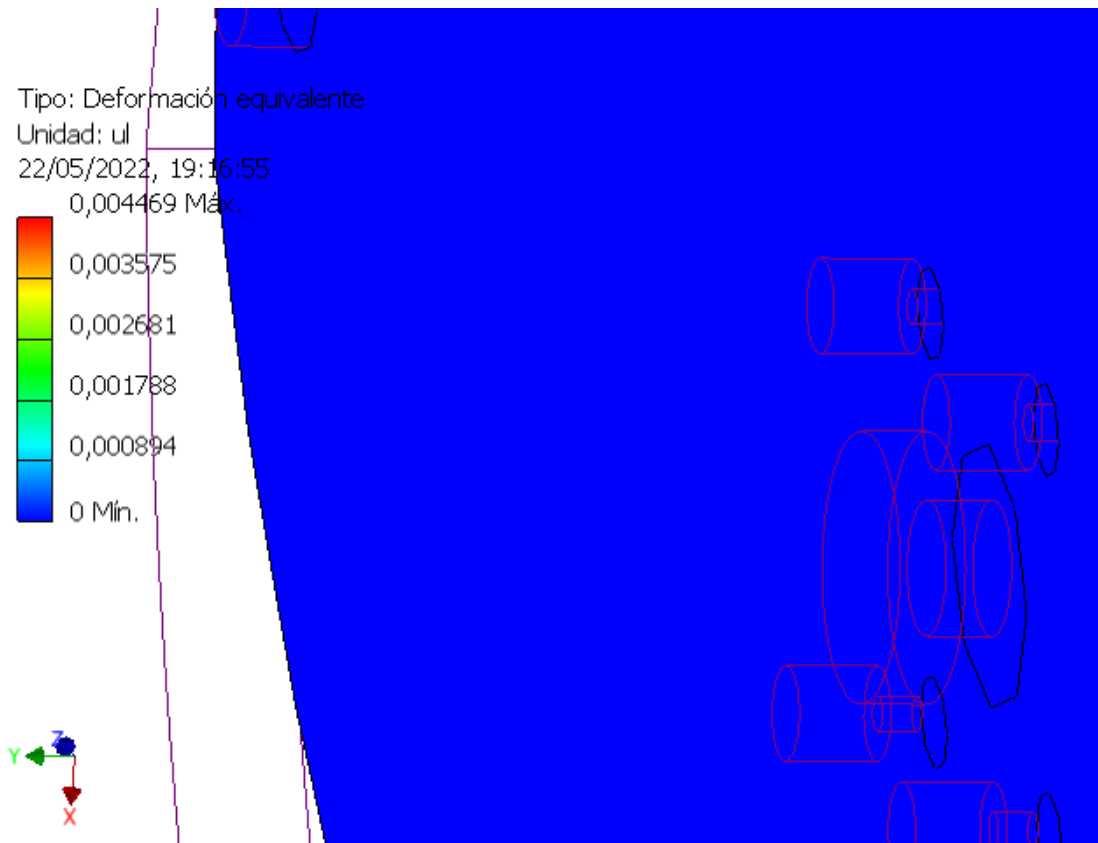
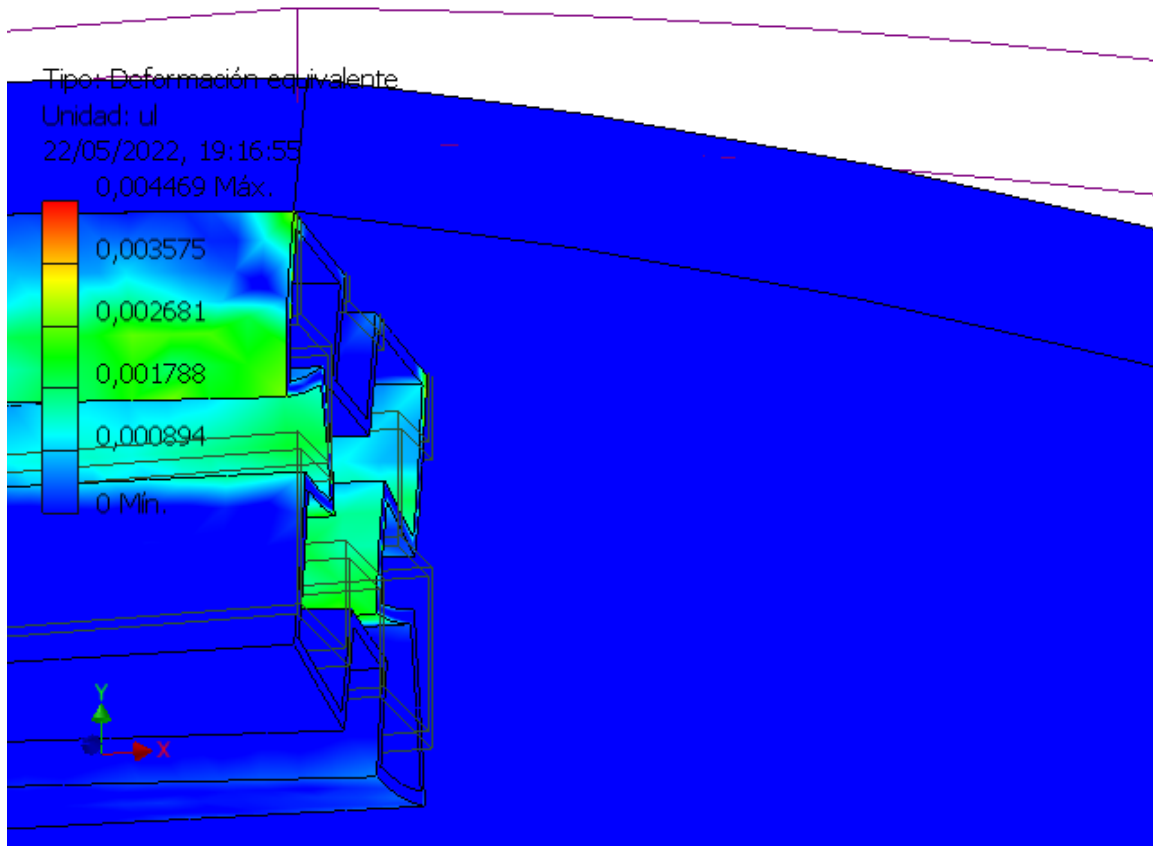
Tipo: Desplazamiento Y
Unidad: mm
22/05/2022, 19:16:55

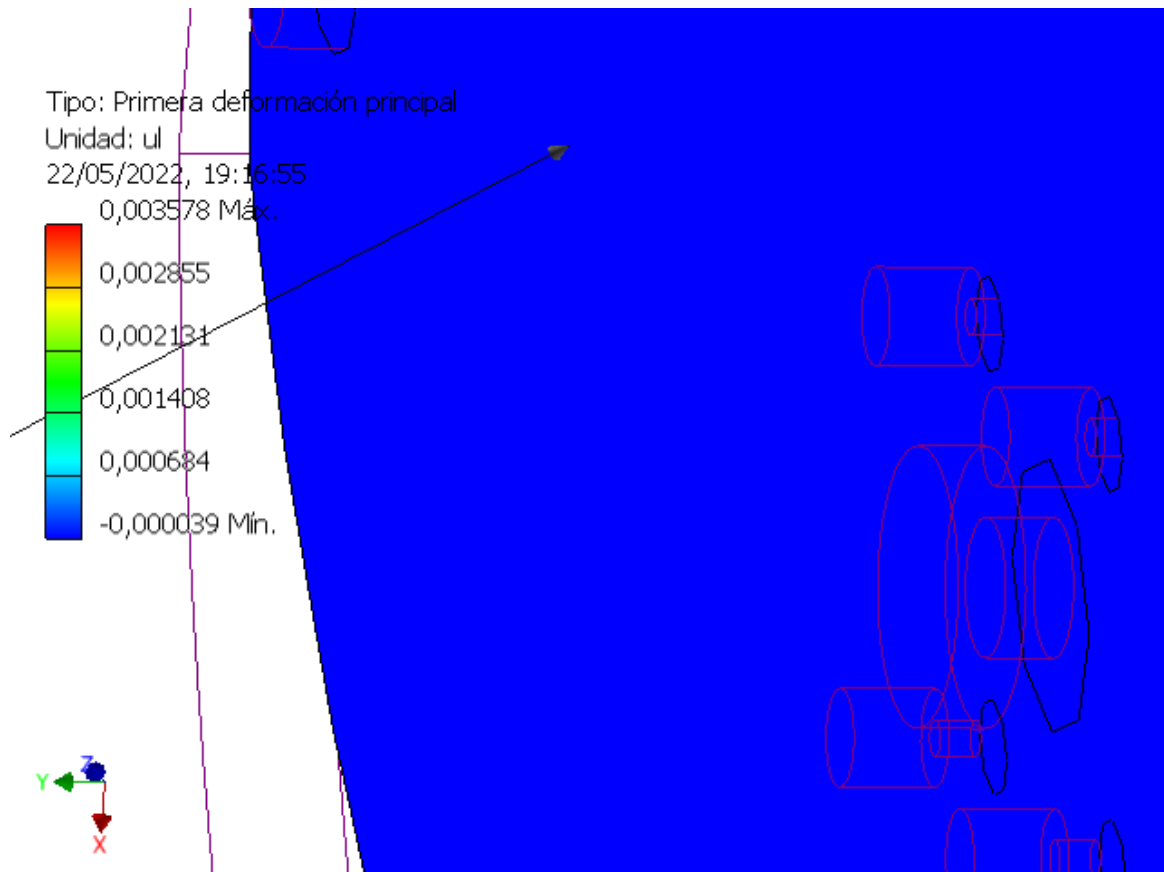
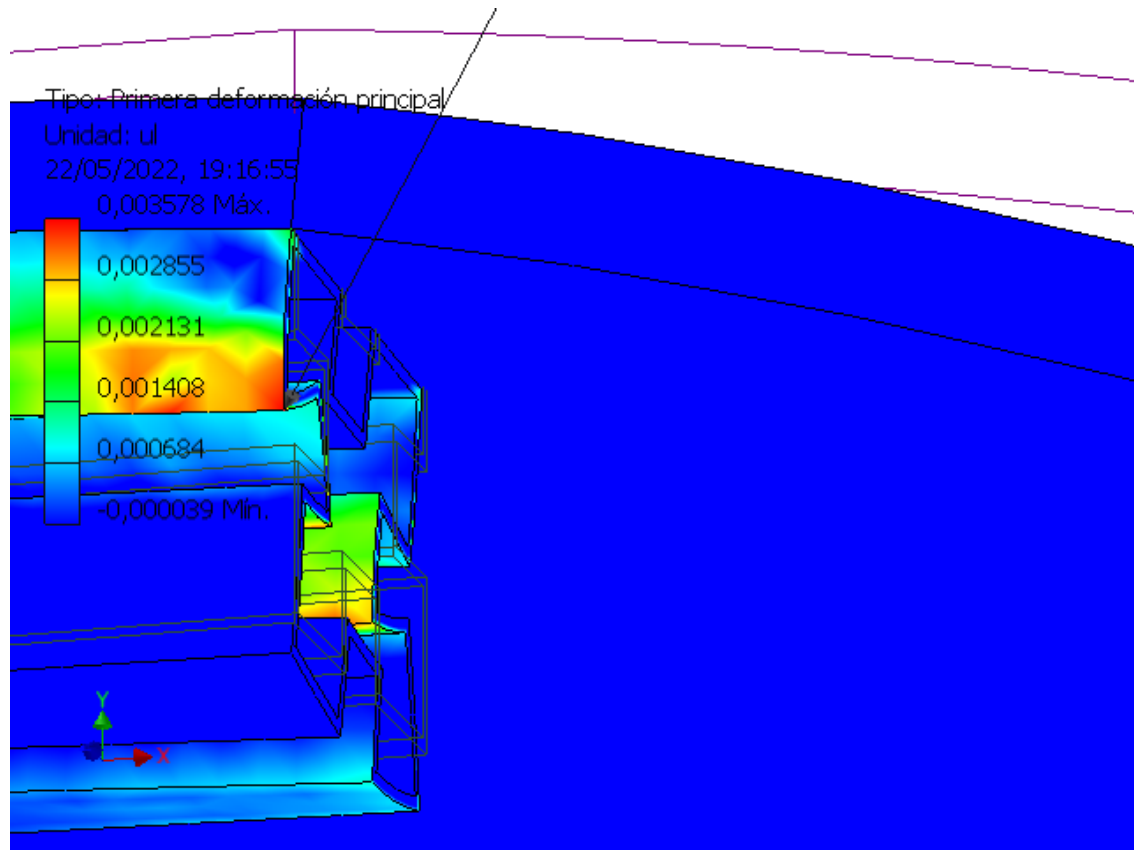


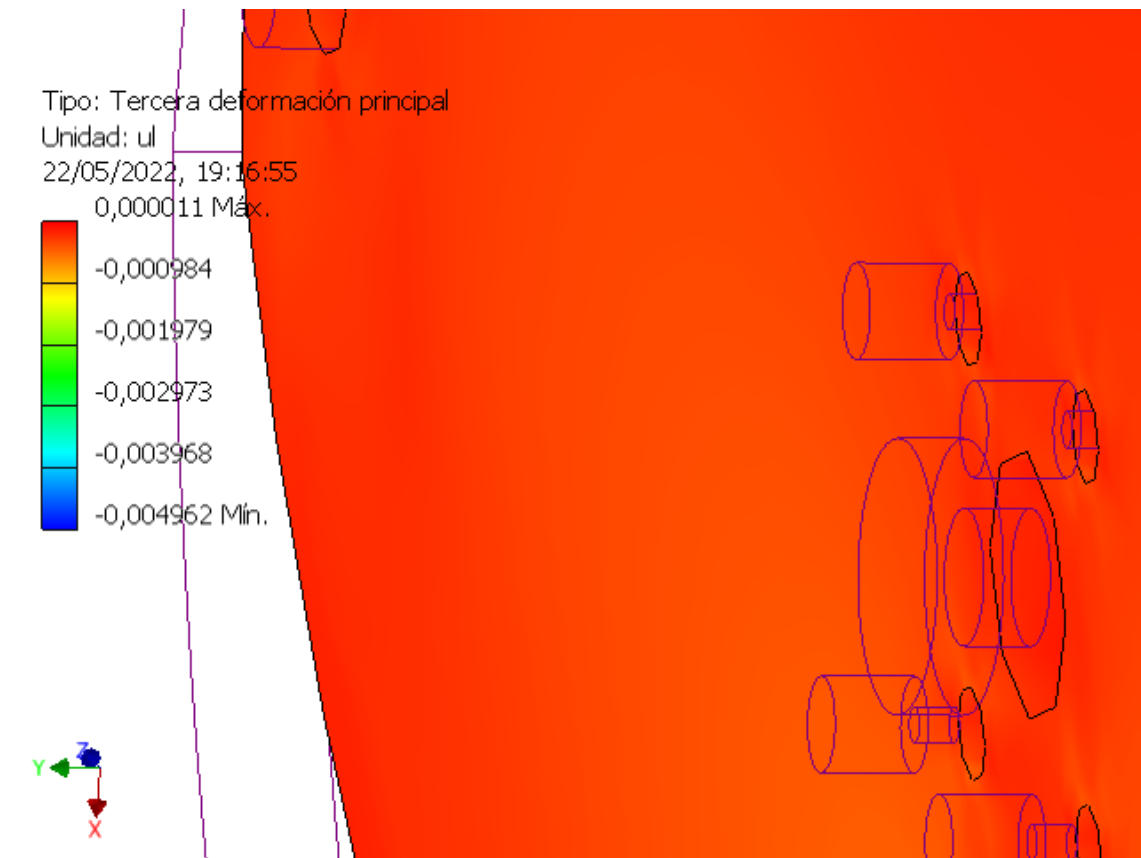
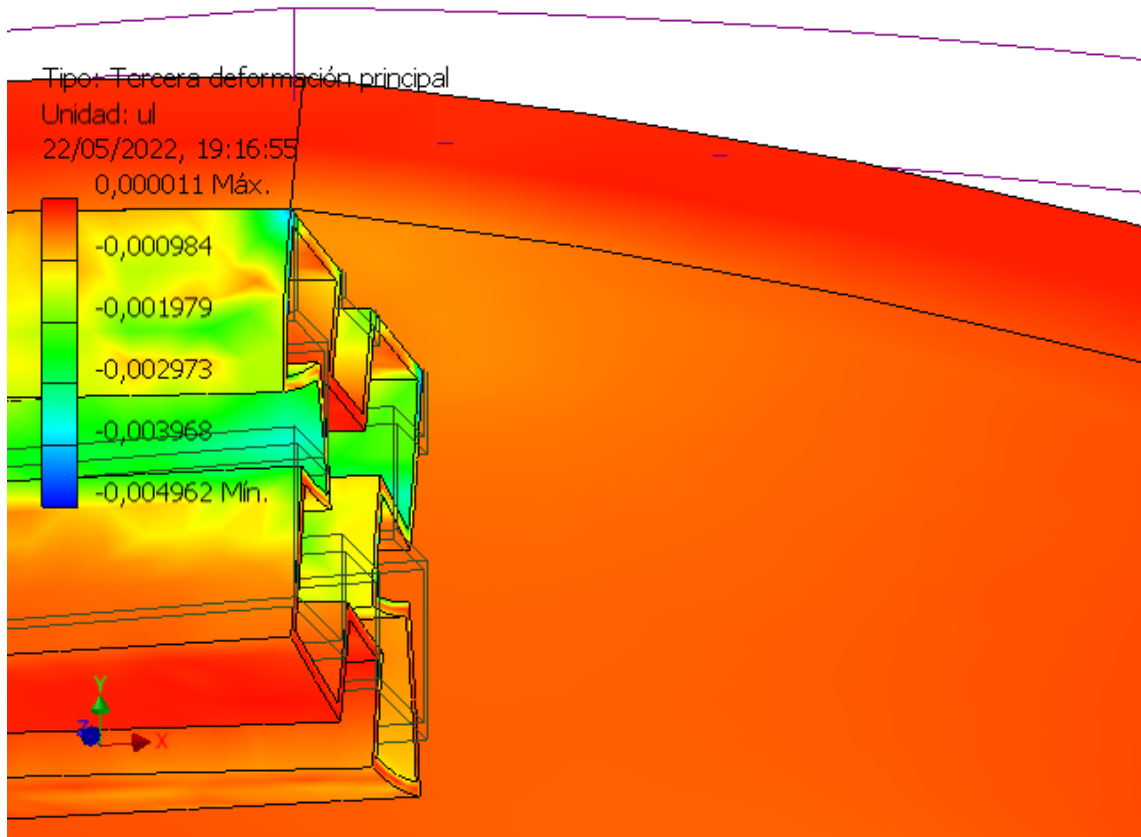
Tipo: Desplazamiento Z
Unidad: mm
22/05/2022, 19:16:55

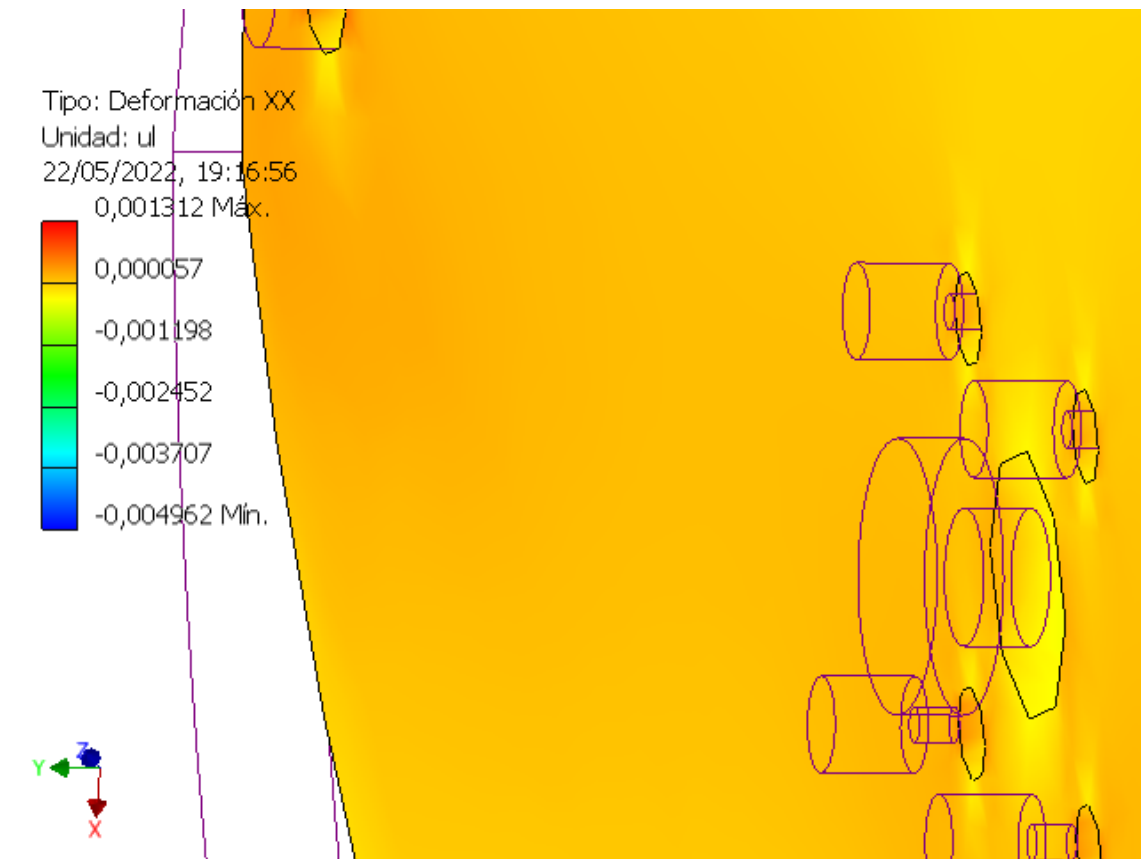
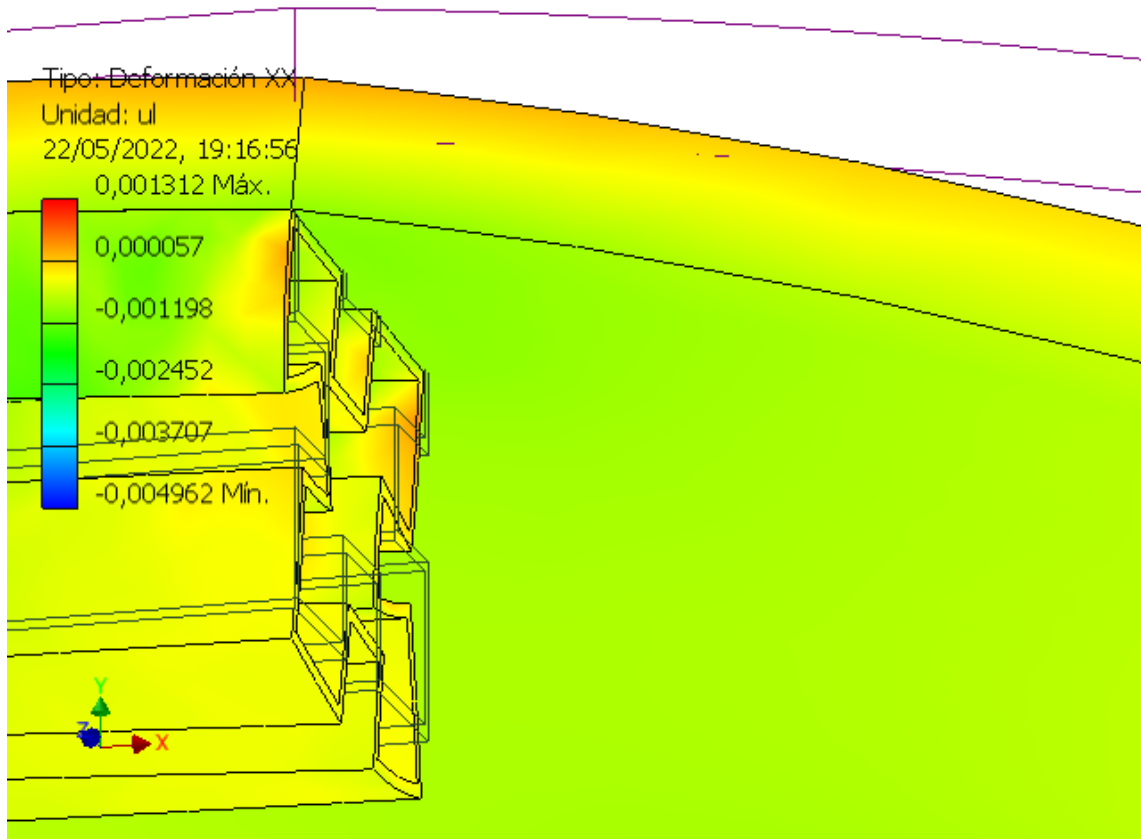


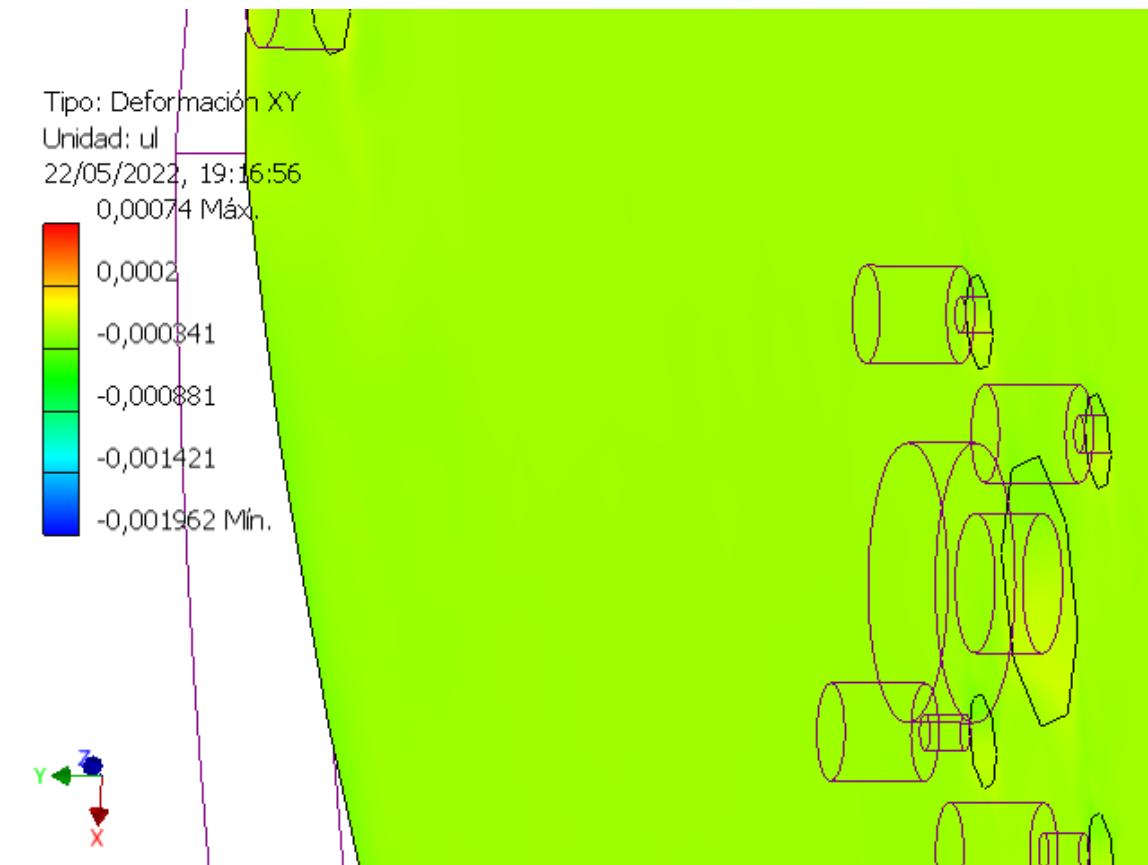
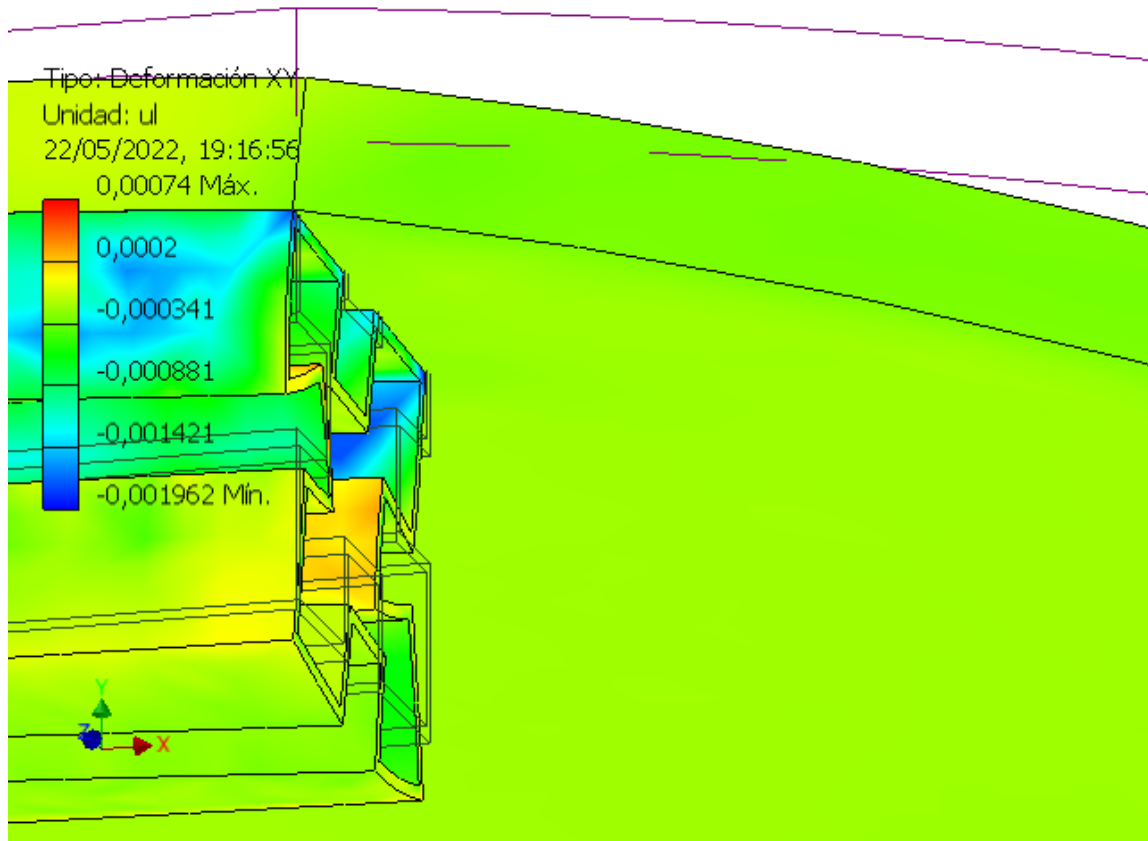


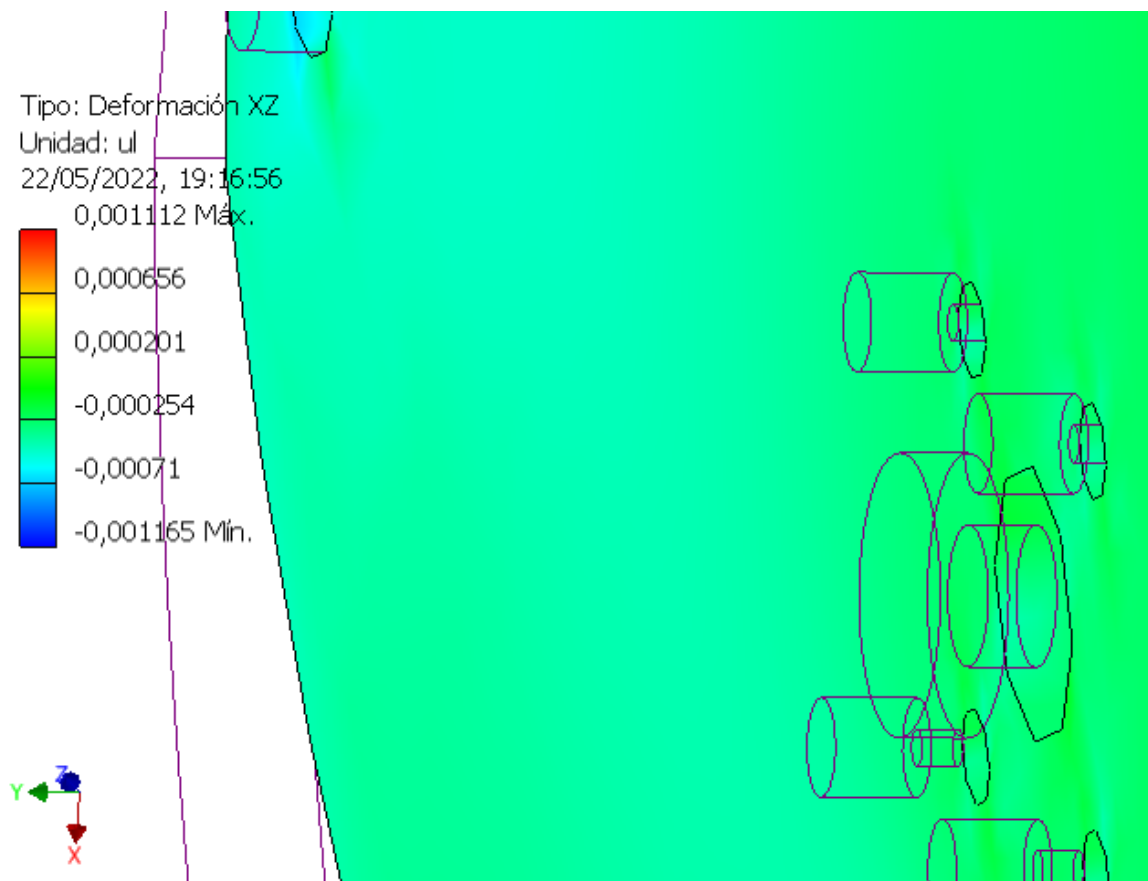
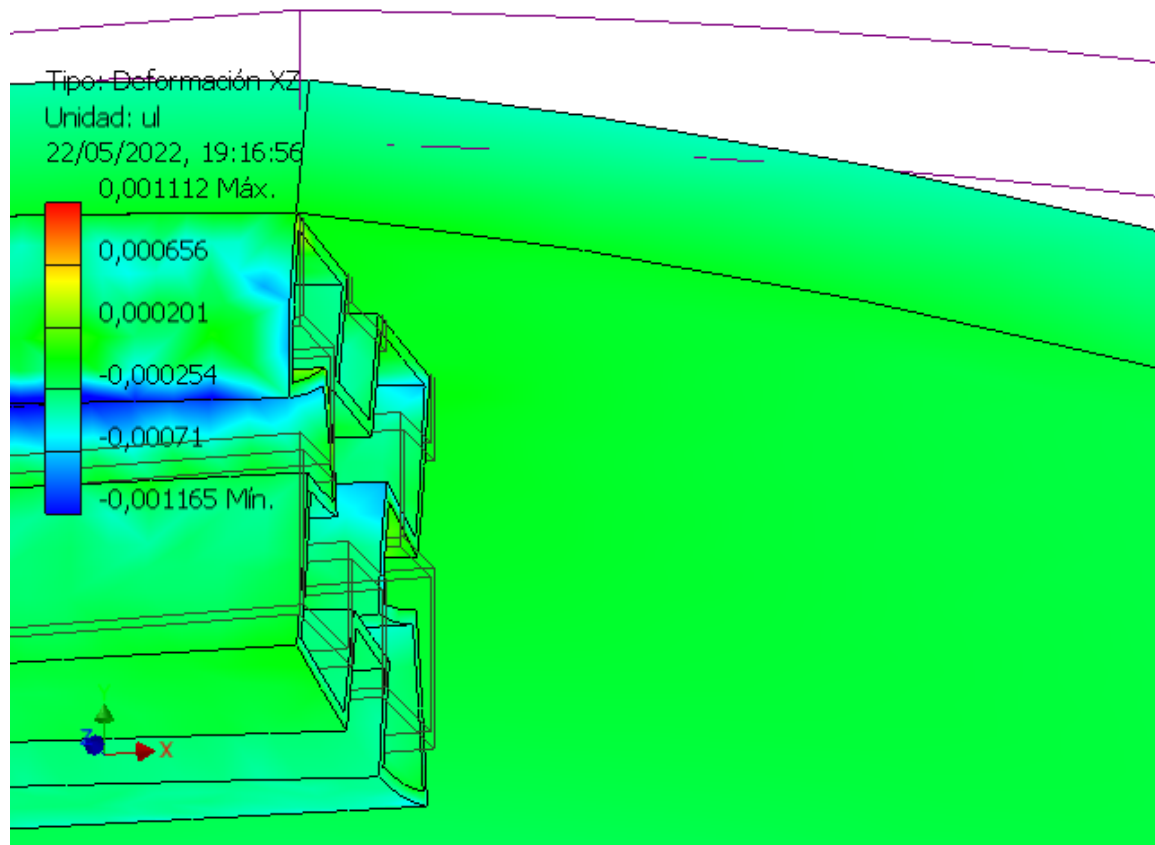


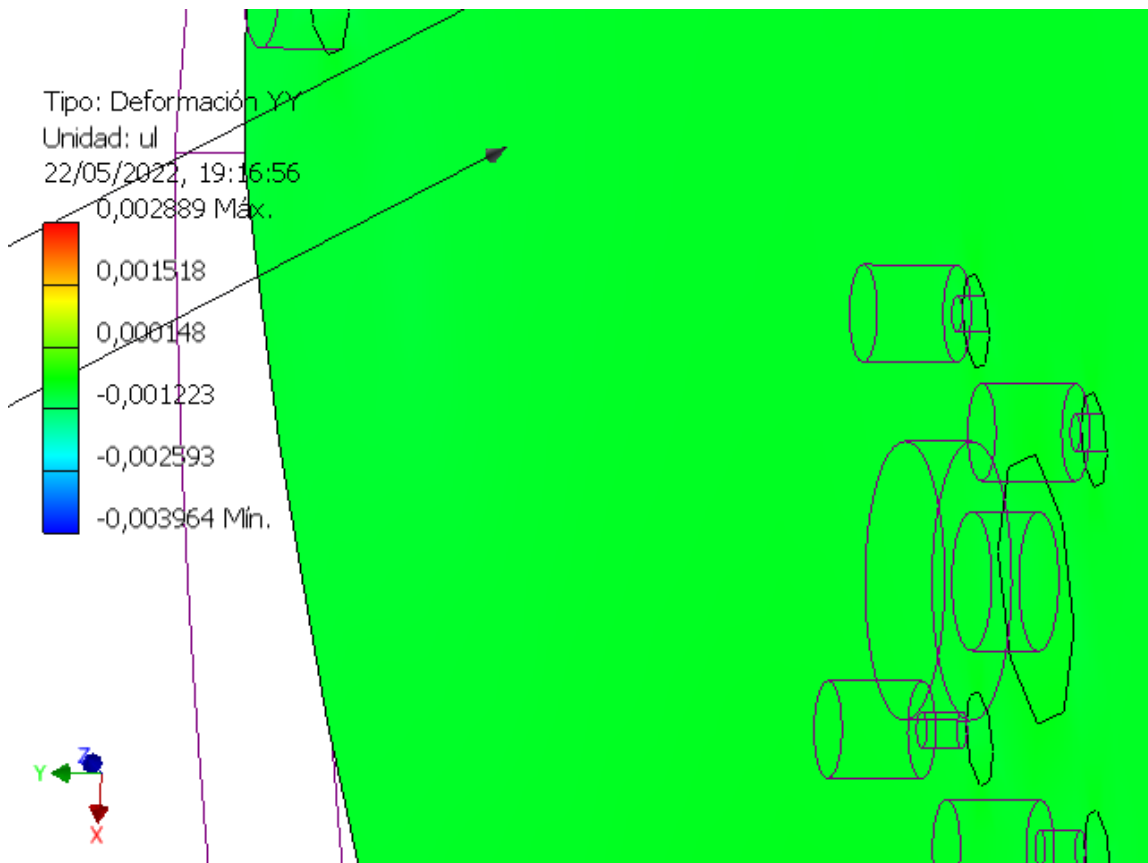
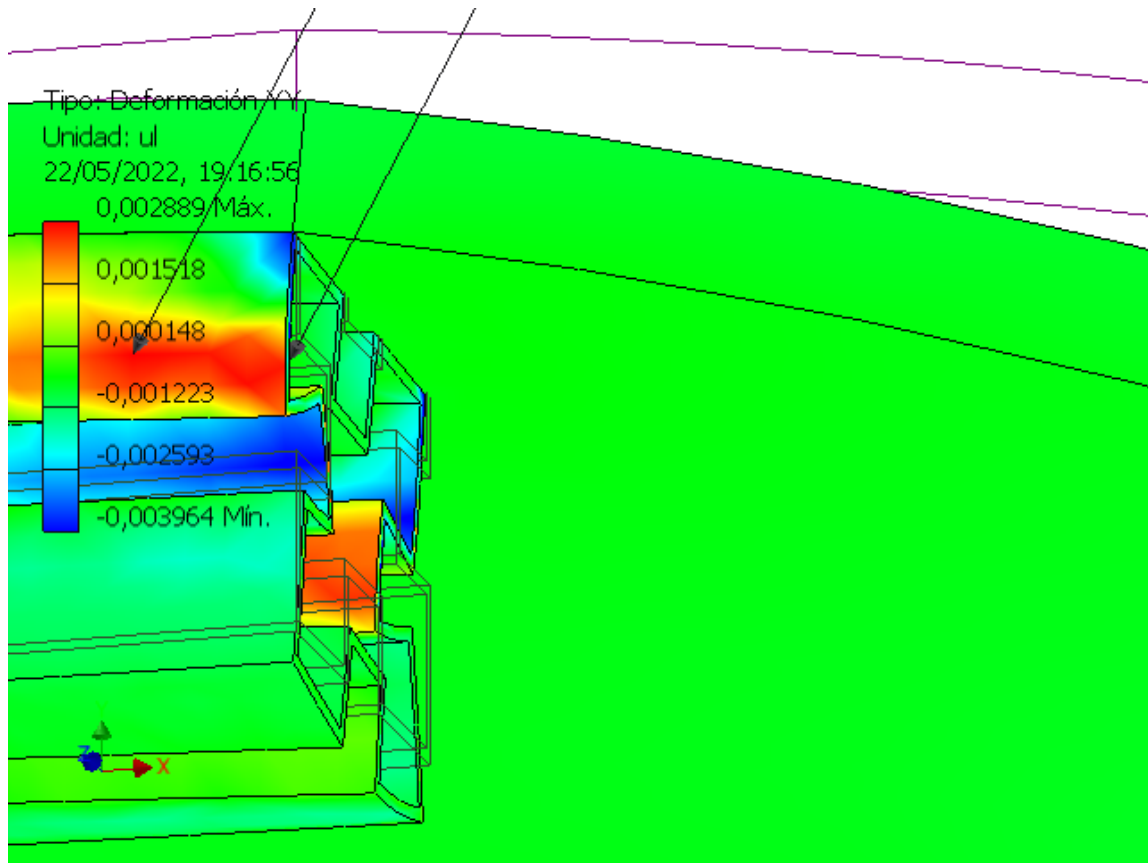


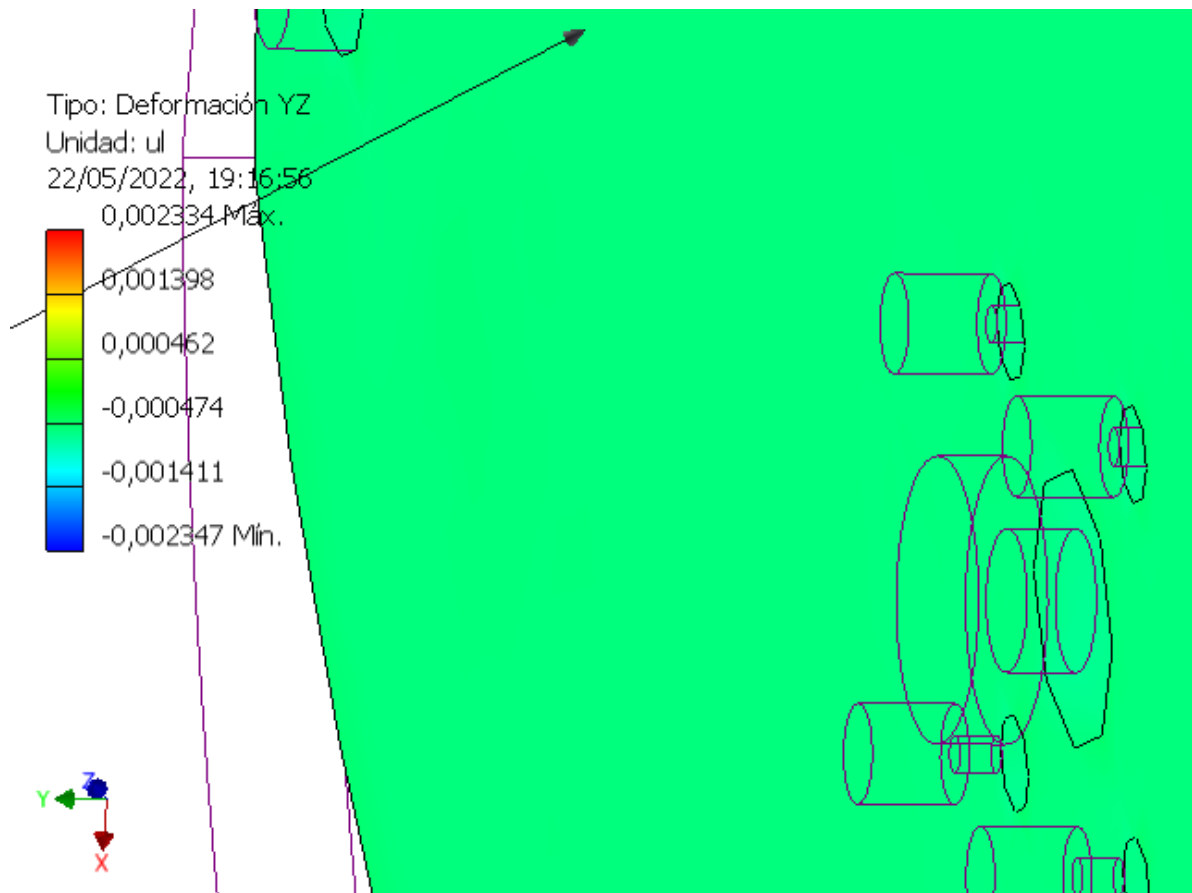
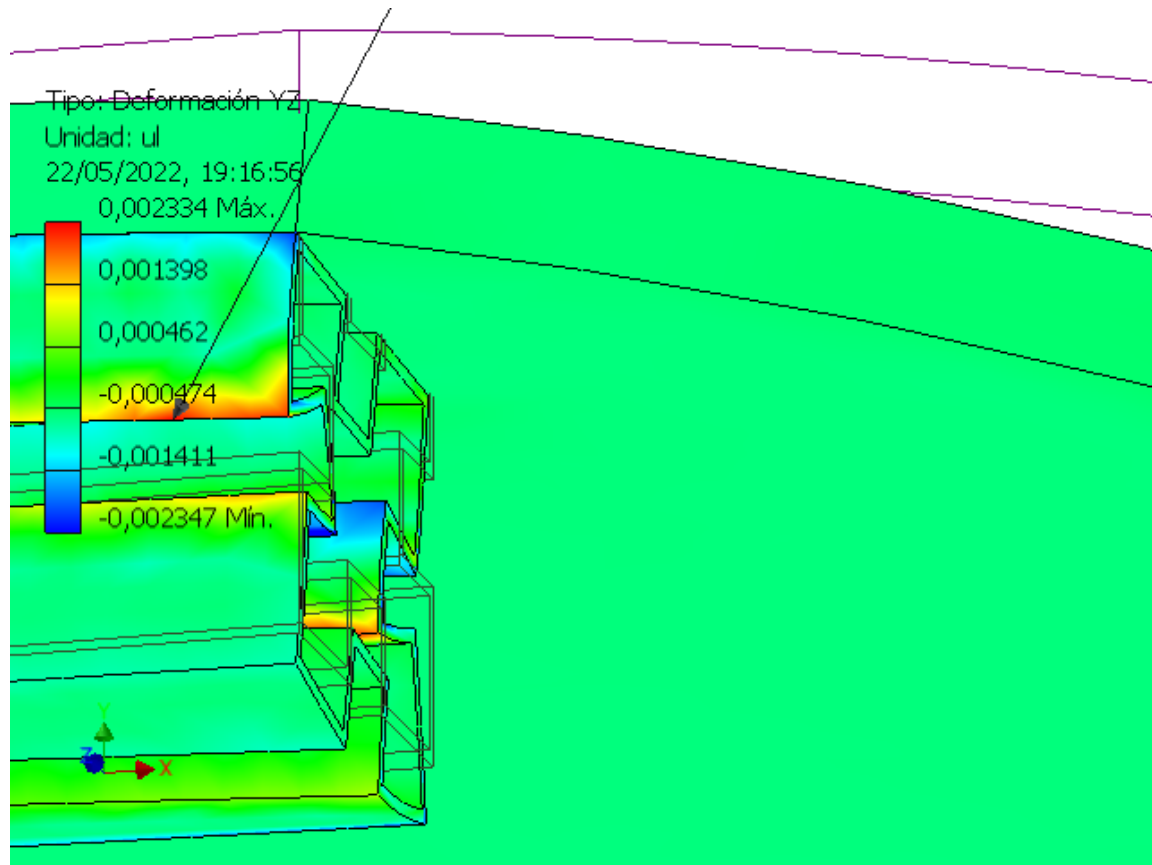


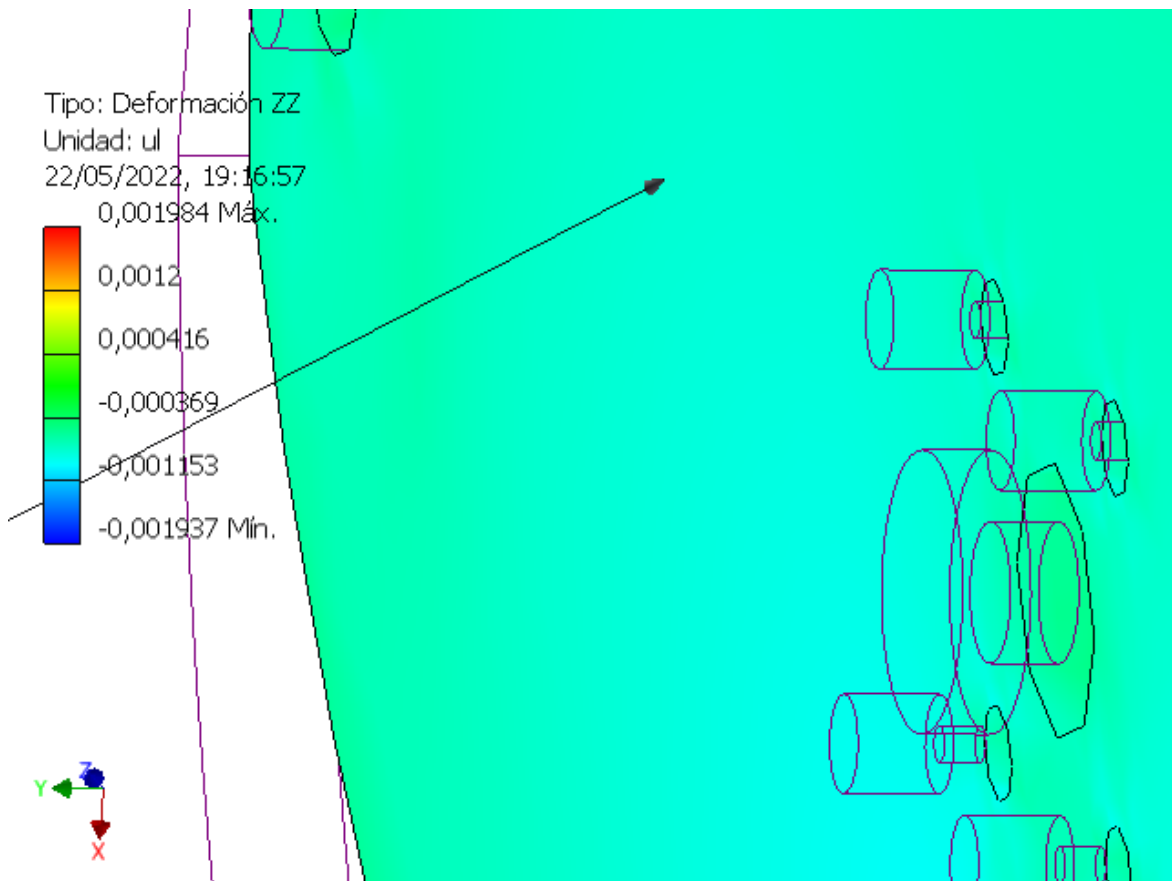
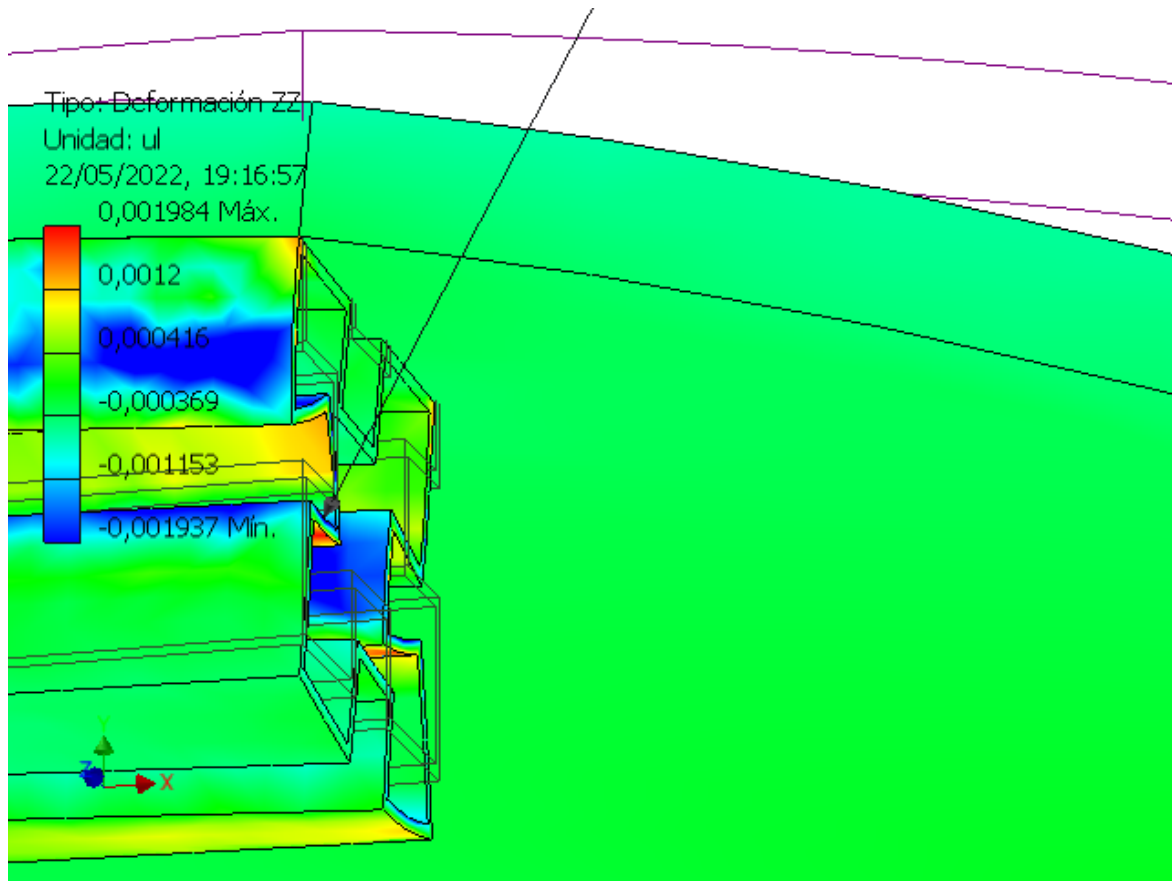


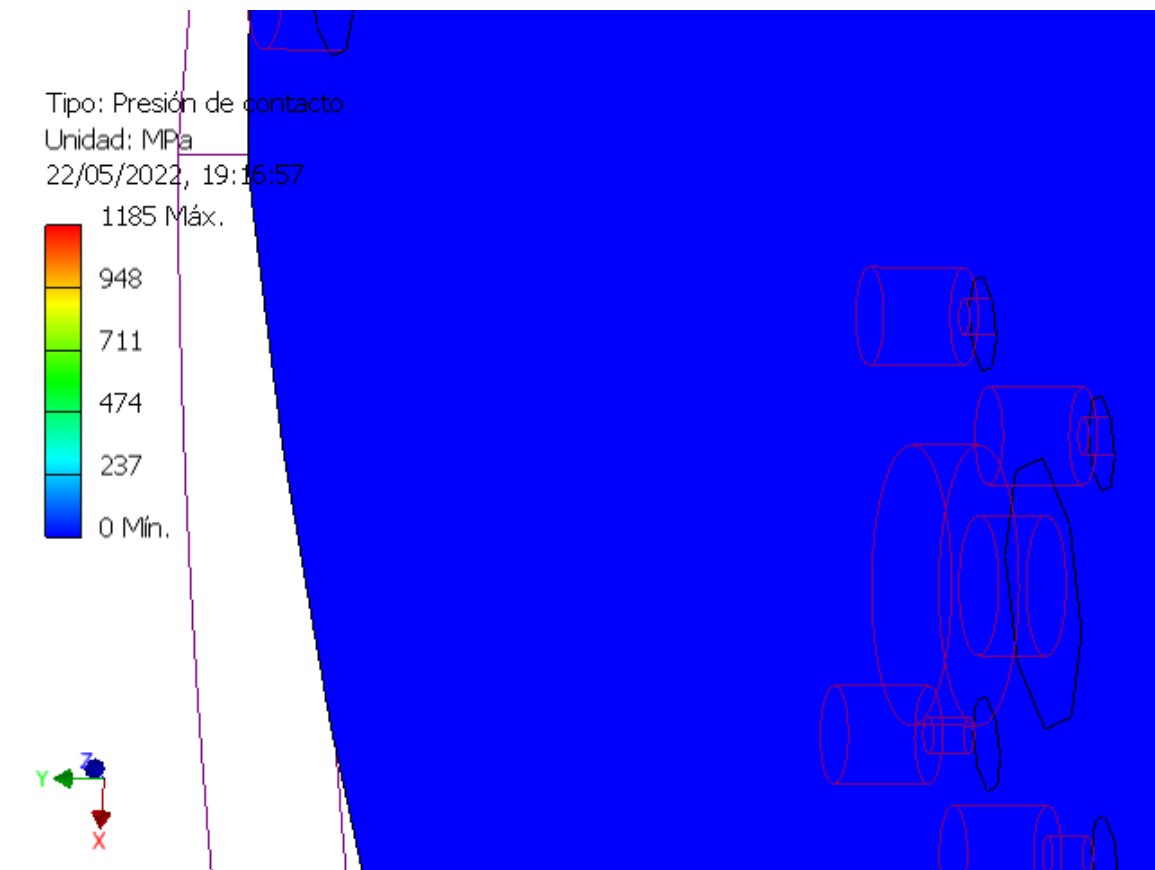
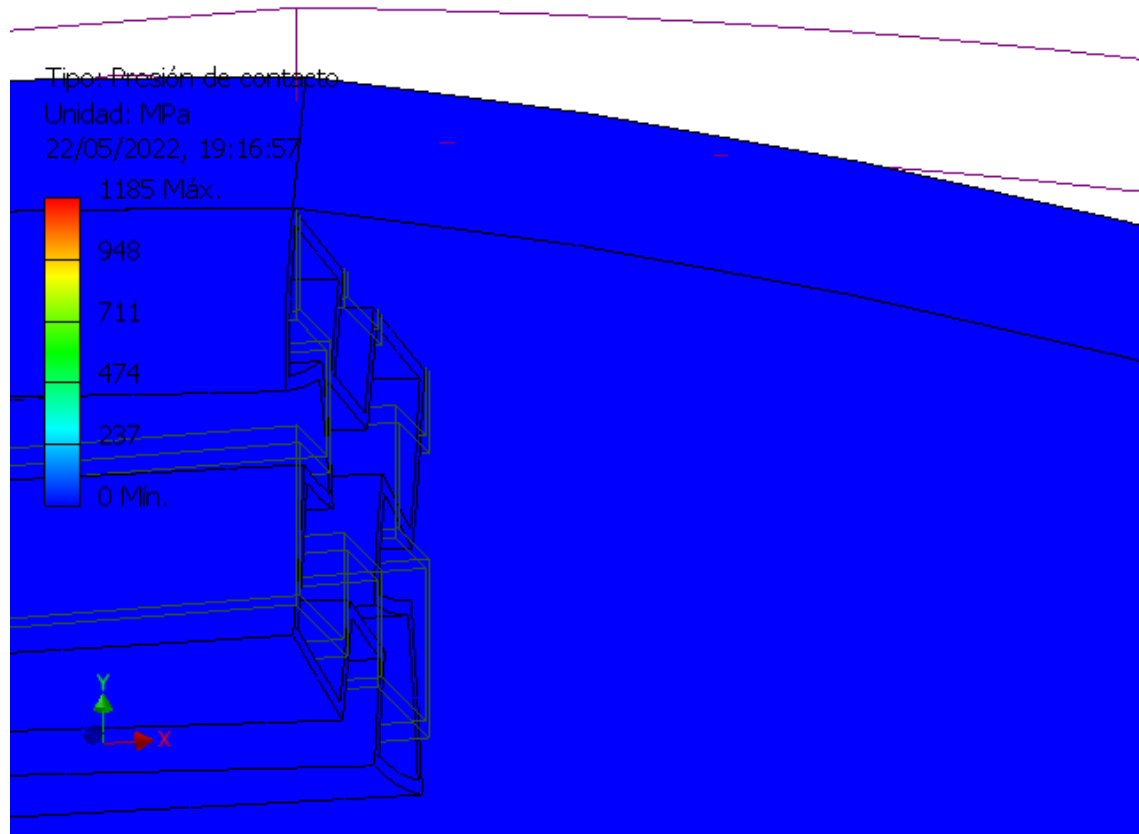


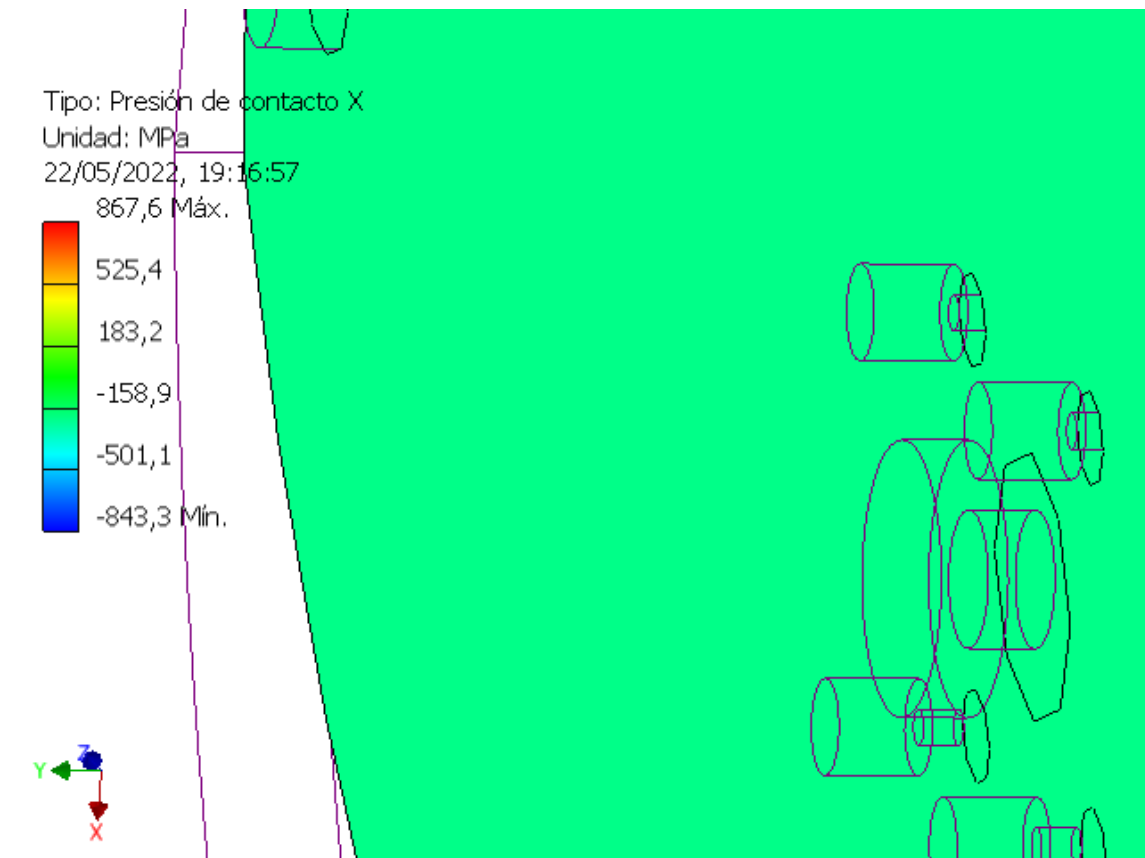
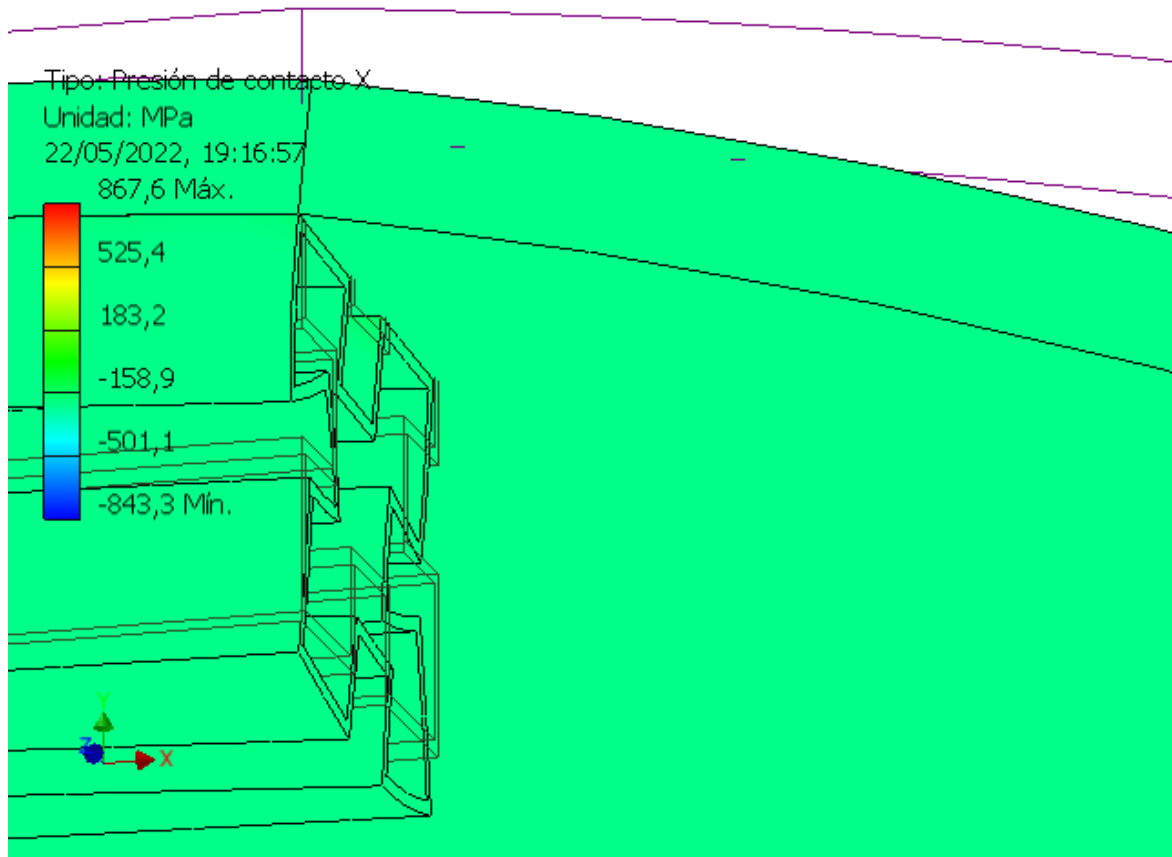


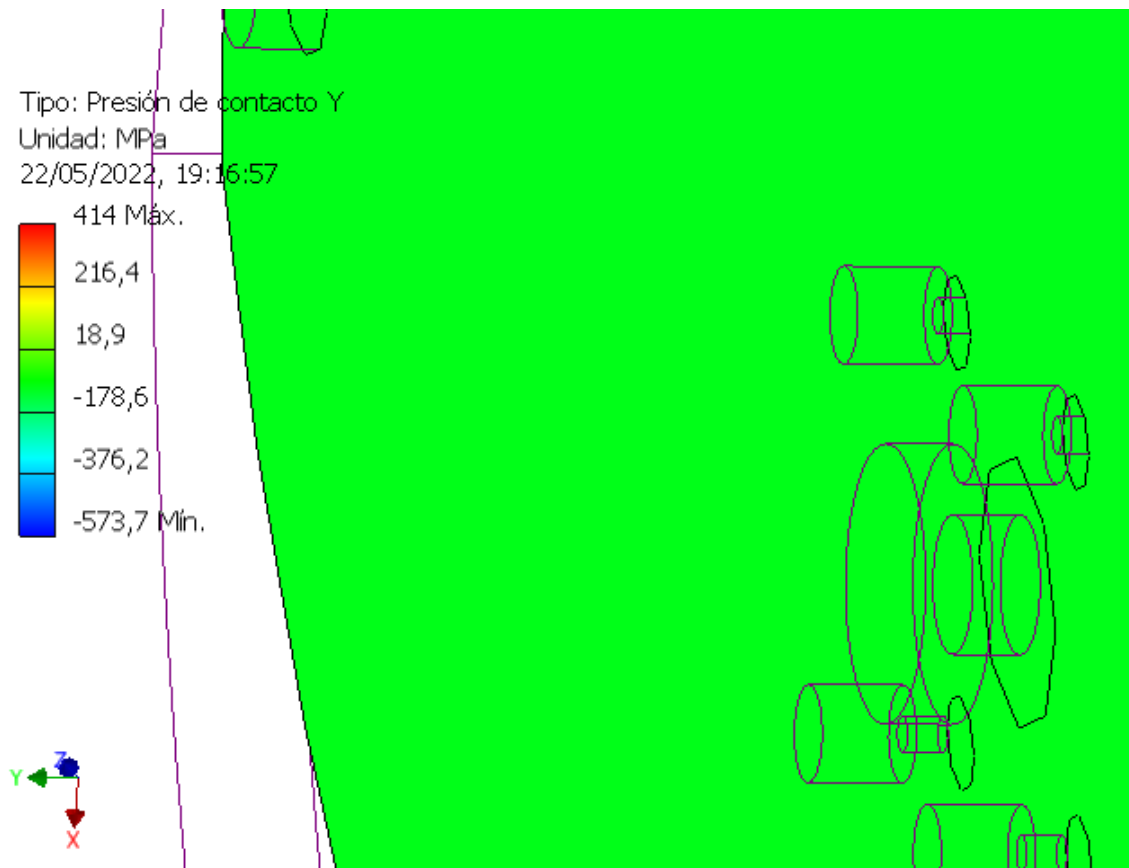
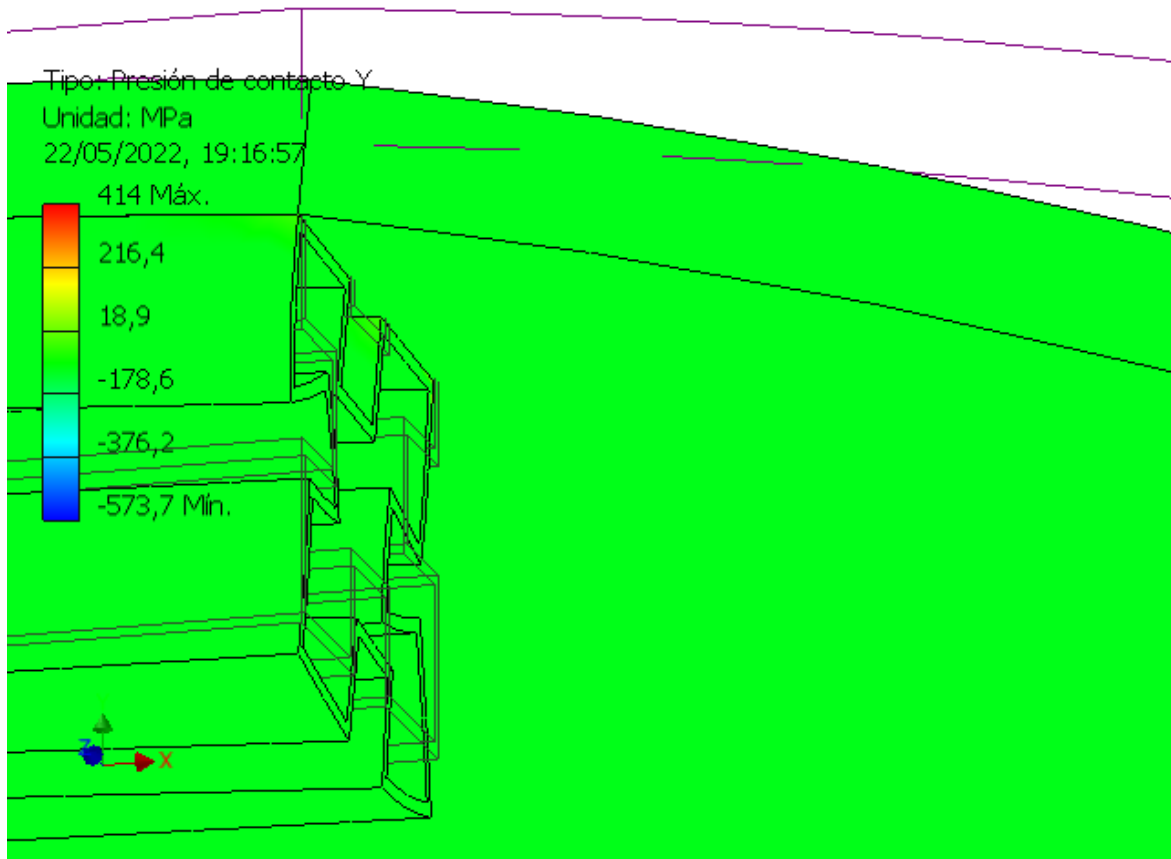


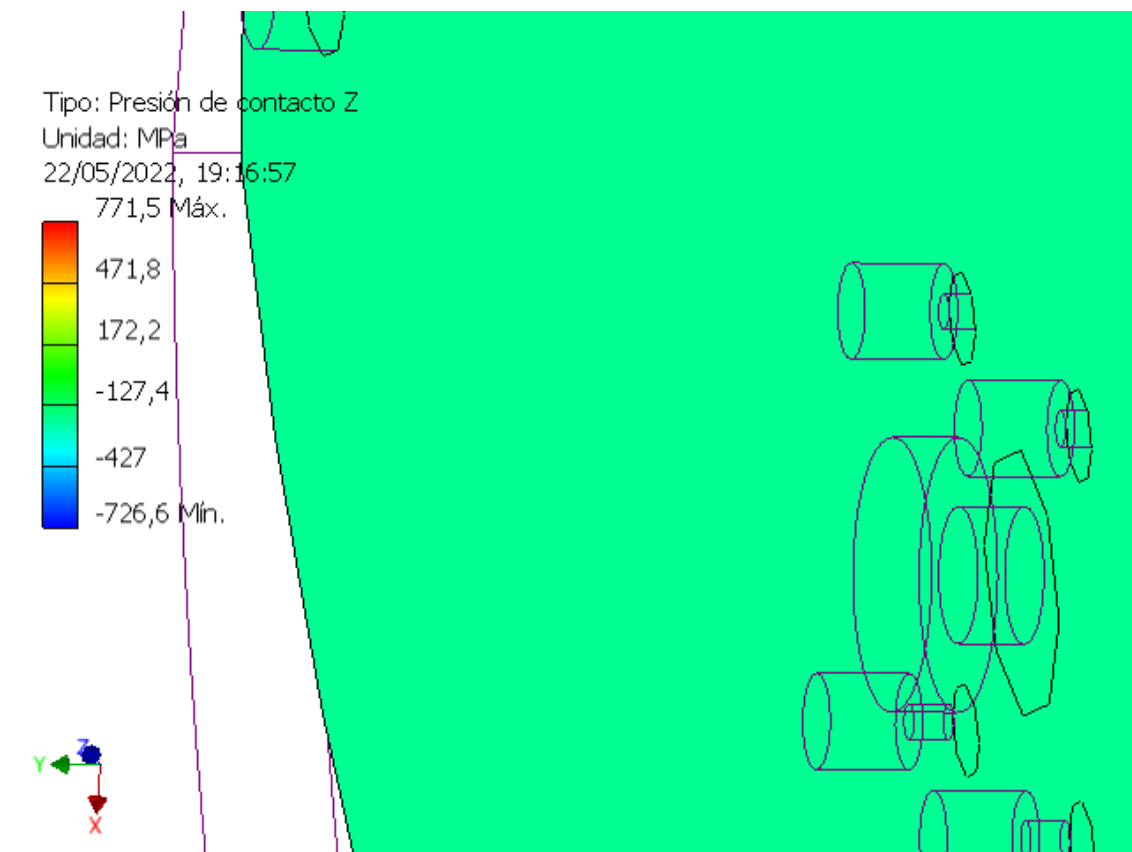
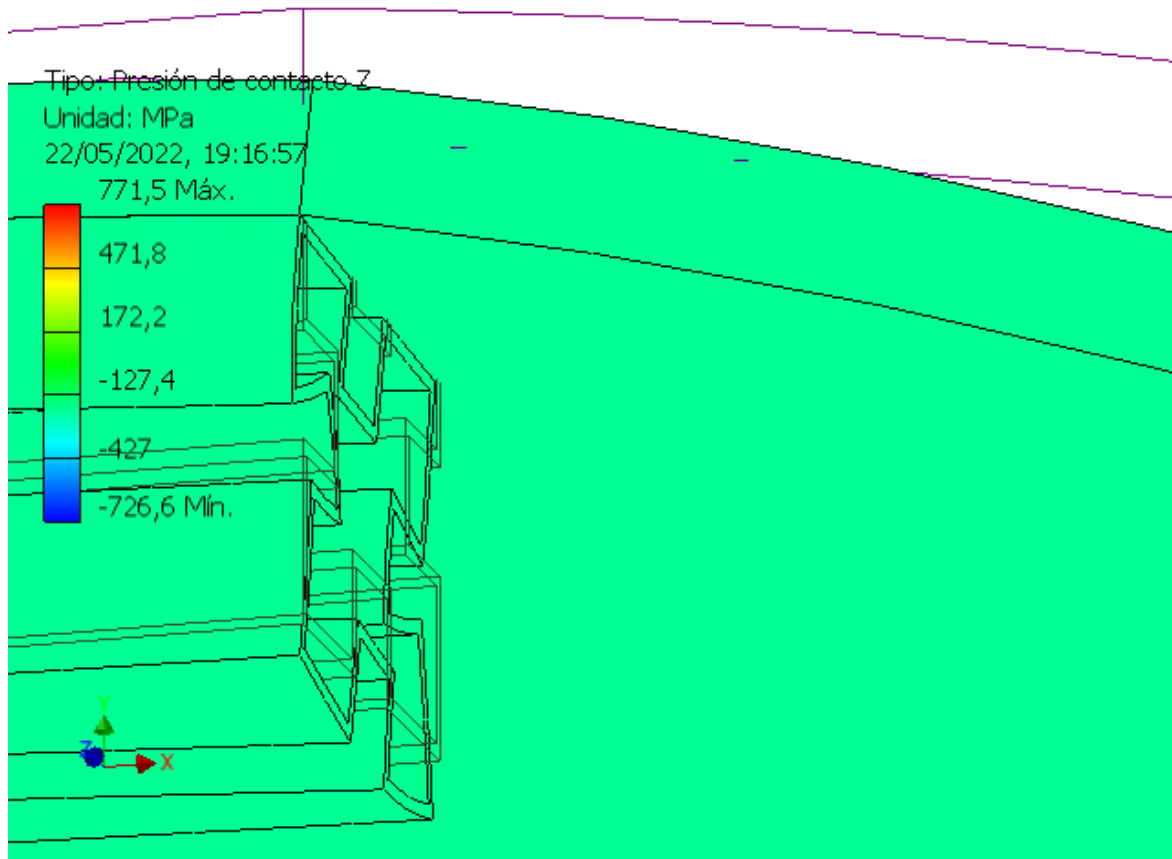












D 4.5 Cálculo de producción

Los clientes requieren una serie de pedidos mensuales. A continuación, se muestra el procedimiento matemático para garantizar este encargo.

Tabla D.6 Producción mensual por referencia

REF.	NÚM. PCS (MES)
T-3406	167
T-3407	210
P-18526	300000
P-18501	30000
P-19012	15000
P-19009	30000

Primero, disponemos de los datos de partida:

- Una jornada laboral consta de 22 horas
- Mensualmente disponemos de 26 días laborables
- La producción de las diferentes para las que se ha realizado el proyecto es de:
 - 8 piezas/minuto
 - T-3406
 - T-3407
 - 25 piezas/minuto
 - P-18501
 - P-19012
 - 60 piezas/minuto
 - P-18526

Calculamos el número de piezas que deberían tratarse térmicamente en un día:

$$PCS_{DÍA} = \frac{NÚM. PCS Mes}{NÚM. Días}$$

(Eq. 20)

Este mismo cálculo lo realizamos para las piezas hora considerando una jornada de 16h. Y de la misma manera para la cantidad de piezas minuto.

$$PCS_{HORA} = \frac{PCS_{DÍA}}{NÚM. Horas jornada}$$

(Eq. 21)

$$PCS_{MINUTO} = \frac{PCS_{HORA}}{60}$$

(Eq. 22)

Tabla D.7 Datos productivos día, hora y minuto por referencia

REF.	NÚM. PCS (MES)	PCS/Día	PCS/H	PCS/min
T-3406	167	6	0,4	0,007
T-3407	210	8	0,5	0,008
P-18526	300000	11538	721	12
P-18501	30000	1154	72	1,2
P-19012	15000	577	36	0,6
P-19009	30000	1154	72	1,2

E. Instalación eléctrica

La instalación y programación de la controladora se destina a una empresa externa para que se encarguen de toda la gestión que comporta.

La empresa escogida es ELECTRÓNICA I MAQUINÀRIA REUS, esta se responsabilizará de la instalación y programación de los componentes electrónicos.

Para que la empresa cuente con una guía del funcionamiento de la máquina y cuáles son sus funciones, se les facilitará el programa y la funcionalidad de las variables.

Plano de conexiones adjunto en planos.

F. Programa del microprocesador

A continuación, se muestra el programa para Arduino.

```
//DEFINICION DE VARIABLES

const int stepPin = 2; //Pin de rotación
const int dirPin = 5; //Dirección de rotación del motor
const int enaPin = 8; //Encendido del motor

const int swOutPin = 4 //Apagado del motor

// PINES PARA GIRAR EL MOTOR
const int rot1Pin = 11;
const int rot2Pin = 10;
const int rot3Pin = 9;
const int rot4Pin = 12;
const int rot5Pin = 13;
const int rot6Pin = A3;
const int rot7Pin = A0;
const int rot8Pin = A1;

// CONFIGURACIÓN ROTACIÓN POR SI GIRAR CON UN SWITCH (contador)
const int parts1 = 1;
const int parts2 = 2;
const int parts3 = 5;
const int parts4 = 10;
const int parts5 = 25;
const int parts6 = 50;
const int parts7 = 100;
const int parts8 = 250;

const int convOnTime = 50; //Tiempo en segundos que tarda en girar, añadir un margen
const int rotateDelay= 0; //Margen temporal en segundos hasta que la ultima gaveta gire

int rotState = 0;
int lastRotState = 0;

int swState = 1; //Estado del switch, 1 - apagado y 0 = encendido
int lastState = 1 //Ultimo estado
int count = 0; //Numero de piezas en la gaveta
int partsPerBin = 1; //Numero de piezas por gaveta deseadas

void setup () {
```

```
swState = digitalRead(swOutPin); //Lee el estado actual del switch

//Definimos la rotación según el switch
if (digitalRead(rot1Pin) == LOW){
    rotState = 1;
}

else if digitalRead(rot2Pin) == LOW){
    rotState = 2;
}

else if digitalRead(rot3Pin) == LOW){
    rotState = 3;
}

else if digitalRead(rot4Pin) == LOW){
    rotState = 4;
}

else if digitalRead(rot5Pin) == LOW){
    rotState = 5;
}

else if digitalRead(rot6Pin) == LOW){
    rotState = 6;
}

else if digitalRead(rot7Pin) == LOW){
    rotState = 7;
}

else if digitalRead(rot8Pin) == LOW){
    rotState = 8;
}

//COMPROBACIÓN ESTADO DEL SWITCH CON EL ESTADO PREVIO

if (swState != lastSwState) {

    //Si el estado ha cambiado, incrementa el contador
    if (swState == LOW) {
        //Si el estado actual es LOW entonces el switch ha ido de off a on
```

```
count++; //Incrementa en uno el contador
Serial.println("on");
Serial.print("Numero de activaciones del switch: ");
Serial.println(count);

//Margen temporal para evitar loops
for (int y = 0; y < convOnTime; y++) {
    delay (1000);
    Serial.println(y);
}
} else {
    //Si el estado actual es HIGH quiere decir que el switch ha ido de on a off
    Serial.println("off");
}
}

//SI EL SWITCH CAMBIA, CAMBIAR LAS VARIABLES

lastSwState = swState;

//Compara el estado actual del switch con su anterior

if (rotState != lastRotState){
    //Si el estado ha cambiado, cambia el valor del contador
    if (rotState == 1) {
        partsPerBin = parts1;
    }
    else if (rotState == 2) {
        partsPerBin = parts2;
    }
    else if (rotState == 3) {
        partsPerBin = parts3;
    }
    else if (rotState == 4) {
        partsPerBin = parts4;
    }
    else if (rotState == 5) {
        partsPerBin = parts5;
    }
    else if (rotState == 6) {
        partsPerBin = parts6;
    }
}
```

```
    else if (rotState == 7) {
      partsPerBin = parts7;
    }
    else if (rotState == 8) {
      partsPerBin = parts8;
    }
  }

//SI LA GAVETA ESTÁ LLENA, GIRA 36 GRADOS

lastRotState = rotState;

if (count == partsPerBin) { //Cuando el numero de piezas por gaveta = partsPerBin
  delay(rotateDelay*1000); //Margen de tiempo después de girar la gaveta
  for (int x = 0; x < 160; x++) { //160 pulsos 1/8 micropasos

    //Un pulso del paso
    digitalWrite(stepPin,HIGH);
    delayMicroseconds(2000);
    digitalWrite(stepPin,LOW);
    delayMicroseconds(2000);

  }
  count = 0; //Resetear el numero de piezas en la gaveta
}
```

G. Cumplimiento de la normativa

G 1. Legislación específica

Las máquinas tienen que cumplir, como mínimo, las siguientes legislaciones específicas

- Real Decreto: 1435/1992
 - Máquinas, componentes de seguridad. Marcaje CE.
- Real Decreto: 56/1995
 - Modifica la parte del texto del R.D 1435/1992.
- Real Decreto 1644/2008
 - Normas para la comercialización y servicio de las máquinas
- Directiva 98/37/CE
- Directiva 2006/42/CE

Se debe redactar un certificado con nombre “Declaración de conformidad”, en el cual se indica que el certificado corresponde a la legislación citada anteriormente.

Como la máquina ha sido diseñada posteriormente al año 1995, tiene que incluir los siguientes requisitos:

- Declaración de conformidad
- Marcaje CE
- Manual de instrucciones en castellano

La declaración de conformidad es un documento en el que el fabricante o el representante de este declara ante la Comunidad Europea que la máquina comercializada cumple con los requisitos que exige la ley en materia de seguridad y salud.

G 2. Declaración de conformidad CE

A continuación, se muestra el certificado de conformidad específico para la máquina en cuestión:

DECLARACIÓN CE DE CONFORMIDAD

Declarante:

Indústries Preciber S.A
Camí del Roquís, 75
Reus, 43350

Declaramos, bajo nuestra responsabilidad que la máquina:

Marca: PRECIBER
Tipo: SEPARADOR PIEZAS
NÚM. Serie: 092811
AÑO CONSTRUCCIÓN: 2020

Como se describe en la documentación adjunta, es conforme con el Real Decreto 1435/1992, que adapta la Directiva 89/392/CEE y sus modificaciones.

Declaramos, que esta máquina está incluida en el anejo IV del Real Decreto y ha sido examinada por la marca CE según el certificado n. 211816, que se adjunta, efectuado por el organismo de control:

Organismo de control

NOMBRE: Josep Ramon
APELLIDOS: Badia Barragan
Cargo: Oficina técnica

Lugar y fecha:

Reus, 17/06/202

Firma

G 3. Marcaje CE

La marca CE es el distintivo que acredita que la máquina se ha realizado conforme el conjunto de disposiciones del Real Decreto 1435/1992 modificado posteriormente por el Real Decreto 56/1995. Estos decretos definen las características de la marca de la siguiente manera:

- Está constituida por las iniciales CE y no va acompañada de ningún número.
- Los diferentes elementos de la marca CE deben tener sensiblemente la misma dimensión vertical, que no puede ser inferior a los 5 milímetros.
- La marca CE ha de estar colocada de manera clara y visible.
- Está prohibido colocar marcas o inscripciones que puedan crear confusión con la marca CE.

De la misma manera, se tendrá que poder identificar de manera clara y legible los siguientes datos:

- Nombre del fabricante o representante legal, o el importador
- Año de fabricación y/o suministro
- Tipo y número de fabricación
- Potencia en kW
- Contraseña de homologación si es necesario

A continuación, se muestra la chapa que incorporará la máquina con los gravados correspondientes:

INDÚSTRIES PRECIBER S.A

Camí del Roquís, 75
43206, REUS (Tarragona)

MODELO: IO092811

NÚM. DE SERIE: 092811

PESO: 9 Kg

POTENCIA: 1 kW

AÑO DE FABRICACIÓN: 2022



H. Programación temporal

H 1. Introducción

El diagrama PERT es una herramienta de representación gráfica que facilita la visualización de las tareas que están pendientes y las que se tienen que llevar a cabo durante la ejecución del proyecto. De este modo es posible estar informado en todo momento del tiempo que queda de ejecución y las operaciones a realizar.

Mediante este diagrama podemos identificar los caminos críticos en la realización del plan de trabajo.

Para la realización de la programación temporal, Industrias Preciber S.A cuenta hasta con tres equipos para la parte de ensamblaje, mecanización y montaje. Estos equipos tienen la facultad de realizar los mismos trabajos entre si e intercambiarse los unos con los otros. Teniendo en cuenta también las empresas externas que traen en el precio del equipo la instalación y puesta a punto de estos.

H 2. Identificación de procesos

A continuación, se muestran los procesos a llevar a cabo para la realización del proceso.

Tabla H.1 Identificación del proceso

IDENTIFICACIÓN DEL PROCESO			
CONCEPTO	ASIGNACIÓN	ANTERIOR	PERÍODO (DÍA)
Recepción de los materiales	A	-	20
Recepción de los componentes	B	A	15
Mecanización componentes	C	B	5
Montaje de la estructura	D	C	1
Montaje del soporte	E	D	1
Montaje del tambor	F	E	1
Instalación eléctrica y procesador	G	F	1
Ajuste de la programación	H	G	1
Puesta en marcha	I	H	1
Ajuste final	J	I	1

H 3. Diagrama PERT

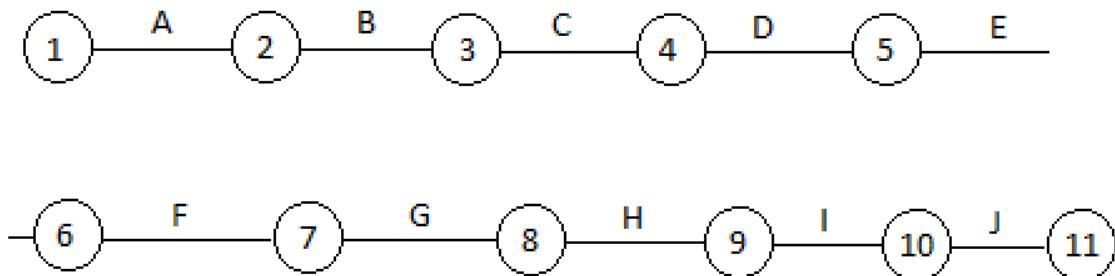


Fig. H.1 Diagrama PERT

H 4. Matriz de Zaderenko

Tabla H.2 Matriz de Zaderenko

t EARLY	i \ j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0	1	x	20									1
20	2		x	14								2
0	3			x	5							3
20	4				x	1						4
21	5					x	1					5
20	6						x	1				6
21	7							x	1			7
21	8								x	1		8
20	9									x	1	9
21	10										x	10
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	i \ j
		-24	-24	-4	10	15	16	17	18	19	20	t LAST

H 5. Camino crítico

El camino crítico del proyecto corresponde la propia ejecución en si, ya que es un proyecto de elaboración secuencial sin procesos en paralelos.

ACTIVIDAD	DESIGNACIÓN	DURACIÓN	ti	tj	ti*	tj*	Hi	Hj	HT ij	HL ij	HI ij
1 - 2	A	20	0	0	-24	-24	-24	-24	-44	-20	4
2 - 3	B	15	20	20	-24	0	-44	-20	-35	-15	29
3 - 4	C	5	0	0	-4	0	-4	0	-5	-5	-1
4 - 5	D	1	20	20	10	0	-10	-20	-21	-1	9
5 - 6	E	1	21	21	15	0	-6	-21	-22	-1	5
6 - 7	F	1	20	20	16	0	-4	-20	-21	-1	3
7 - 8	G	1	21	21	17	0	-4	-21	-22	-1	3
8 - 9	H	1	21	21	18	0	-3	-21	-22	-1	2
9 - 10	I	1	20	20	19	0	-1	-20	-21	-1	0
10 - Fin	J	1	21	21	20	0	-1	-21	-22	-1	0

$$H_i = t_i^* - t_i$$

(Eq. 24)

$$H_j = t_j^* - t_j$$

(Eq. 25)

$$HT_{ij} = t_j^* - t_i - t_{ji}$$

(Eq. 26)

$$HL_{ij} = t_j - t_i - t_{ji}$$

(Eq. 27)

$$HI_{ij} = t_j - t_i^* - t_{ji}$$

(Eq. 28)

H 6. Calendario de ejecución

En el calendario que se puede observar a continuación se establecen las fechas para cada una de las actividades.

- Fecha de inicio más inmediata – Delta ij
- Fecha de inicio más lejana – Delta ij*
- Fecha de finalización más inmediata – Delta b ij
- Fecha de finalización más lejana – Delta b ij*

Tabla H.3 Calendario de ejecución

ACTIVIDAD	Delta UP ij	Delta UP ij*	Delta DW ij	Delta DW ij*
1 - 2	0	-44	20	-24
2 - 3	20	-15	35	-24
3 - 4	0	-5	5	-4
4 - 5	20	-1	21	10
5 - 6	21	-1	22	15
6 - 7	20	-1	21	16
7 - 8	21	-1	22	17
8 - 9	21	-1	22	18
9 - 10	20	-1	21	19
10 - Fin	21	-1	22	20

$$\text{Delta UP } ij = ti$$

(Eq. 29)

$$\text{Delta UP } ij^* = ti + HT \text{ } ij = tj^* + tij$$

(Eq. 30)

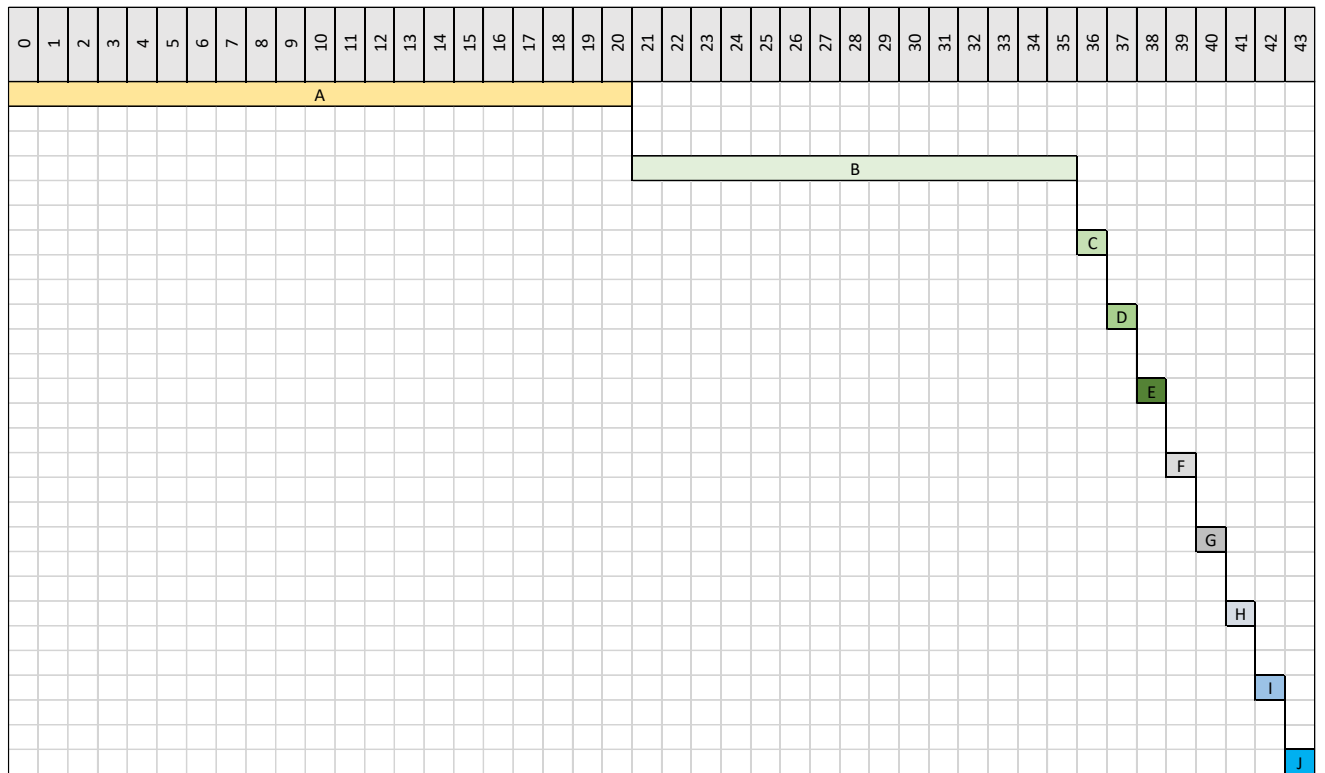
$$\text{Delta DW} = ti + tij$$

(Eq. 31)

$$\text{Delta DW}^* = tj^*$$

(Eq. 32)

Fig. H.2 Diagrama del calendario de ejecución



I. Justificación de precios

I 1. Precios básicos

I 1.1 Materiales

LISTADO DE MATERIALES VALORADO (Pres)

Máquina de inducción

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE
EM01	112,000 ud	Soporte motor-plato tam bor	75,00	8.400,00
EM02	112,000 ud	Plato del tam bor	91,50	10.248,00
EM03	112,000 ud	Chaveta	0,75	84,00
EM04	112,000 ud	Placa acoplamiento a maquina	53,20	5.958,40
			Grupo EM0.....	24.690,40
ES01	168,000 m	Perfil ITEM	17,50	2.940,00
ES02	224,000 ud	Escuadras	8,50	1.904,00
ES04	2.464,000 ud	Tomilleria M3	0,30	739,20
ES05	2.464,000 ud	Arandela M3	0,12	295,68
ES06	2.240,000 ud	Medialuna ITEM	3,15	7.056,00
			Grupo ES0.....	12.934,88
FIL	420,000 ud	Filamento PLA 3D	17,50	7.350,00
			Grupo FIL.....	7.350,00
IE01	112,000 ud	Motor paso por paso	32,74	3.666,88
IE02	112,000 ud	Procesador Arduino UNO	27,00	3.024,00
IE03	33,600 ud	Cableado eléctrico	6,12	205,63
IE04	112,000 ud	Selector	46,28	5.183,36
IE05	112,000 ud	Driver paso-paso N17	20,50	2.296,00
IE06	112,000 ud	Driver WiFi Arduino	8,30	929,60
			Grupo IE0.....	15.305,47
			TOTAL.....	60.280,75

I 1.2 Mano de obra

LISTADO DE MANO DE OBRA VALORADO (Pres)

Máquina de inducción

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE
OFE1	224,000 h	Oficial 1º electrico	20,50	4.592,00
OFE2	560,000 h	Oficial 3º electrico	13,50	7.560,00
			Grupo OFE.....	12.152,00
OFM1	2.072,000 h	Oficial 1º mecanico	20,50	42.476,00
			Grupo OFM.....	42.476,00
			TOTAL.....	54.628,00

*I 1.3 Maquinaria***LISTADO DE MAQUINARIA VALORADO (Pres)****Máquina de inducción**

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE
M3D	1.456,000 h	Maquina 3D	1,50	2.184,00
			Grupo M3D.....	2.184,00
			TOTAL.....	2.184,00

J. Estudio financiero

K 1. Inversión

Industrias Preciber S.A tiene el objetivo de amortizar la máquina en un plazo de un año una vez puesta en marcha.

K 2. Estudio de rentabilidad en la empresa

La rentabilidad de la inversión la compararemos con respecto al coste de los operarios de producción que separan piezas hoy en día.

Industrias Preciber S.A dispone de 15 operarios (4 operarios/turno) para gestionar la separación de las piezas, del cual dedican aproximadamente un 60% de la jornada en la ubicación de las piezas a pié de máquina.

- El coste de un operario – 18.000€

El coste sobre el número de reclamaciones debidas a motivos de calidad relacionados con la identificación e inspección corresponde a un 1,2% sobre la facturación del ejercicio 20-21.

La inversión de una máquina es de 1921 €, y contando que Industrias Preciber S.A quiere invertir en las 112 máquinas, la inversión final sería de 215050 €.

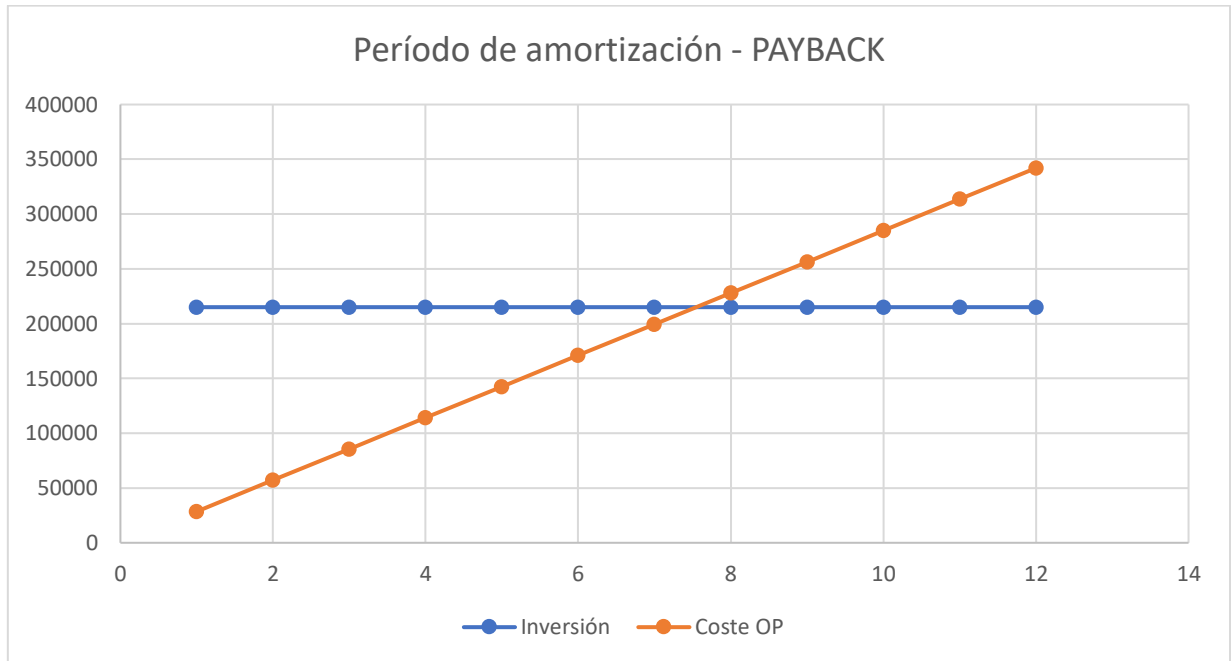
$$\begin{aligned} \textit{Amortización} &= \frac{\textit{Inversion inicial}}{\textit{Costes operario} + \textit{Costes reclamaciones}} \\ &= \frac{215050}{18000 \cdot 12 \cdot 0,6 + 0,012 \cdot 15000000} = 0,62 \end{aligned}$$

(Eq. 33)

Esta cifra equivale a 7 meses y 17 días.

El coste total de inversión es inferior a un año, por lo tanto, cumplimos el condicionante económico.

El gráfico que se muestra a continuación sirve para comparar el coste de operario y de calidad contra la inversión inicial de la máquina. El punto de equilibrio se encuentra próximo a los 8 meses.



K 3. Cálculo de VAN y TIR

A continuación, se muestra una tabla donde se ha calculado el VAN acumulado para la máquina.

Los datos iniciales de partida son (considerando una tasa de descuento del 5%)

Tabla K.1 Datos para el cálculo de VAN

COSTE CON PROYECTO	215050
COSTE SIN PROYECTO	342000

Se observa como un año después de la inversión el VAN pasa de ser negativo a positivo. Indicando que la empresa obtiene beneficios a cambio si cumple con las condiciones anteriores.

Tabla J.2 Cálculo de VAN

AÑO	COSTE CON PROYECTO (€)	COSTE SIN PROYECTO (€)	INVERSIÓN (€)
0	0	0	215050
1	215050	342000	0
2	215050	342000	0
3	215050	342000	0
4	215050	342000	0
5	215050	342000	0

Tabla J.3 Cálculo de VAN 2

AÑO	DELTA FLUJO (€)	VAN ANUAL (€)	VAN ACUM. (€)
0	-215050	-215050	-215050
1	126950	126950	342000
2	126950	126950	468950
3	126950	126950	595900
4	126950	126950	722850
5	126950	126950	849800

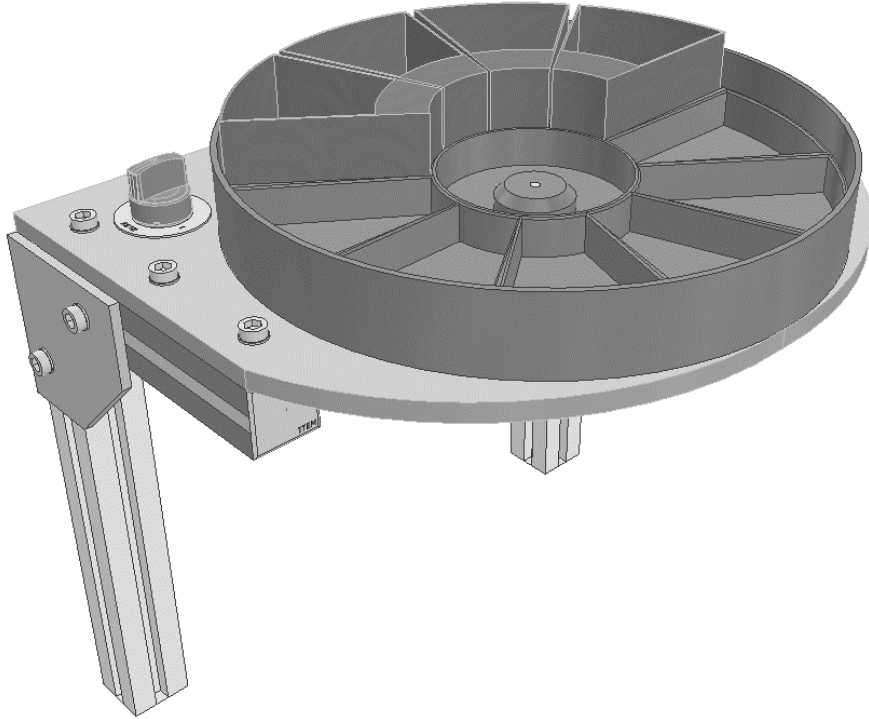
Si calculamos el % de TIR para el primer año, mediante la fórmula =TIR de EXCEL obtenemos una rentabilidad del 59%. Es un proyecto claramente rentable.

K. Manual del usuario

A continuación, el manual del usuario de la máquina.

MANUAL DE USUARIO

MODELO: IO093956



ÍNDICE

L. Manual del usuario

L. 1 Declaración CE de conformidad.....	184
L 2. Ficha técnica.....	185
L 3. Responsabilidad y garantía.....	186
L 4. Descripción de la máquina.....	187
L 5. Preparación.....	188
L 6. Mantenimiento.....	189
L 7. Clasificación de las piezas.....	189

L 1. Declaración CE de conformidad

La empresa: Industries Preciber S.A

Camí del Roquís, 75.

43206, Reus

Declara bajo su responsabilidad que la máquina de tratamientos térmicos

Modelo: xxxxx

Tipo: Especial

Número de serie: xxxx

Está en conformidad con la Directiva de Máquinas 92/392/CEE y sus modificaciones correspondientes 91/368/CEE, 93/44/CEE y 93/68/CEE.

Nombre: Josep Ramon

Apellidos: Badia Barragan

Cargo: Ingeniero Técnico

Lugar: Reus (Tarragona)

Fecha: 12 de junio de 2020

Firma

L 2. Ficha técnica

Fabricante: Industrias Preciber S.A

Dirección: Camí del Roquís, 75. 43206. Reus

Teléfono: 977 338 522

Correo electrónico: jrbadia@preciber.com

- Dimensiones:
 - Anchura: 400 mm
 - Altura: 400 mm
 - Profundidad: 400 mm
 - Peso: 8 Kg
- Suministro:
 - Tensión: 220 V
 - Frecuencia: 50 Hz
 - Potencia: 1 kW
 - Aire comprimido: NA
 - Consumo de aire: NA
 - Presión aire: NA

Instalación:

La máquina tiene que estar en una ubicación con las siguientes características

- Situada sobre un plano de trabajo horizontal
- Ambiente libre de polvo y vapores (aceite, humedad, etc.)
- Temperatura entre 10°C y 35°C
- Humedad relativa entre 10% y 75%

L 3. Responsabilidad y garantía

Esta máquina ha sido diseñada y construida de acuerdo con las normas de seguridad vigentes, un uso inadecuado o diferente al mencionado en las normas o en este manual implicará que no nos haremos responsables tanto en daños personales como materiales dañados de la máquina ya sea en conjuntos o subconjuntos.

La máquina está destinada para la separación de piezas del sector del decoletaje.

Únicamente se tiene que operar la máquina en perfecto estado técnico y conforme a lo explicado en este manual, la ley de prevención de riesgos laborales y las directivas específicas en el ámbito de seguridad, tanto por las operaciones normales de producción como para cualquier intervención de preparación de la máquina o del mantenimiento.

Antes de poner la máquina en marcha se ha de verificar que se encuentra en perfecto estado y además se debe verificar que no ha sido modificada, de la misma manera se tiene que verificar que no se ha sustituido cualquier parte original. Especialmente comprobar las protecciones, que están correctamente colocadas y fijadas, así como los cuadros eléctricos correctamente cerrados.

Las personas encargadas de la máquina deben haber comprendido perfectamente la operativa de la máquina y en especial todo aquello que tenga que ver con la seguridad. Cualquier persona que realice el mantenimiento tiene que estar especialmente cualificada para realizarlo y estar correctamente formada en seguridad personal.

L 4. Descripción de la máquina

IO012341 es una máquina diseñada para la separación de piezas a pié de máquina.

La máquina está formada por un sistema de posicionado y rotación de las piezas sobre un tambor con gavetas.

POSICIONADO

Las piezas caen sobre gavetas, una vez acumuladas por contador o temporizador el tambor gira para separar la producción.

L 5. Preparaciones

Para poder realizar las preparaciones con mayor comodidad se el acceso al código base de Arduino.

Basta con definir el número de piezas a separar por producción o su equivalente temporal.

Para ajustar las gavetas basta con sustituir una con otra de diferente tamaño.

L 6. Mantenimiento

Para asegurar el correcto funcionamiento de la máquina es imprescindible que todo se encuentre en perfecto estado técnico y de limpieza.

Es imprescindible que periódicamente se realice una limpieza a fondo de todo el circuito que realizan las piezas para evitar restos de viruta, polvo o suciedad de cualquier tipo que pueda contaminar las piezas.

Trabajo Fin de Máster
Ingeniería Industrial



**Proyecto de separador de piezas automático para
piezas del sector de decoletaje**

VOLUMEN III
Documentos: ANEJOS [M]

Autor: Josep Ramon Badia Barragan
Tutor: Genaro González Baixauli
Fecha: Junio 2022

Trabajo Fin de Máster
Ingeniería Industrial



**Proyecto de separador de piezas automático para
piezas del sector de decoletaje**

Documento 3: ANEJOS [M]

Autor: Josep Ramon Badia Barragan
Tutor: Genaro González Baixauli
Fecha: Junio 2022

ÍNDICE DE ANEJOS [M]

M CATÁLOGOS	4
M. 1 Perfiles 8 – Dimensión modular 40 mm	4
M. 2 Tapa de perfil 8	6
M. 3 Selector negro Kraus & Naimer Interruptor	7
M. 4 Motor paso a paso RS PRO 2.8V eje 5 mm	11
M. 5 Caja adaptable para instrumentación	12

M CATÁLOGOS

M. 1 Perfiles 8 – Dimensión modular 40 mm



Perfiles 8 - dimensión modular de 40 mm

El estándar para ingenieros

- La serie versátil, universal y robusta
- Tres variantes para construcciones de carga optimizada
- Disponibles con ranuras abiertas y cerradas
- Productos de la serie X también disponibles



El sistema de construcción MB de Item constituye una base probada para máquinas e instalaciones de cualquier magnitud. Es por ello que los perfiles 8 son los más utilizados de la serie a nivel mundial. Gracias a su diseño, los perfiles de aluminio son ligeros y robustos, de aplicación flexible y larga vida útil. Permite encontrar una solución a cualquier tarea de construcción, gracias a la gran selección de módulos de los perfiles 8.



Los perfiles con ranuras cerradas son particularmente fáciles de limpiar y se pueden combinar con perfiles convencionales.

Algunas secciones ofrecen ranuras cerradas que se pueden abrir fácilmente.



Mediante los perfiles de la serie X, se pueden construir estructuras con superficies cerradas. El radio mínimo de los cantos permite construir una unión invisible entre los perfiles sin cantos salientes, que no deja entrar el polvo ni la suciedad. Estéticamente, la serie X también supone una ventaja.

Los perfiles de la serie X utilizan la ranura de la serie 8, de modo que son compatibles con todos los accesorios de la serie.

Materiales usados en todos los productos citados a continuación:

Al, anodizado



Perfil B 40x40 E



A [cm ²]	m [kg/m]	I _x [cm ⁴]	I _y [cm ⁴]	I _z [cm ⁴]	W _x [cm ³]	W _y [cm ³]
5,07	1,37	7,38	7,38	1,09	3,69	3,69
natural, corte máx. 6000 mm						7.0.000.09
natural, 1 pza. long. 6000 mm						0.0.452.79



Perfil B 40x40 L



A [cm ²]	m [kg/m]	I _x [cm ⁴]	I _y [cm ⁴]	I _z [cm ⁴]	W _x [cm ³]	W _y [cm ³]
6,46	1,74	9,00	9,00	1,36	4,50	4,50
natural, corte máx. 6000 mm						0.0.026.33
natural, 1 pza. long. 6000 mm						0.0.452.81
natural, 1 pza. long. 3000 mm						0.0.452.80
negro, corte máx. 6000 mm						0.0.026.35
negro, 1 pza. long. 6000 mm						0.0.452.83



Perfil B 40x40 H



A [cm ²]	m [kg/m]	I _x [cm ⁴]	I _y [cm ⁴]	I _z [cm ⁴]	W _x [cm ³]	W _y [cm ³]
9,16	2,47	13,96	13,96	1,88	6,98	6,98
natural, corte máx. 6000 mm						0.0.026.03
natural, 1 pza. long. 6000 mm						0.0.452.65
natural, 1 pza. long. 3000 mm						0.0.452.66

**Perfil 8 40x40 1N L**

A [cm ²]	m [kg/m]	I _y [cm ⁴]	I _x [cm ⁴]	I _z [cm ⁴]	W _y [cm ³]	W _x [cm ³]
6,61	1,78	9,54	9,01	3,14	4,66	4,50

natural, corte máx. 6000 mm 0.0.422.72

natural, 1 pza. long. 6000 mm 0.0.452.68

**Perfil 8 40x40 2N90 E**

A [cm ²]	m [kg/m]	I _y [cm ⁴]	I _x [cm ⁴]	I _z [cm ⁴]	W _y [cm ³]	W _x [cm ³]
4,83	1,30	8,06	8,06	4,82	3,87	3,87

natural, corte máx. 6000 mm 7.0.000.06

natural, 1 pza. long. 6000 mm 0.0.452.69

**Perfil 8 40x40 2N90 L**

A [cm ²]	m [kg/m]	I _y [cm ⁴]	I _x [cm ⁴]	I _z [cm ⁴]	W _y [cm ³]	W _x [cm ³]
6,80	1,84	9,64	9,64	5,56	4,70	4,70

natural, corte máx. 6000 mm 0.0.404.50

natural, 1 pza. long. 6000 mm 0.0.452.71

negro, corte máx. 6000 mm 0.0.406.43

negro, 1 pza. long. 6000 mm 0.0.452.73

**Perfil 8 40x40 2N180 E**

A [cm ²]	m [kg/m]	I _y [cm ⁴]	I _x [cm ⁴]	I _z [cm ⁴]	W _y [cm ³]	W _x [cm ³]
4,95	1,33	8,05	8,63	4,64	4,02	4,30

natural, corte máx. 6000 mm 7.0.000.03

natural, 1 pza. long. 6000 mm 0.0.452.74

**Perfil 8 40x40 2N180 L**

A [cm ²]	m [kg/m]	I _y [cm ⁴]	I _x [cm ⁴]	I _z [cm ⁴]	W _y [cm ³]	W _x [cm ³]
6,78	1,83	10,12	9,12	4,99	5,05	4,55

natural, corte máx. 6000 mm 0.0.404.51

natural, 1 pza. long. 6000 mm 0.0.452.76

**Perfil 8 40x40 3N L**

A [cm ²]	m [kg/m]	I _y [cm ⁴]	I _x [cm ⁴]	I _z [cm ⁴]	W _y [cm ³]	W _x [cm ³]
6,96	1,90	9,62	10,22	8,27	4,70	5,11

natural, corte máx. 6000 mm 0.0.480.26

natural, 1 pza. long. 6000 mm 0.0.454.37

**Perfil 8 40x40 4N L**

Perfil con fácil apertura de ranura(s)

A [cm ²]	m [kg/m]	I _y [cm ⁴]	I _x [cm ⁴]	I _z [cm ⁴]	W _y [cm ³]	W _x [cm ³]
6,86	1,86	9,79	9,79	8,02	4,89	4,89

natural, corte máx. 6000 mm 0.0.489.11

natural, 1 pza. long. 6000 mm 0.0.488.88

**Perfil 8 80x40 E**

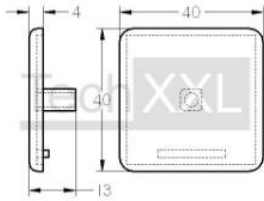
A [cm ²]	m [kg/m]	I _y [cm ⁴]	I _x [cm ⁴]	I _z [cm ⁴]	W _y [cm ³]	W _x [cm ³]
8,93	2,42	15,15	57,81	9,42	7,58	14,45

natural, corte máx. 6000 mm 7.0.000.26

natural, 1 pza. long. 6000 mm 0.0.452.39

M. 2 Tapa de perfil 8

Tapa 8 40x40



Datos técnicos

serie: surco 8

Typ: I

Dimensiones (mm): 40 x 40 x 12

material: PA-GF schwarz

peso: 0,005 Kg

TIN: 100184

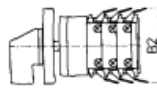
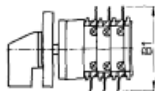
Dimensions mm
inch

Additional Length

Quick connects for switches CA4, CA4-1, CR

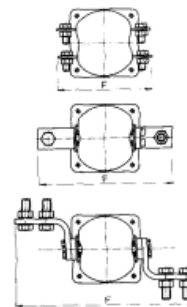
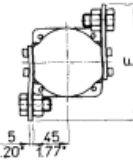
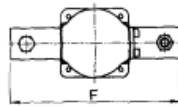
with quick connects

with angled connects



	CA4	CA4-1	CR10	CR11
B1	33	54	54	54
	1.3	2.13	2.13	2.13
B2	-	48	48	48
	-	1.89	1.89	1.89

Terminal lugs for switches C315, C316 and L-switches



	C315	C316	L400	L600
F	180	208	208	256
	7.09	8.19	8.19	10.08
L	1200	1600	1600	2000
	1200	1600	1600	2000

	L350	L630	L1000	L1250	L351	L631	L1001	L1251	C315	C316	L400	L600	L800	L1200	L1600	L2000
F	190	220	230	240	138	148	148	148	150	180	180	208	256	326	326	326
	7.48	8.66	9.06	9.45	5.43	5.83	5.83	5.83	5.91	7.09	7.09	8.19	10.08	12.83	12.83	12.83

Length L

Stages	CA10 CR10											C125				C315	
	CA4 CA4-1	CAD11 CAD12	CA11 CR11	CA20	CA25	CA10B	CA11B	CA20B	CA25B	C26	C32	C42	C43	C80	L-switches Size S2	L-switches Size S3	
1	30 1.18	31.7 1.25	34.9 1.37	35.9 1.41	37.2 1.44	37.9 1.49	41.1 1.62	42.1 1.66	43.4 1.71	41 1.61	45.8 1.8	49.8 1.96	59 2.32	61.5 2.42	67.5 2.66	78.6 3.09	
2	38 1.5	41.2 1.62	47.6 1.87	48.6 1.91	51.2 2.02	47.4 1.87	53.8 2.12	54.8 2.16	57.4 2.26	53.7 2.11	63.3 2.47	71.3 2.81	80.5 3.17	88 3.46	100 3.94	117.2 4.61	
3	46 1.81	50.7 2	60.3 2.37	61.3 2.41	65.2 2.57	56.9 2.24	66.5 2.62	67.5 2.66	71.4 2.81	66.4 2.61	80.8 3.18	92.8 3.65	102 4.02	114.5 4.51	132.5 5.22	155.8 6.13	
4	54 2.13	60.2 2.37	73 2.87	74 2.91	79.2 3.12	66.4 2.61	79.2 3.12	80.2 3.16	85.4 3.36	79.1 3.11	98.3 3.87	114.3 4.5	123.5 4.86	141 5.55	165 6.5	194.4 7.65	
5	62 2.44	69.7 2.74	85.7 3.37	86.7 3.41	93.2 3.67	75.9 2.99	91.9 3.62	92.9 3.66	99.4 3.91	91.8 3.61	115.8 4.56	135.8 5.35	145 5.71	167.5 6.59	197.5 7.78	233 9.17	
6	70 2.76	79.2 3.12	98.4 3.87	99.4 3.91	107.2 4.22	85.4 3.36	104.6 4.12	105.6 4.16	113.4 4.46	104.5 4.11	133.3 5.25	157.3 6.19	166.5 6.56	194 7.64	230 9.06	271.6 10.69	
7	78 3.07	88.7 3.49	111.1 4.37	112.1 4.41	121.2 4.77	94.9 3.74	117.3 4.62	118.3 4.66	127.4 5.01	117.2 4.61	150.8 5.94	178.8 7.04	188 7.4	220.5 8.69	262.5 10.33	310.2 12.21	
8	86 3.39	98.2 3.87	123.8 4.87	124.8 4.91	135.2 5.32	104.4 4.11	130 5.12	131 5.16	141.4 5.56	129.9 5.11	168.3 6.63	200.3 7.89	209.5 8.25	247 9.72	295 11.61	348.8 13.73	
9	94 3.7	107.7 4.24	136.5 5.37	137.5 5.41	149.2 5.87	113.9 4.48	142.7 5.62	143.7 5.66	155.4 6.11	142.6 5.61	185.8 7.32	221.8 8.73	231 9.09	273.5 10.77	321.5 12.69	387.4 15.25	
10	-	117.2 4.61	149.2 5.87	150.2 5.91	163.2 6.43	123.4 4.86	155.4 6.12	156.4 6.16	169.4 6.66	155.3 6.11	203.3 8	243.3 9.59	252.2 9.94	300 11.81	360 14.17	426 16.77	
11	-	126.7 4.99	161.9 6.37	162.9 6.41	177.2 6.98	132.9 5.23	168.1 6.62	169.1 6.66	183.4 7.21	168 6.61	220.8 8.69	264.8 10.42	274 10.79	326.5 12.85	392.5 15.45	464.6 18.29	
12	-	136.2 5.36	174.6 6.87	175.6 6.91	191.2 7.53	142.4 5.61	180.8 7.12	181.8 7.16	197.4 7.76	180.7 7.11	238.3 9.38	286.3 11.27	295.5 11.63	353 13.9	425 16.73	503.2 19.81	

Technical Data

C, CA Switches

Selection Data	CA4 CA10 CA11 CA20 CA25 C42
	CA4-1 CA10B CA11B CA20B CA25B C26 C32 C43 C80 C125 C315/C316

Rated Insulation Voltage U_i	IEC 60947-3, EN 60947-3 ¹	V	440	690	690	690	690	690	690	690	690	690	690/1000	
	VDE 0660 part 107 ¹	V	380	660	660	660	690	660	660	660	660	660	660	
	SEV ⁴	V	300	300	600	600	300	600	600	600	600	600	600	
	UL/Canada CEE/NEMKO	V	400/380	380	400	400	-	400	400	400	400	-	-	
Rated Impulse Withstand Voltage U_{imp}		kV	4	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6/8	
Rated Thermal Current I_{th}	IEC 60947-3, EN 60947-3	A	10	20	20	25	32	32	50	63	115	150	315	
	VDE 0660 part 107	A	10	20	20	25	32	32	50	63	115	150	315	
	SEV ⁴	A	10	16	16	25	32	32	40	63	100	160	315	
	UL/Canada	A	10	20 ⁵	20 ⁵	30	30	35	50	65	100	150	240	
Rated Operational Current I_n	AC-21A Switching of resistive loads, including moderate overloads	IEC 60947-3, EN 60947-3 VDE 0660 part 107	A	10	20	20	25	32	32	40	63	100	150	315
	AC-1 Resistive or low inductive loads	SEV ⁴	A	10	16	16	25	32	32	40	63	100	160	315
		380 V	A	-	12	12	25	32	32	40	63	-	-	315
		660 V	A	10	20 ⁵	20 ⁵	30	30	35	50	65	100	150	240
	AC-22A Switching of combined resistive or low inductive loads including moderate overloads	IEC 60947-3, EN 60947-3 VDE 0660 part 107	A	10	20	20	25	32	32	40	63	100	150	315
		220 V-500 V	A	-	20	20	25	32	32	40	63	100	125	125
		660 V-690 V	A	-	20	20	25	32	32	40	63	100	125	125
	AC-15 Switching of control devices, contactors, valves etc.	IEC 60947-3, EN 60947-3 VDE 0660 part 107	A	2,5	5	5	8	12	14	16	-	-	-	-
		220 V-240 V	A	1,5	4	4	5	6	6	7	-	-	-	-
		380 V-440 V	A	1,5	4	4	5	6	6	7	-	-	-	-
	Pilot Duty	UL/Canada ⁴	VAC	300	300	600	600	300	600	600	600	600	600	-
	Ampere Rating	UL/Canada ⁴	A	10	20 ⁵	20 ⁵	30	30	35	50	65	100	150	240
Resistive load/motor load	CEE	A	4/2	10/6	10/6	16/10	-	25/10	32/10	40/10	63/10	-	-	
	NEMKO	A	6/4 ²	10/6	-	20/10	-	-	-	-	-	-	-	
Short Circuit Protection	Max. fuse size (gL-characteristic)	A	10	25	25	35	35	50	63	80	125	200	315	
	Rated short-time withstand current (1s-current)	A	60	140	140	280	480	350	800	1000	1300	2000	4200	

DC Switching Capacity	No. of series contacts	1	2	3	4	5	6	8	A	Rated Operational Current I_n										
		Voltage V								CA4	CA10	CA11	CA20	CA25					C315 ³	
	Resistive loads	T ≤ 1 ms	24	48	70	95	120	145	190	10	20	20	25	32	-	50	-	115	-	315
			48	95	140	190	240	290	350	6	12	12	20	25	32	40	63	100	150	250
			60	120	180	240	300	360	450	2,5	4,5	4,5	7,5	10	23	27	30	-	-	-
			110	220	330	440	550	660	-	0,7	1	1	1,5	2	6,5	-	-	-	-	-
	Inductive loads	T = 50 ms	24	48	70	95	120	145	190	6	12	12	20	25	32	40	63	100	150	250
			30	60	90	120	150	180	240	3	5	5	9	12	25	30	55	33	50	70
			48	95	140	190	240	290	350	1	2	2	3	3	16	20	-	-	-	-
			60	120	180	240	300	360	450	0,7	1	1	1,5	1,5	11	15	-	-	-	-
	110	220	330	440	550	660	-	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	3,2	3,5	-	-	-	-		
	440	660	-	-	-	-	-	0,2	0,27	0,27	0,3	0,3	0,4	-	-	-	-	-		
Ambient Temperature of Stages										55 °C during 24 hours with peaks up to 60 °C at 100 % load										

¹Valid for lines with grounded common neutral termination, overvoltage category III, pollution degree 3. Values for other supply systems on request.
²Valid for CA4 only. ³DC switching capacity applies to ON/OFF switches. Switching capacity for other configurations on request. ⁴International Standards and Approvals, refer to page 39. ⁵Canada max. 16 A.

Technical Data

C, CA Switches

Selection Data	CA4	CA10	CA11	CA20	CA25		CA2		C315	
	CA4-1	CA10B	CA11B	CA20B	CA25B	C26	C32	C43	C80	C125

Rated Utilization Category		IEC 60947-3, EN 60947-3 VDE 0660 part 107													
AC-2	Slip ring motor starting, reversing and plugging, star-delta starting CA4-C32	3 phase	220 V-240 V	kW	2,5	4	4	5,5	7,5	8	10	18,5	30	37	55
		3 pole	380 V-440 V		4,5	7,5	7,5	11	15	15	18,5	30	45	55	90
			500 V		-	10	10	15	18,5	18,5	22	40	55	75	110
			660 V-690 V		-	10	10	13	15	15	22	37	55	55	55
AC-3	Direct-on-line starting, star-delta starting C42-C315	3 phase	220 V-240 V	kW	1,5	3	3	4	5,5	5,5	7,5	11	15	22	37
		3 pole	380 V-440 V		2,2	5,5	5,5	7,5	11	11	15	18,5	30	37	55
			500 V		-	5,5	5,5	7,5	11	11	15	18,5	30	37	55
			660 V-690 V		-	5,5	5,5	7,5	11	11	15	18,5	30	37	37
		1 phase	110 V	kW	0,3	0,6	0,6	1,5	2,2	2,2	2,5	3	3,7	5,5	11
		2 pole	220 V-240 V		0,55	2,2	2,2	3	4	4	5,5	6	7,5	11	22
			380 V-440 V		0,75	3	3	3,7	5,5	5,5	7,5	11	13	18,5	30
AC-4	Direct-on-line starting, reversing, plugging and inching	3 phase	220 V-240 V	kW	0,37	0,55	0,55	1,5	2,5	2,7	3,7	5,5	6	10	15
		3 pole	380 V-440 V		0,55	1,5	1,5	3	5,5	5,5	6	7,5	12	15	25
			500 V		-	1,5	1,5	3	5,5	5,5	6	7,5	12	15	25
			660 V-690 V		-	1,5	1,5	3	5,5	5,5	6	7,5	12	15	22
		1 phase	110 V	kW	0,15	0,3	0,3	0,45	0,75	0,75	1,1	1,2	1,5	2,2	4
		2 pole	220 V-240 V		0,25	0,75	0,75	1,1	1,5	1,5	2,2	2,4	3	4	7,5
			380 V-440 V		0,5	1,5	1,5	2,2	3	3	3,7	4	5,5	7,5	11
AC-23A	Frequent switching of motors or other high inductive loads	3 phase	220 V-240 V	kW	1,8	3,7	3,7	5,5	7,5	7,5	11	15	30	37	75
		3 pole	380 V-440 V		3	7,5	7,5	11	15	15	22	30	45	75	132
			500 V		-	7,5	7,5	11	15	15	30	45	55	90	132
			660 V-690 V		-	7,5	7,5	11	15	15	22	55	65	65	37
		1 phase	110 V	kW	0,37	0,75	0,75	1,5	2,2	2,2	2,5	4	5,5	11	18,5
		2 pole	220 V-240 V		0,75	2,5	2,5	3	4	4	5,5	10	15	22	37
			380 V-440 V		1,1	3,7	3,7	5,5	7,5	7,5	11	18,5	22	37	55
Ratings		UL/Canada													
Standard motor load DOL-Rating (similar AC-3)	3 phase	120 V	HP	0,75	1,5	1,5	3	5	5	7,5	7,5	10	15	30	
		240 V		1	3	3	7,5	10	10	15	15	20	25	75	
		480 V		-	-	5	10	-	20	25	25	30	40	75	
		600 V		-	-	5	10	-	25	30	30	40	50	60	
	1 phase	120 V	HP	0,33	0,5	0,5	1,5	2	2	3	3	5	7,5	15	
		240 V		0,75	1	1	3	5	5	7,5	7,5	10	15	40	
		277 V		0,75	2	2	3	5	5	7,5	7,5	10	15	40	
		480 V		-	-	2	5	-	10	15	15	20	25	50	
	2 pole	600 V	-	-	2	5	-	15	20	20	25	30	50		

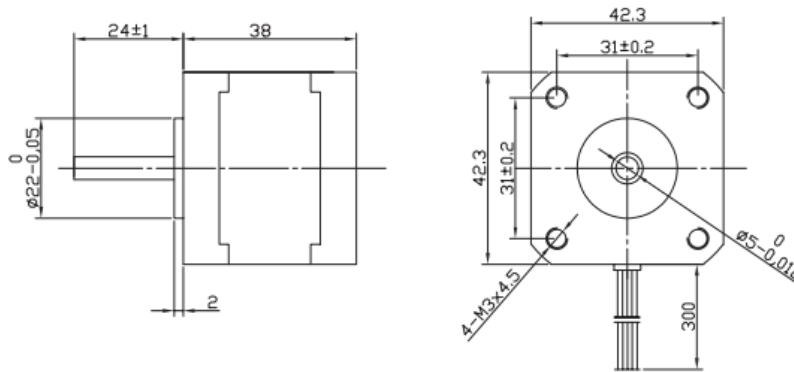
Heavy motor load Reversing-Rating (similar AC-4)	3 phase	120 V	HP	-	0,5	0,5	1	2	2	3	5	7,5	10	15	
		240 V		-	1	1	2	3	3	5	7,5	15	20	30	
		480 V-600 V		-	-	3	5	-	10	15	20	25	30	40	
	1 phase	120 V	HP	-	0,17	0,17	0,33	1,5	1,5	1,5	2	3	5	7,5	
		240 V		-	0,5	0,5	0,75	3	3	3	5	7,5	10	15	
		277 V		-	0,6	0,6	1	3	3	3	5	7,5	10	15	
Max. Permissible Wire Gage															
Single-core or stranded wire				mm ²	2x	2x	2x	2x	2x	2x	2x	2x	2x	2x	2x
				AWG	1,5	2,5	2,5	4	6	6	10	16	35	70	185 ¹
					14	12	12	10	8	8	8	6	2	2/0	MCM
															350
Flexible wire (sleeving in accordance with DIN 46228)				mm ²	2x	2x	2x	2x	2x	2x	2x	2x	2x	2x	2x
					1,5	2,5	2,5	4	4	6	6	10	25	50	
					(-)	(2,5)	(2,5)	(2,5)	(4)	(4)	(6)	(10)	(25)	(50)	150 ¹
				AWG	16	14	14	12	10	10	8	6	3	1/0	

¹Cable lug must accept M12 screw.

M. 4 Motor paso a paso RS PRO 2.8V eje 5 mm



Datasheet



Characteristics

- STEP ANGLE
1,8°

- STEP ANGLE ACCURACY
± 5%

- INSULATION CLASS
B

- AMBIENT TEMPERATURE
-20°C +50°C

- TEMP. RISE
80°C MAX (RATED CURRENT, 2 PHASE ON)

- INSULATION RESISTANCE
100 M OHM MIN. 500 VDC

- DIELECTRIC STRENGTH
500 VAC FOR ONE MINUTE

- SHAFT RADIAL PLAY
0,02 MAX (450 G LOAD)

- SHAFT AXIAL PLAY
0,08 MAX. (450 G LOAD)

- MAX RADIAL FORCE
28 N (20 MM FROM FRONT FLANGE)

- MAX AXIAL FORCE
10 N

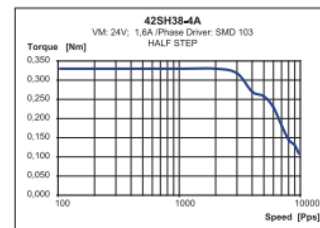
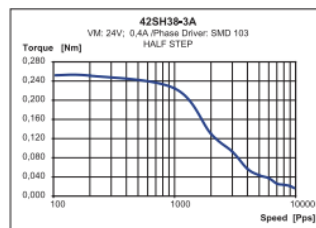
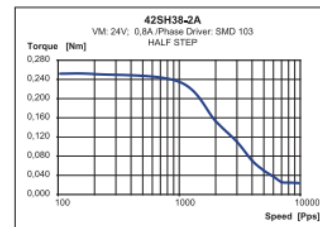
Connection

LEAD N°	COLOR	GAUGE	FUNCTION
1	BLACK	UL1430 AWG26	PHASE A
2	GREEN	UL1430 AWG26	PHASE A-
3	RED	UL1430 AWG26	PHASE B
4	BLUE	UL1430 AWG26	PHASE B-
UNIPOLAR MOTOR			
5	YELLOW	UL1430 AWG26	COM PHASE A
6	WHITE	UL1430 AWG26	COM PHASE B

Specification

Model		42SH38-1A	42SH38-2A	42SH38-3A	42SH38-4A	
1	RATED VOLTAGE	V	4	6	12	2,8
2	CURRENT/PHASE	A	1,2	0,8	0,4	1,68
3	RESISTANCE/PHASE	Ω	3,3	7,5	30	1,65
4	INDUCTANCE/PHASE	MH	3,4	6,7	30	3,2
5	HOLDING TORQUE	NM	0,259	0,259	0,259	0,36
6	ROTOR INERTIA	G-CM ²	54	54	54	54
7	WEIGHT	KG	0,28	0,28	0,28	0,28
8	NUMBER OF LEADS	N°	6	6	6	4

Speed vs. Torque Characteristics



M. 5 Caja adaptable para instrumentación

Datasheet

RS Pro Flat Roof Terminal & Control Enclosure



Specifications:

Stock No:	471-1580
Material:	316 - 1.4404 - V4A Stainless Steel
Finish:	Satin (Brushed)
Dimensions (H x W x D mm):	100 x 100 x 50
Thickness (mm):	1.2 (minimum)
Gear Plate / DIN Rail:	DIN Rail
Rating:	IP69K, IP66 or Type 1 / 12 / 13 / 4 / 4X* DIN VDE 0470 TEIL 1/11.92 BS EN 60529 : 1992 IEC 529 : 1989
Earthing:	Earth terminals & 1 earth link

Trabajo Fin de Máster
Ingeniería Industrial



**Proyecto de separador de piezas automático para
piezas del sector de decoletaje**

VOLUMEN IV
Documentos: PLANOS [M]

Autor: Josep Ramon Badia Barragan
Tutor: Genaro González Baixauli
Fecha: Junio 2022

Trabajo Fin de Máster
Ingeniería Industrial



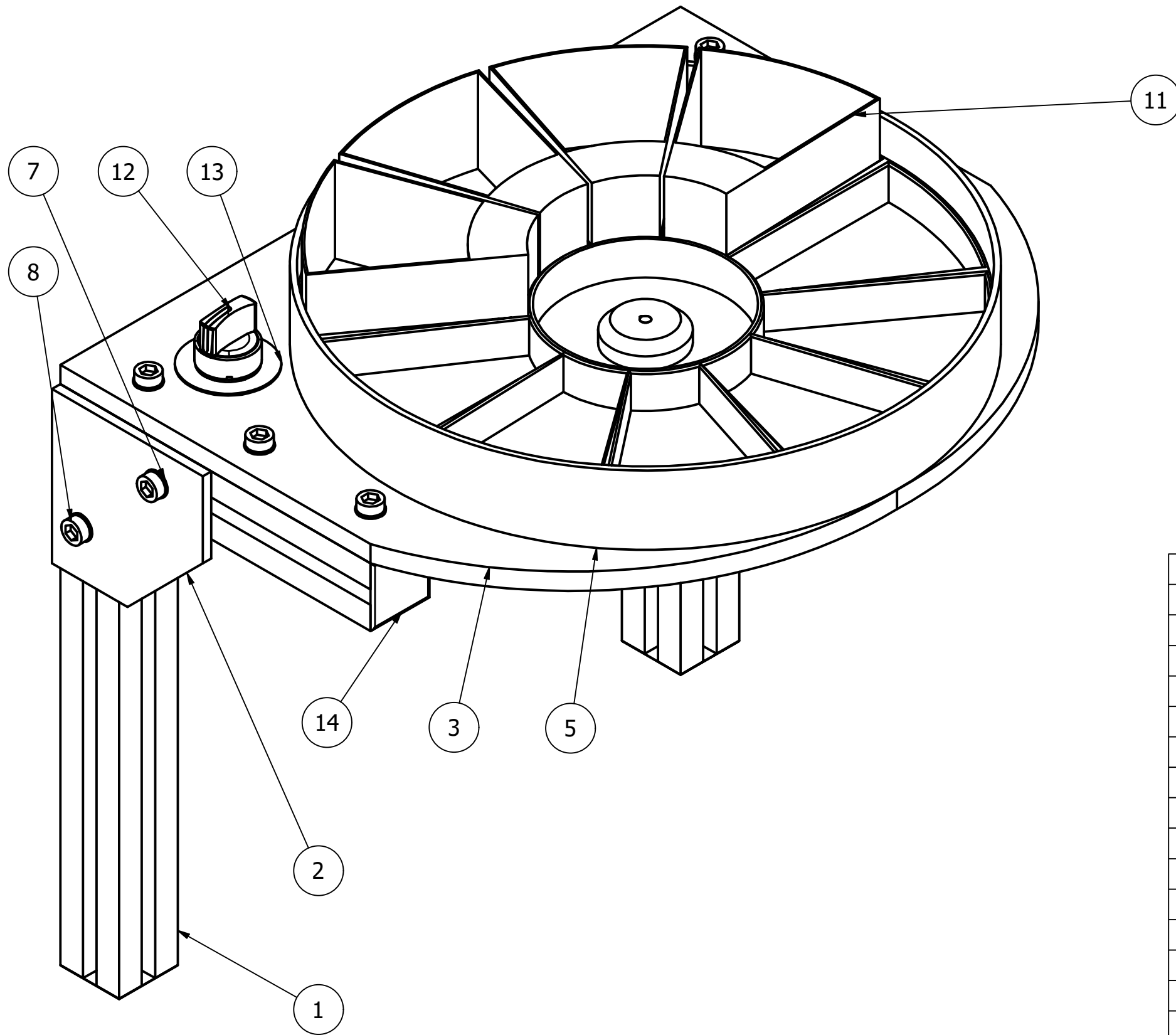
**Proyecto de separador de piezas automático para
piezas del sector de decoletaje**

Documento 4: PLANOS [M]


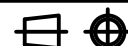
Autor: Josep Ramon Badia Barragan
Tutor: Genaro González Baixauli
Fecha: Junio 2022

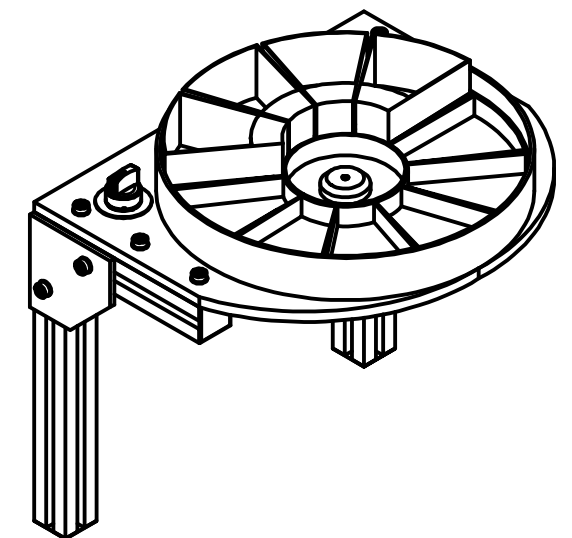
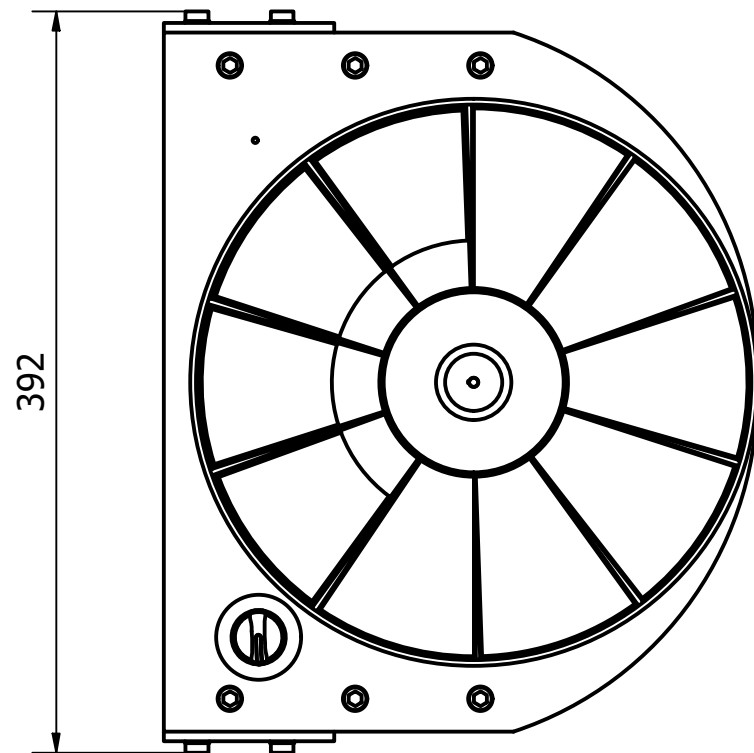
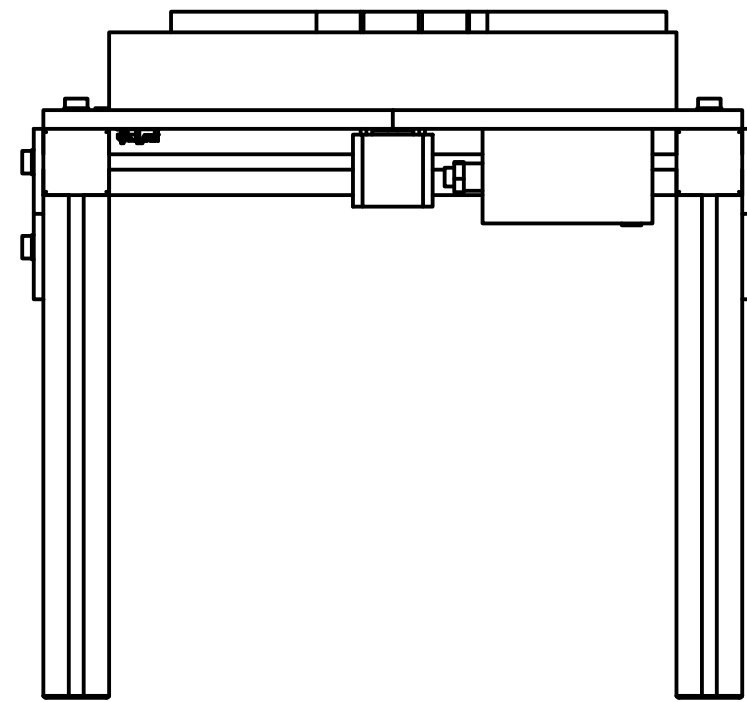
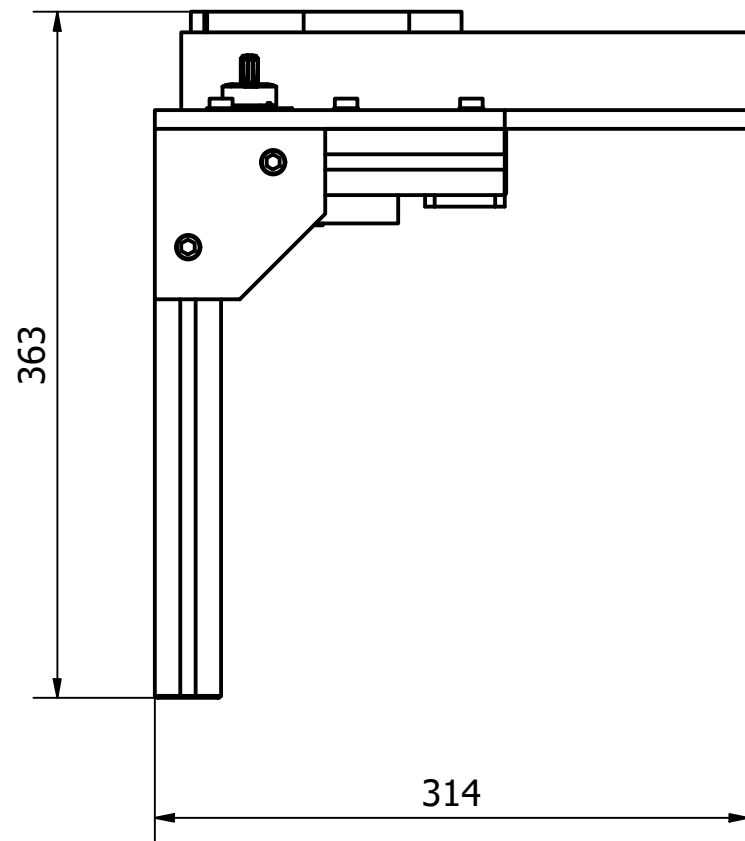
ÍNDICE DE PLANOS


REF.	OP. Núm.	DENOMINACIÓN	ESCALA	PÁG.
MG1	1	MÁQ. GRAL. ISO	SE	4
MG2	2	MÁQ. GRAL. VISTAS	1:4	5
P1	3	Perfil ITEM 300	1:2	6
P2	4	Perfil ITEM 150	1:1	7
P3	5	Escuadra ITEM	1:1	8
P4	6	Tambor	1:2	9
P5	7	Gaveta	1:1	10
P6	8	Soporte tambor	1:2	11
P7	9	Instalación eléctrica	SE	12

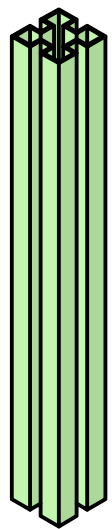
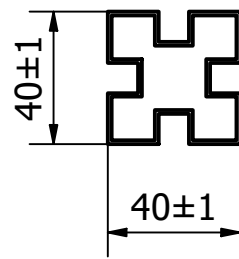
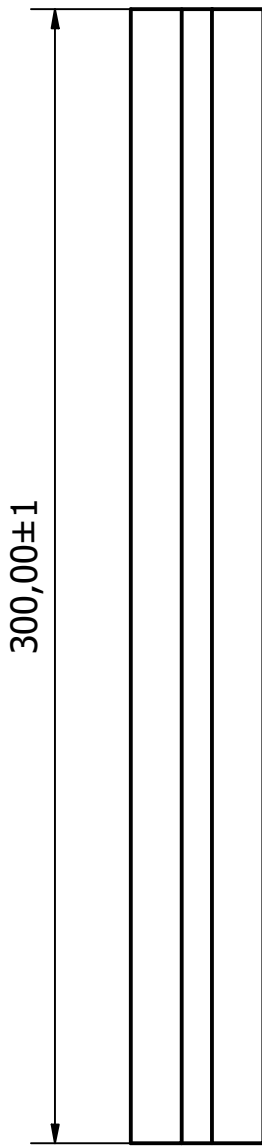




LISTA DE PIEZAS		
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA
1	5	01-Perfil-ITEM-300
2	2	02-Escuadra-ITEM
3	1	03-Soporte-Tambor
4	1	04-Motor-paso-paso
5	1	04-Tambor
6	1	07-Caja-arduino
7	10	09-Arandela-M8
8	10	08-M8xL10
9	8	10-Arandela-M3
10	8	11-M3x25
11	4	12-Gaveta
12	1	zb4bd87
13	1	14-Posicion-selector
14	4	15-Tapa-perfileria

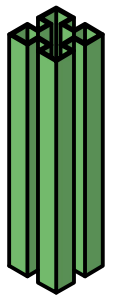
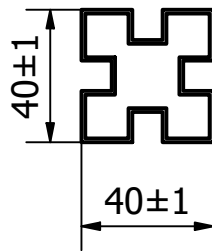
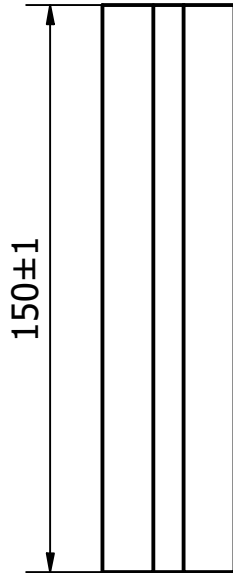
PROYECTO DE SEPARACIÓN DE PIEZAS AUTOMÁTICO EN PIEZAS DEL SECTOR DE DECOLETAJE					1ª CONV.
Material	Tratamiento	Cliente	Nombre del archivo	REF.	OP. Núm.
-	-	-	0_MAQ_Separador	MG1	1
 INGENIERÍA INDUSTRIAL		Dibujado	23/05/22	Josep Badia	Escala
		Comprobado	23/05/22	Xavier Casas	SE
 Dimensiones en mm		Conjunto isométrico			PÁG. 4


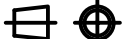


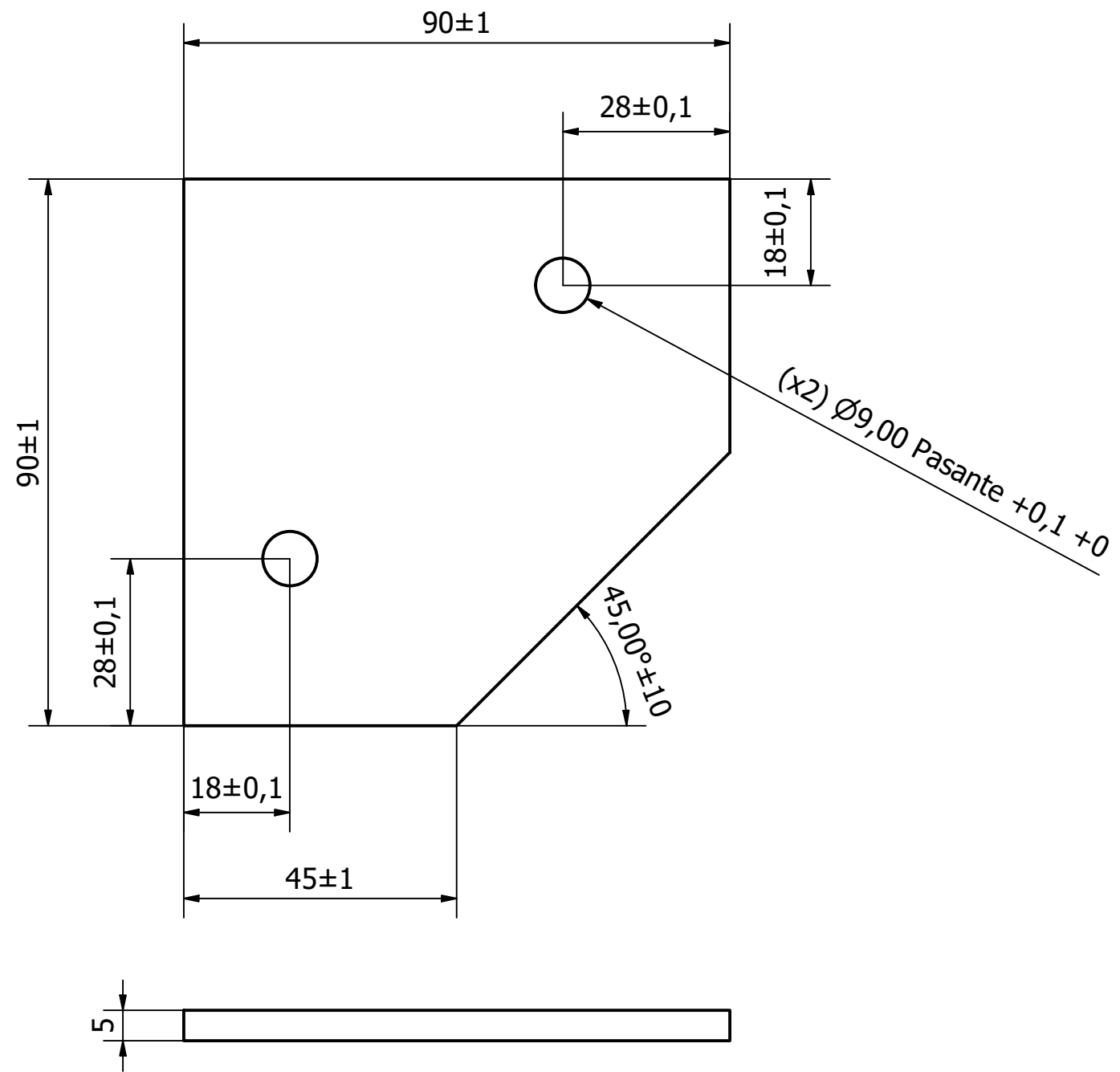
PROYECTO DE SEPARACIÓN DE PIEZAS AUTOMÁTICO EN PIEZAS DEL SECTOR DE DECOLETAJE					1ª CONV.
Material	Tratamiento	Cliente	Nombre del archivo	REF.	OP. Núm.
-	-	-	00_MAQ_Separador	2	-
 INGENIERÍA INDUSTRIAL Dimensiones en mm		Dibujado	23/05/22	Josep Badia	Escala 1:4
		Comprobado	23/05/22	Xavier Casas	
MAQ Vistas				PÁG. 5	




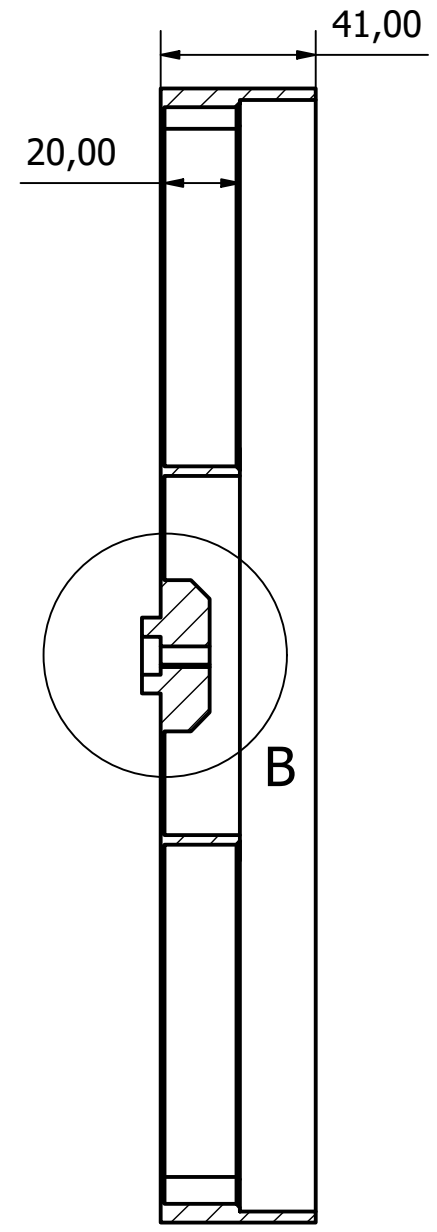
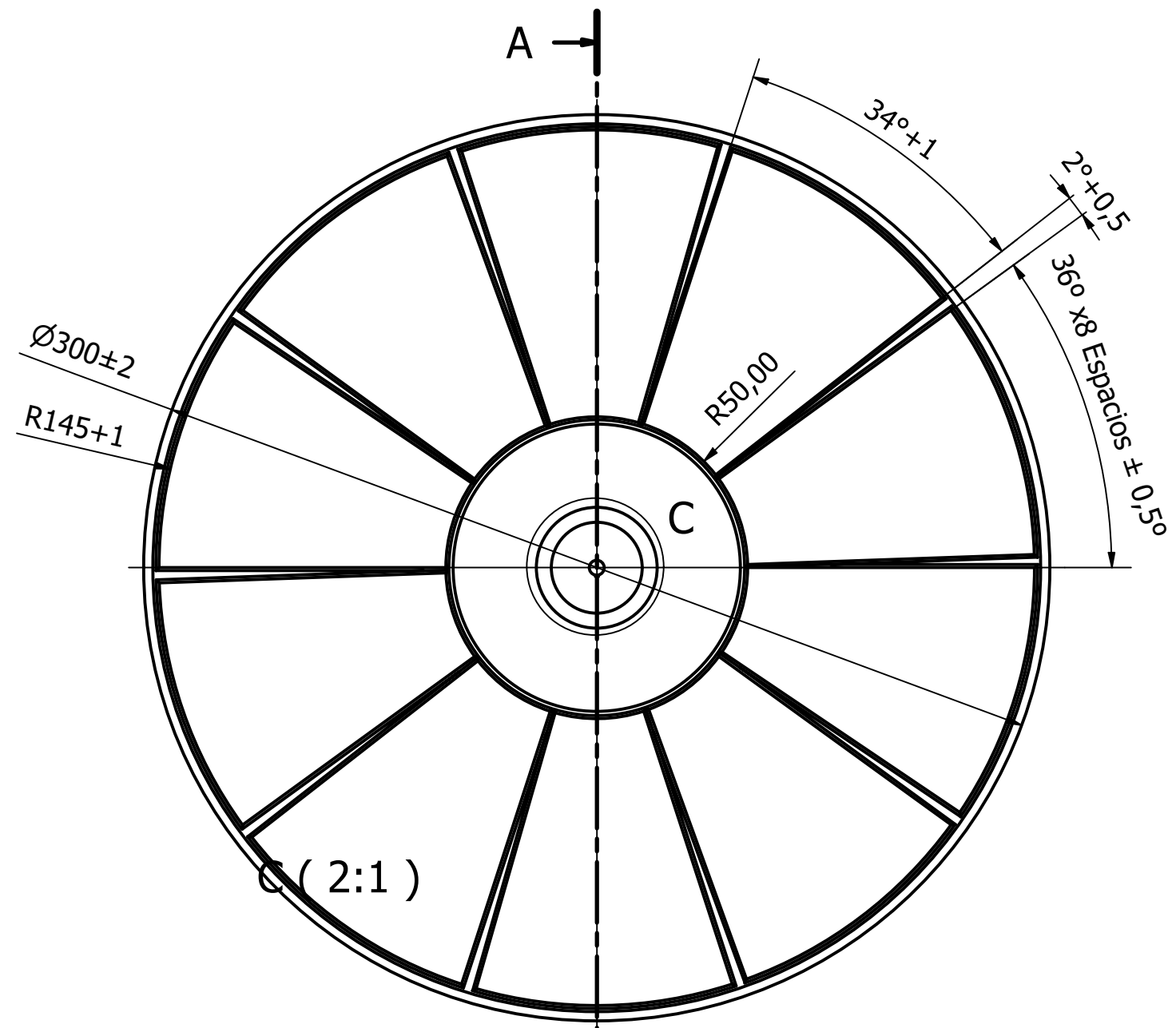
PROYECTO DE SEPARADOR DE PIEZAS AUTOMÁTICO PARA PIEZAS DEL SECTOR DE DECOLETAJE					1ª CONV.	
Material	Tratamiento	Cliente	Nombre del archivo		REF.	OP. Núm.
Aluminio	-	-	P2		3	1
 INGENIERÍA INDUSTRIAL		Dibujado	23/05/22	Josep Badia	Escala	
		Comprbado	23/05/22	Xavier Casas	1:2	
		Perfil ITEM L300				PÁG. 6
 Dimensiones en mm						



PROYECTO DE SEPARADOR DE PIEZAS AUTOMÁTICO PARA PIEZAS DEL SECTOR DE DECOLETAJE					1ª CONV.
Material	Tratamiento	Cliente	Nombre del archivo	REF.	OP. Núm.
Aluminio	-	-	Perfil_ITM_150	4	1
 INGENIERÍA INDUSTRIAL		Dibujado	23/05/22	Josep Badia	Escala 1:1
		Comprobado	23/05/22	Xavier Casas	
 Dimensiones en mm		Perfil ITEM L150			PÁG. 7

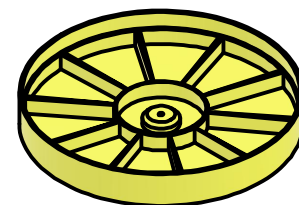
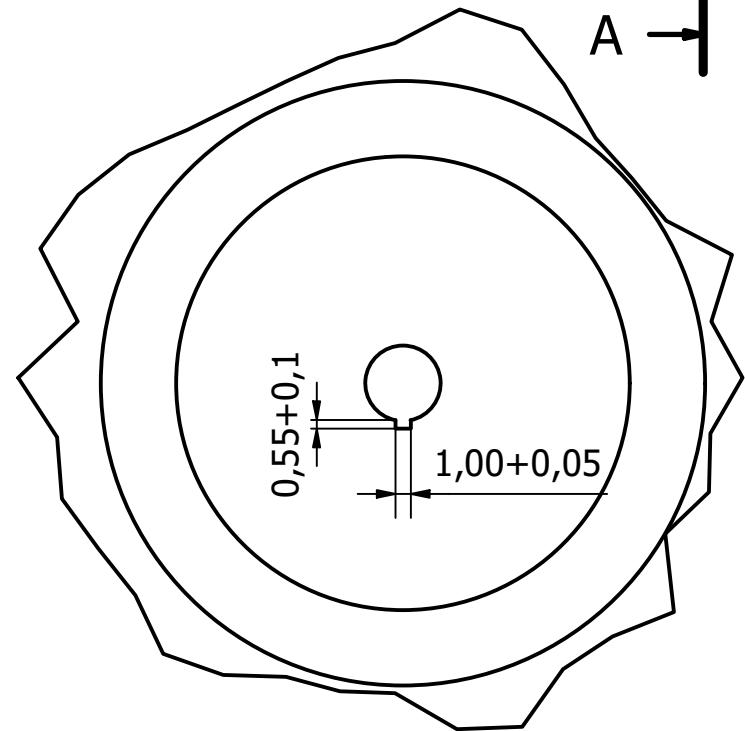
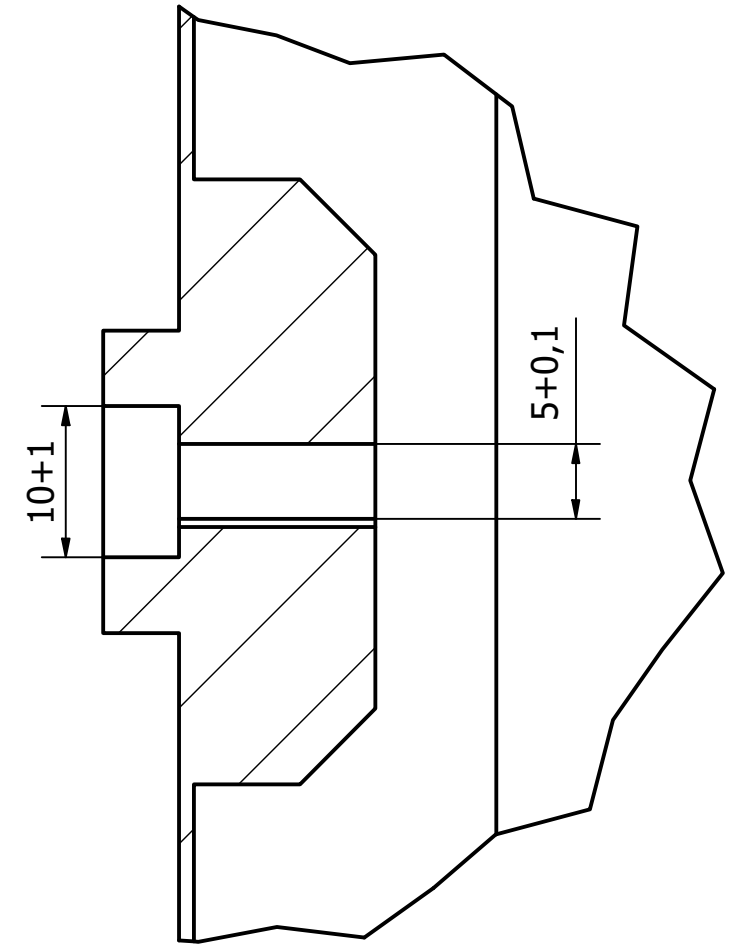



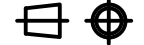
PROYECTO DE SEPARACIÓN DE PIEZAS AUTOMÁTICO EN PIEZAS DEL SECTOR DE DECOLETAJE					1ª CONV.
Material	Tratamiento	Cliente	Nombre del archivo	REF.	OP. Núm.
Aluminio	-	-	Nombre del archivo	5	1
 INGENIERÍA INDUSTRIAL Dimensiones en mm		Dibujado	23/05/22	Josep Badia	Escala 1:1
		Comprobado	23/05/22	Xavier Casas	
Escuadra ITEM				PÁG. 8	

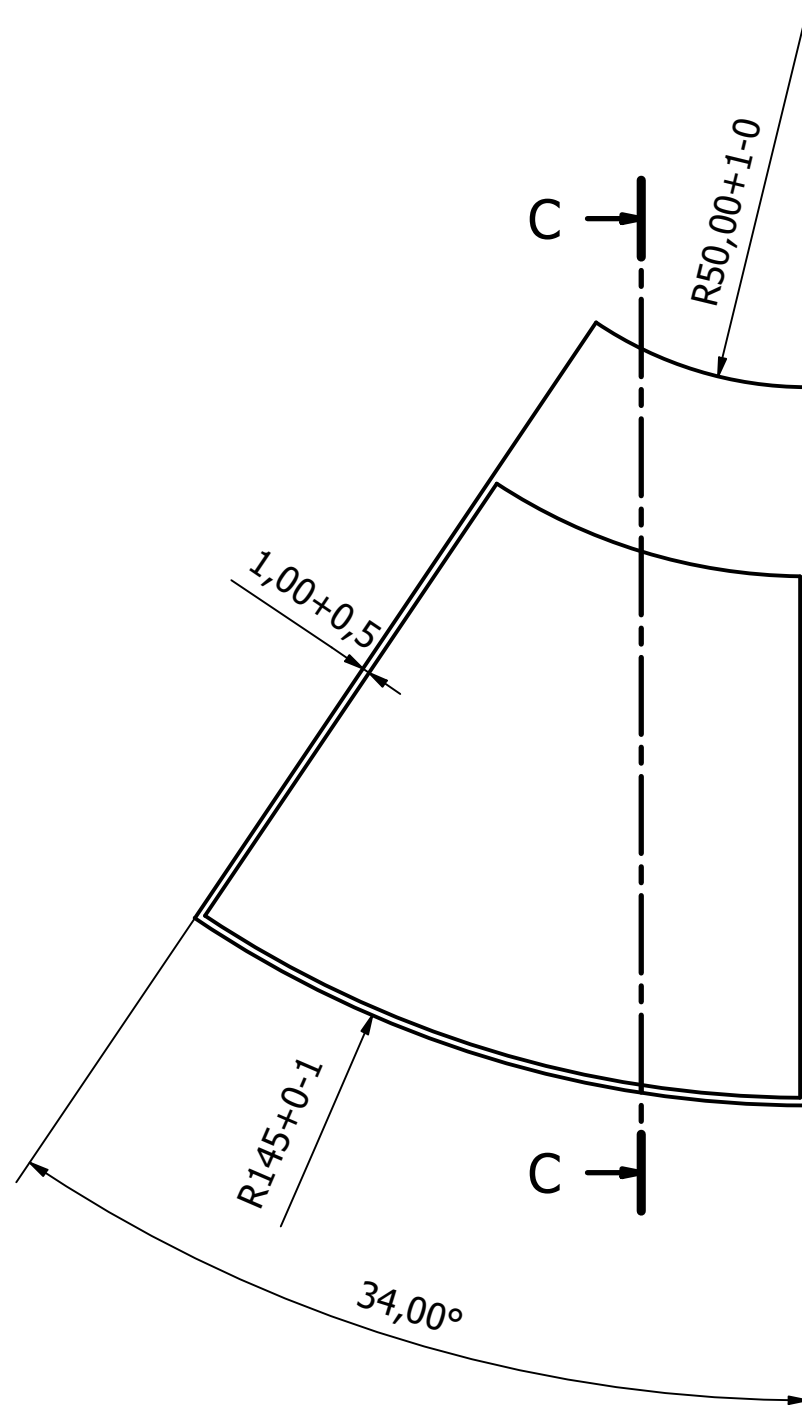


A-A (1 : 2)

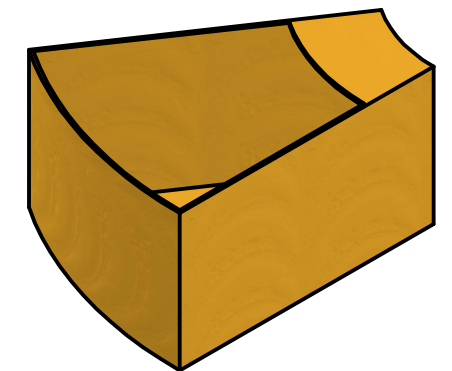
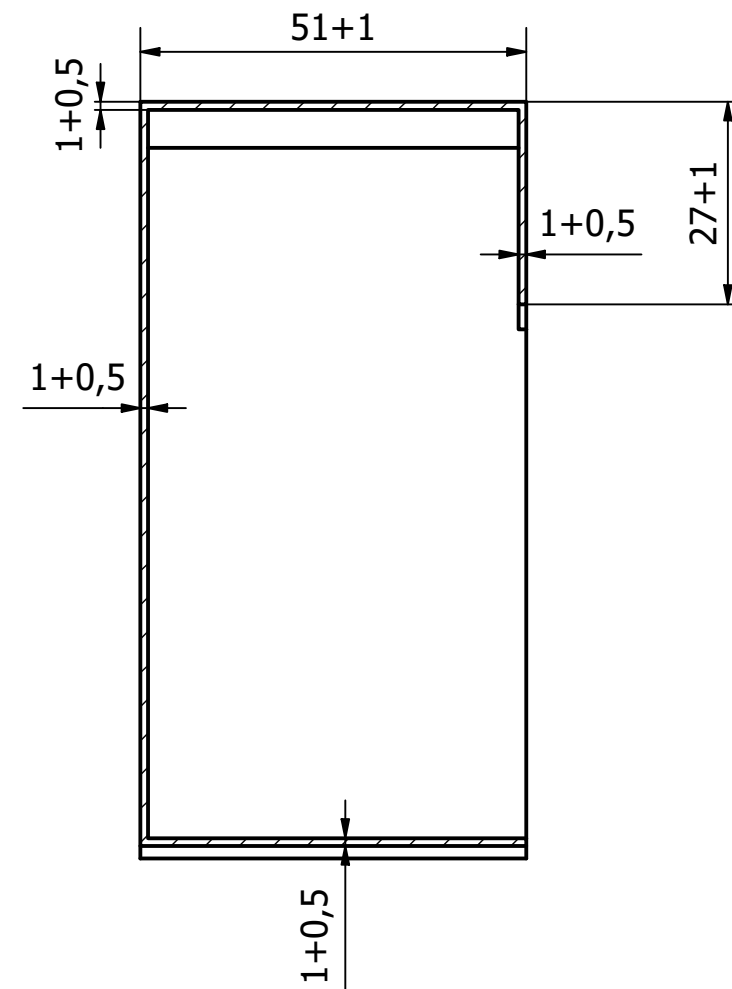
B (2:1)


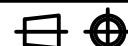


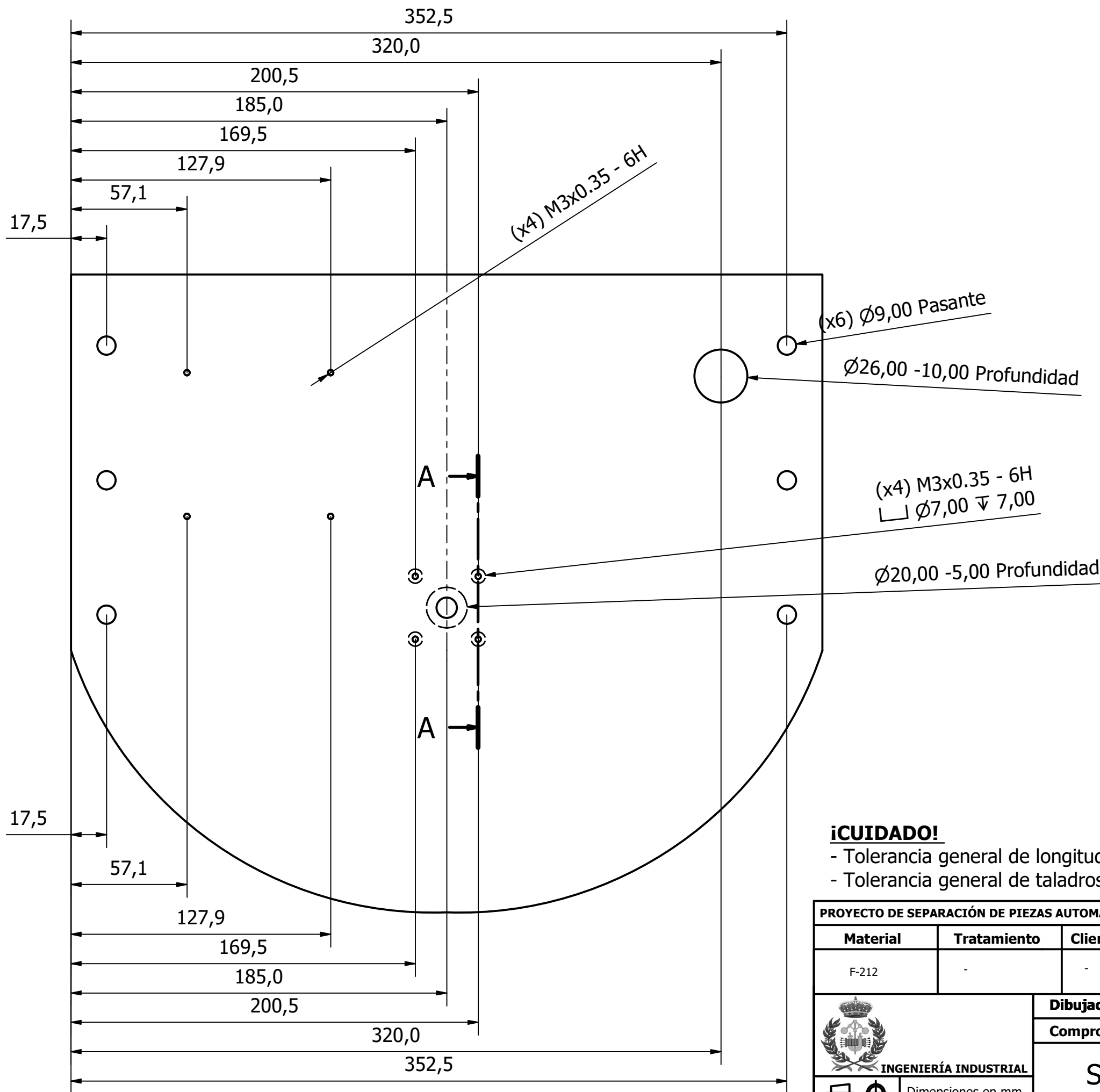
PROYECTO DE SEPARACIÓN DE PIEZAS AUTOMÁTICO EN PIEZAS DEL SECTOR DE DECOLETAJE					1ª CONV.		
Material	Tratamiento	Cliente	Nombre del archivo	REF.	OP. Núm.		
PLA	-	-	P4	6	1		
			Dibujado	23/05/22	Josep Badia	Escala	
			Comprobado	23/05/22	Xavier Casas		1:2
 Dimensiones en mm					Tambor PLA		PÁG. 9



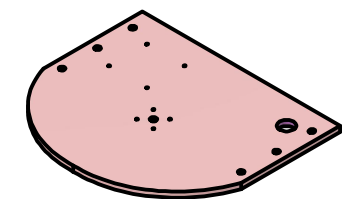
C-C (1 : 1)



PROYECTO DE SEPARACIÓN DE PIEZAS AUTOMÁTICO EN PIEZAS DEL SECTOR DE DECOLETAJE					1ª CONV.
Material	Tratamiento	Cliente	Nombre del archivo	REF.	OP. Núm.
PLA	-	-	09_Gaveta	P5	7
 INGENIERÍA INDUSTRIAL		Dibujado		23/05/22	Josep Badia
		Comprobado		23/05/22	Xavier Casas
 Dimensiones en mm		Gaveta PPL			Escala
					1:1
					PÁG. 10




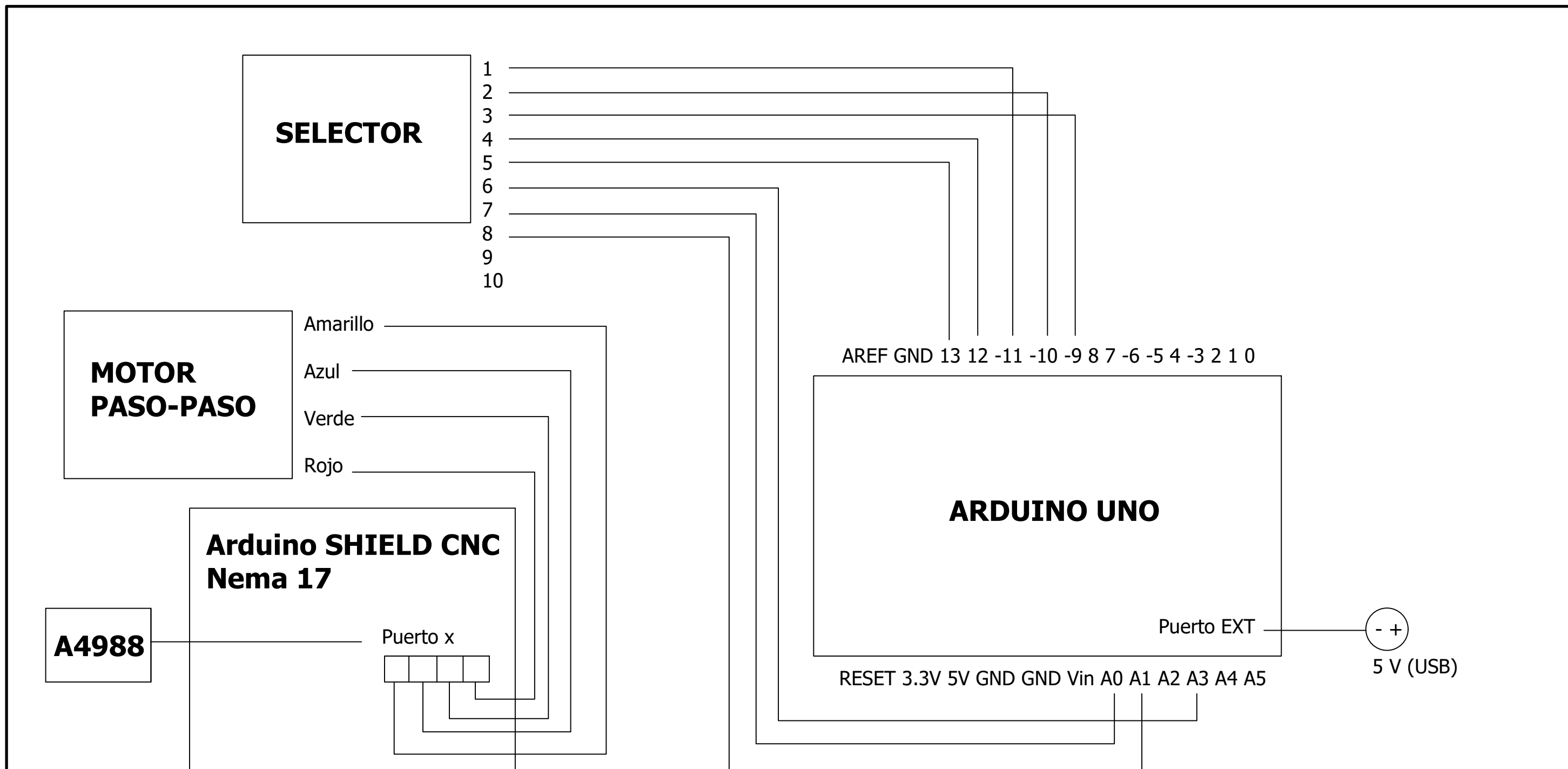
A-A (1 : 2)




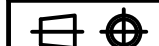
¡CUIDADO!

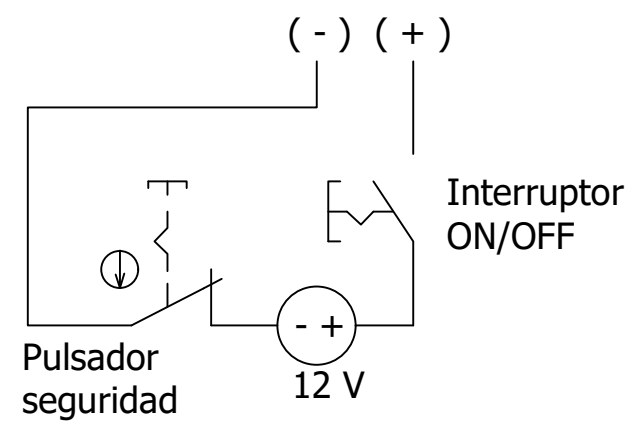
- Tolerancia general de longitudes parciales $\pm 0,03$
- Tolerancia general de taladros $\pm 0,01$

PROYECTO DE SEPARACIÓN DE PIEZAS AUTOMÁTICO EN PIEZAS DEL SECTOR DE DECOLETAJE					1ª CONV.
Material	Tratamiento	Cliente	Nombre del archivo	REF.	OP. Núm.
F-212	-	-	-	P6	8
 INGENIERÍA INDUSTRIAL		Dibujado		23/05/22	Josep Badia
		Comprobado		23/05/22	Xavier Casas
Soporte tambor				Escala	
				1:2	
Dimensiones en mm				PÁG. 10	



Arduino CNC SHIELD (Nema 17) va conectado directamente sobre ARDUINO UNO
 El control A4988 va conectado sobre el puerto 'X' del Arduino SHIELD CNC Nema 17
 Longitud de cable a convenir para tenerlos recogidos.
 Cable MIKROE-512 (d = 2,56 mm)
 El dispositivo va conectado a los enchufes internos de la máquina
 (no necesitan protección propia)

PROYECTO DE SEPARACIÓN DE PIEZAS AUTOMÁTICO EN PIEZAS DEL SECTOR DE DECOLETAJE					1ª CONV.
Material	Tratamiento	Cliente	Nombre del archivo	REF.	OP. Núm.
-	-	-	Instalacion_electrica	P7	9
		Dibujado	23/05/22	Josep Badia	Escala
		Comprobado	23/05/22	Xavier Casas	
 Dimensiones en mm		Circuito eléctrico			PÁG. 12



Trabajo Fin de Máster
Ingeniería Industrial



**Proyecto de separador de piezas automático para
piezas del sector de decoletaje**

VOLUMEN V
Documentos: PLIEGO DE CONDICIONES
MEDICIONES
PRESUPUESTO

Autor: Josep Ramon Badia Barragan
Tutor: Genaro González Baixauli
Fecha: Junio 2022

Trabajo Fin de Máster
Ingeniería Industrial



**Proyecto de separador de piezas automático para
piezas del sector de decoletaje**

**VOLUMEN V
Documento 5: PLIEGO DE CONDICIONES**

Autor: Josep Ramon Badia Barragan
Tutor: Genaro González Baixauli
Fecha: Junio 2022

ÍNDICE DE PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

1.	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS	5
1.1	DISPOSICIONES GENERALES	5
	Artículo 1. Objeto del pliego de condiciones	5
	Artículo 2. Documentos que definen las obras.....	5
	Artículo 3. Compatibilidad y relación entre los diversos documentos.....	6
	Artículo 4. Documentación complementaria.....	6
1.2	Pliego de condiciones técnicas particulares	7
	1.2.1 Prescripciones sobre los materiales	7
	1.2.2 Condiciones que tienen que cumplir los materiales	7
	1.2.3 Condiciones que tienen que cumplir los componentes	8
2.	Disposiciones facultativas	9
2.1	Derechos y obligaciones del contratista	9
	Artículo 1. Inscripción en el Registro de Empresas Acreditadas	9
	Artículo 2. Verificación de los documentos del proyecto	9
	Artículo 3. Suministro de materiales	9
2.2	Régimen y organización.....	9
	Artículo 4. Dirección	9
	Artículo 5. Modificaciones.....	9
	Artículo 6. Orden de ejecución de los trabajos.....	10
	Artículo 7. Materiales no utilizados o defectuosos.....	10
	Artículo 8. Gastos ocasionados por análisis, pruebas y ensayos.....	10
	Artículo 9. Fin de la garantía.....	10
3.	Disposiciones económicas.....	11
	Artículo 1. Gastos	11
	Artículo 2. Mejoras o ampliaciones	11
	Artículo 3. Precios unitarios	11
	Artículo 4. Anidamientos de la máquina	11
	Artículo 5. Errores en el presupuesto.....	12
	Artículo 6. Pagos.....	12
	Artículo 7. Trabajos no estipulados específicamente	12
4.	Disposiciones legales.....	13
	Artículo 1. Formalización del contrato	13
	Artículo 2. Causas de rescisión del contrato	13
	Artículo 3. Jurisdicción	14

Artículo 4. Impuestos de tramitación del contrato.....14

1. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

1.1 DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1. Objeto del pliego de condiciones

El presente pliego de condiciones, como parte del proyecto básico y de ejecución de Automatización de un proceso de separación para piezas del sector del decoletaje, tiene la finalidad de regular la ejecución de la máquina fijando los niveles técnicos y la calidad exigible.

En resumen, se trata de especificar las condiciones técnicas, facultativas, económicas y legales que se deben tener en cuenta con tal de realizar de forma correcta el proyecto.

Este documento no pretende recoger todos los detalles constructivos de la máquina, ya que es responsabilidad del contratista de que los detalles constructivos, materiales, etc. apliquen la última norma de diseño, reglamento y técnicas aplicadas.

Artículo 2. Documentos que definen las obras

El proyecto consta de los siguientes documentos:

DOCUMENTO 1: ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO 2: MEMORIA

DOCUMENTO 3: ANEJOS

DOCUMENTO 4: PLANOS

DOCUMENTO 5: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO 6: ESTADO DE AMIDAMIENTOS

PRESUPUESTO 7: PRESUPUESTO

Los documentos contractuales son aquellos de obligado cumplimiento y se encuentran dentro del contrato, citados en este punto, constituyen la base del proyecto. Por este motivo, no se podrán alegar modificaciones por parte del contratista.

Cualquier cambio en el planteamiento de las obras que pueda implicar un cambio substancial, deberá comunicarse a la dirección de obra con tal de que lo apruebe, si es necesario, y redacte el proyecto reformado correspondiente.

Artículo 3. Compatibilidad y relación entre los diversos documentos

En caso de producirse una contradicción o incompatibilidad entre los planos y el pliego de condiciones prevalecerá el que prescribe el pliego de condiciones.

El contenido en los planos e ignorado en el pliego de condiciones y viceversa tendrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos, siempre que, a criterio de la dirección de obra, la unidad de obra esté lo suficientemente definida y tenga precio en el contrato.

Artículo 4. Documentación complementaria

La construcción de la máquina se ejecutará de acuerdo con las preinscripciones indicadas en la normativa de obligatorio cumplimiento para este tipo de máquinas y, además, se establece como obligatorias para este proyecto las siguientes:

- Real Decreto: 1435/1992
 - Máquinas, componentes de seguridad. Marcaje CE.
- Real Decreto: 56/1995
 - Modifica la parte del texto del R.D 1435/1992.
- Real Decreto 1644/2008
 - Normas para la comercialización y servicio de las máquinas
- Directiva 98/37/CE
- Directiva 2006/42/CE
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en centros de trabajo
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al uso para los trabajadores de equipos de protección individual

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al uso para los trabajadores de los equipos de trabajo

En caso de contradicciones se aplicará la norma más restrictiva.

1.2 Pliego de condiciones técnicas particulares

1.2.1 Prescripciones sobre los materiales

Artículo 5. Condiciones generales

Todos los materiales que se instalen deben ser de primera calidad, cumplirán con las especificaciones, y tendrán las características indicadas en el presente proyecto y la normativa vigente. En aquellos casos en los que así se haya establecido, los materiales instalados llevarán el marcaje CE.

Cualquier especificación o característica de materiales que conste en uno de los documentos del proyecto, y a pesar de no constar en los demás, será de obligado cumplimiento.

Artículo 6. Material no consignado en el proyecto

Los materiales no considerados en el proyecto que originen contradicciones en los precios tendrán que reunir las condiciones que fije la dirección de obra sin que el contratista tenga derecho a la reclamación por las condiciones exigidas.

1.2.2 Condiciones que tienen que cumplir los materiales

Artículo 7. Estructura

Los perfiles utilizados para la estructura de la máquina tendrán que tener la aprobación de la autoridad competente o un documento técnico emitido por un organismo autorizado.

Artículo 8. Materiales para la instalación eléctrica

Todos los materiales utilizados en la instalación eléctrico, tanto de alta como de baja tensión, tendrán que cumplir con las prescripciones técnicas que dicten las normas internacionales, reglamentos en vigor y las normas de la compañía suministradora de energía eléctrica.

Los cables utilizados serán unipolares, con conductor de cobre y aislamiento de polietileno. Se rechazarán aquellos cables que provengan de fábrica con cualquier tipo de desperfecto.

Artículo 9. Otros materiales

Los demás materiales utilizados en obra y que no están detallados en las condiciones han de ser de primera calidad, y antes de su puesta han de ser reconocidos por la dirección facultativa, cláusula extensible a los sí incluidos y detallados, que dictará si es idóneo o en su defecto los rechazará.

*1.2.3 Condiciones que tienen que cumplir los componentes**Artículo 10. Armario eléctrico*

Debe dejarse un 15% de capacidad libre, y se instalará de manera que quede integrado en la máquina.

Deberá disponer de las protecciones necesarias para el operario y la máquina. Instalar en caso de que fuese necesario un termostato para que el cuadro eléctrico trabaje en las mejores condiciones.

Poner limitadores de tensión con desviación a tierra.

Los cables se unirán al armario mediante conectores de tipo harting.

- Numerar e identificar los cables con tal de identificar de forma rápida cada uno de ellos teniendo en cuenta el esquema eléctrico.
- Al exterior del armario colocar una conexión de 220V/30ª protegida con un diferencial de 0.030A.

2. Disposiciones facultativas

2.1 Derechos y obligaciones del contratista

Artículo 1. Inscripción en el Registro de Empresas Acreditadas

Las empresas que pretendan ser contratadas o subcontratadas en las obras tendrán que estar inscritas en el Registro de Empresas Acreditadas y tener la inscripción debidamente renovada.

Artículo 2. Verificación de los documentos del proyecto

Antes del inicio de la construcción de la máquina, el contratista indicará por escrito que la documentación aportada le permite entender la totalidad de la máquina contratada y de no ser así solicitará las aclaraciones pertinentes.

Artículo 3. Suministro de materiales

El contratista aportará a la máquina los materiales necesarios para su construcción. La propiedad se reserva el derecho de llevar a la máquina aquellos materiales o unidades que crea que benefician a la calidad de la obra contratada y con precios acordados o iguales a los del presupuesto aceptado.

2.2 Régimen y organización

Artículo 4. Dirección

La interpretación técnica del proyecto corresponde al director de obra, a quien el contratista debe obedecer.

Tota la obra ejecutada que, a criterio del director de obra, sea defectuosa o no esté de acuerdo con las condiciones del pliego de condiciones, será desmontada y reconstruida por el contratista sin que pueda servirle de excusa para que el director de obra haga examinado la construcción.

Artículo 5. Modificaciones

El director de obra tiene la facultad para introducir modificaciones, en base a su criterio, durante la construcción de cualquier unidad siempre que se cumplan las condiciones técnicas referidas en el proyecto de manera que no originen cambios en el importe total de la máquina.

Artículo 6. Orden de ejecución de los trabajos

La determinación del orden de los trabajos corresponde a la facultad del contracta, a excepción de aquellos casos en los que por circunstancias de orden técnico la dirección de la obra estime conveniente su variación.

Artículo 7. Materiales no utilizados o defectuosos

No se procederá con la utilización y colocación de materiales y aparatos sin que antes se hayan examinado y aceptado por el director de ejecución de obra en los términos que prescribe en pliego de condiciones técnicas particulares.

Artículo 8. Gastos ocasionados por análisis, pruebas y ensayos

Todos los gastos ocasionados por el análisis, pruebas y ensayos que intervengan en la ejecución de las obras correrán a cargo del contratista.

Artículo 9. Fin de la garantía

Desde la fecha que se realiza la recepción de la máquina se empieza a contar el plazo de la garantía, que será de un año. Durante este período el contratista se hará cargo de todas aquellas reparaciones o desperfectos imputables a defectos y vicios ocultos.

3. Disposiciones económicas

Artículo 1. Gastos

Los gastos irán a cuenta del contratista, como el pago de nóminas, materiales, herramientas y gastos que se originen hasta la finalización y entrega de las obras.

No habrá ningún tipo de alteración en la calidad estipulada, en concepto del ajuste de la máquina aún que durante la realización se procedan modificaciones de los precios de los materiales o del coste de las nóminas, siempre que por disposición oficial no represente un exceso superior al 5% del importe de la máquina, pendiente de realizar entonces.

Artículo 2. Mejoras o ampliaciones

Si se introdujesen mejoras en la máquina, sin aumentar la cantidad total del presupuesto, el contratista estará obligado a ejecutarla con la baja proporcional.

Si la modificación representara una ampliación o mejora de la máquina que cambiará la cantidad del presupuesto, el contratista estará obligado a ejecutarlo con el descenso proporcional.

Si la modificación representara una ampliación o mejora de la máquina que cambiara la calidad del presupuesto, el contratista estará obligado también a ejecutarlo siempre que la valoración se ordene por escrito y así lo decida el director de obra.

Artículo 3. Precios unitarios

En los precios unitarios se incluirán los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Artículo 4. Anidamientos de la máquina

Los anidamientos de la máquina finalizada se realizarán según el tipo de unidad fijada en el correspondiente presupuesto.

Artículo 5. Errores en el presupuesto

El contratista deberá estudiar detalladamente los documentos del proyecto, de manera que si no ha realizado ninguna observación sobre los posibles errores o equivocaciones que afecten a los anidamientos y sus precios, no tendrá ningún derecho de reclamación si la obra se realiza de acuerdo con el proyecto y contiene más unidades de obra de las previstas. Si contrariamente el nombre de unidades fuera inferior se descontarán del presupuesto.

Artículo 6. Pagos

Los pagos de los trabajadores se realizarán entre los días 1 y 3 a la empresa bancaria correspondiente. En caso de que no se pueda realizar el pago de forma correcta se tendrá que avisar a los trabajadores implicados en un término máximo de 48 horas de antelación, en caso contrario los trabajadores recibirán una bonificación del 4% de su salario base.

Artículo 7. Trabajos no estipulados específicamente

El contratista tiene la obligación de ejecutar todo lo que sea necesario para una correcta instalación y funcionamiento de la máquina aún que no se encuentre expresamente recogido en el proyecto.

4. Disposiciones legales

Artículo 1. Formalización del contrato

Los contratos se formalizarán mediante documentos privados, documentos que podrán elevarse a escrituras públicas a petición de cualquiera de las partes y con opción a arreglar las disposiciones vigentes. Este documento contendrá una cláusula en la que se expresa terminantemente que el contratista está obligado al cumplimiento exacto del contrato, conforme con lo previsto en el pliego general de condiciones.

Artículo 2. Causas de rescisión del contrato

Se considerarán causas suficientes de rescisión de contrato las que a continuación se señalan:

- Muerte o incapacidad del contratista
- La ruina del contratista

Para los casos anteriores, en caso de que los herederos o sindicatos ofrezcan a llevar a cabo obras bajo las mismas condiciones estipuladas en los contratos tiene el propietario la potestad de decidir si aceptar o declinar la oferta sin derecho a la indemnización en caso contrario de aceptar la oferta.

Por otra parte, también se puede rescindir el contrato si se da alguno de los siguientes casos:

- La finalización de la ejecución de la máquina sin haber llegado a su fin.
- Abandonar la obra sin una causa justificada.
- Modificación del proyecto cuando haya una variación de más de un 25% del valor contratado.
- No iniciar la contracta de los trabajadores dentro de los términos señalados en las condiciones particulares del proyecto.
- Mala fe en la ejecución de la obra.
- Que la empresa contracta no haya iniciado a los trabajadores dentro del término estipulado en las condiciones particulares del proyecto.

Artículo 3. Jurisdicción

Para todas aquellas cuestiones o diferencias que puedan surgir durante o después de los trabajos realizados las partes se someterán a un juicio de amigable, nombrados en número igual para las partes y presidido por el director de obra y, en último término, a los tribunales de justifica del lugar donde resida la propiedad.

Artículo 4. Impuestos de tramitación del contrato

El contratista se hará cargo de los impuestos que se originen por la tramitación del contrato. Si se exigiese que el propietario pagara alguno de estos impuestos, el contratista le abonará el importe y, además, los importes que puedan producirse por multas e intereses.

Tarragona, junio de 2022

El Ingeniero Técnico,

Josep Ramón Badia Barragan

Número de colegiado: 341

Trabajo Fin de Máster
Ingeniería Industrial



**Proyecto de separador de piezas automático para
piezas del sector de decoletaje**

Documento 6: MEDICIONES

Autor: Josep Ramon Badia Barragan
Tutor: Genaro González Baixauli
Fecha: Junio 2022

ÍNDICE DE MEDICIONES

1. Mediciones.....	4
1.1. Posicionado de la pieza	4
1.2. Estructura y soportes	4
1.3. Instalación eléctrica.....	5
1.4. Elementos mecánicos.....	5

1. Mediciones

1.1. Posicionado de la pieza

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO 01 POSICIONADO DE LA PIEZA							
PP1	ud Tambor de gavetas						1,00
PP2	ud Gaveta						10,00
OFM1	h Oficial 1º mecanico						0,50

1.2. Estructura y soportes

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO 02 ESTRUCTURA Y SOPORTES							
ES01	m Perfil ITEM						1,50
ES02	ud Escuadras						2,00
ES04	ud Tornillería M3						22,00
ES05	ud Arandela M3						22,00
ES06	ud Medialuna ITEM						20,00
TR02	ud Transporte ITEM						1,00
OFM1	h Oficial 1º mecanico						8,00

1.3. Instalación eléctrica

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO 03 INSTALACIÓN ELÉCTRICA							
IE01	ud Motor paso por paso						1,00
IE02	ud Procesador Arduino UNO						1,00
IE03	ud Cableado eléctrico						0,30
IE04	ud Selector						1,00
IE05	ud Driver paso-paso N17						1,00
IE06	ud Driver WiFi Arduino						1,00
TR02	ud Transporte ITEM						2,00
OFE1	h Oficial 1º electrico						2,00
OFE2	h Oficial 3º electrico						5,00

1.4. Elementos mecánicos

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO 04 ELEMENTOS MECÁNICOS							
EM01	ud Soporte motor-plato tambor						1,00
EM02	ud Plato del tambor						1,00
EM03	ud Chaveta						1,00
TR02	ud Transporte ITEM						1,00
EM04	ud Placa acoplamiento a maquina						1,00
OFM1	h Oficial 1º mecanico						10,00

Trabajo Fin de Máster
Ingeniería Industrial



**Proyecto de separador de piezas automático para
piezas del sector de decoletaje**

Documento 7: PRESUPUESTO

Autor: Josep Ramon Badia Barragan
Tutor: Genaro González Baixauli
Fecha: Junio 2022

ÍNDICE DE PRESUPUESTOS

1. Cuadro de precios – 1.....	4
1.1 Posicionado de la pieza	4
1.2 Estructura y soportes	4
1.3 Instalación eléctrica.....	5
1.3 Elementos mecánicos.....	5
2. Cuadro de precios – 2.....	6
2.1 Posicionado de la pieza	6
2.2 Estructura y soportes	6
2.3 Instalación eléctrica.....	7
2.3 Elementos mecánicos.....	7
3. Presupuesto general	8
3.1 Posicionado de la pieza	8
3.2 Estructura y soportes	8
3.3 Instalación eléctrica.....	9
3.3 Elementos mecánicos.....	9
4. Resumen del presupuesto.....	10
4.1 Resumen del presupuesto.....	10

1. Cuadro de precios – 1

1.1 Posicionado de la pieza

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 01 POSICIONADO DE LA PIEZA			
PP1	ud	Tambor de gavetas	17,63
		DIECISIETE EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS	
PP2	ud	Gaveta	6,75
		SEIS EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
OFM1	h	Oficial 1º mecanico	20,50
		VEINTE EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS	

1.2 Estructura y soportes

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 02 ESTRUCTURA Y SOPORTES			
ES01	m	Perfil ITEM	17,50
		DIECISIETE EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS	
ES02	ud	Escuadras	8,50
		OCHO EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS	
ES04	ud	Tornillería M3	0,30
		CERO EUROS con TREINTA CÉNTIMOS	
ES05	ud	Arandela M3	0,12
		CERO EUROS con DOCE CÉNTIMOS	
ES06	ud	Medialuna ITEM	3,15
		TRES EUROS con QUINCE CÉNTIMOS	
TR02	ud	Transporte ITEM	34,50
		TREINTA Y CUATRO EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS	
OFM1	h	Oficial 1º mecanico	20,50
		VEINTE EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS	

1.3 Instalación eléctrica

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 03 INSTALACIÓN ELÉCTRICA			
IE01	ud	Motor paso por paso	32,74
		TREINTA Y DOS EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
IE02	ud	Procesador Arduino UNO	27,00
		VEINTISIETE EUROS	
IE03	ud	Cableado eléctrico	6,12
		SEIS EUROS con DOCE CÉNTIMOS	
IE04	ud	Selector	46,28
		CUARENTA Y SEIS EUROS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS	
IE05	ud	Driver paso-paso N17	20,50
		VEINTE EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS	
IE06	ud	Driver WiFi Arduino	8,30
		OCHO EUROS con TREINTA CÉNTIMOS	
TR02	ud	Transporte ITEM	34,50
		TREINTA Y CUATRO EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS	
OFE1	h	Oficial 1º eléctrico	20,50
		VEINTE EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS	
OFE2	h	Oficial 3º eléctrico	13,50
		TRECE EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS	

1.3 Elementos mecánicos

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 04 ELEMENTOS MECÁNICOS			
EM01	ud	Soporte motor-plato tambor	75,00
		SETENTA Y CINCO EUROS	
EM02	ud	Plato del tambor	91,50
		NOVENTA Y UN EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS	
EM03	ud	Chaveta	0,75
		CERO EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
TR02	ud	Transporte ITEM	34,50
		TREINTA Y CUATRO EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS	
EM04	ud	Placa acoplamiento a máquina	53,20
		CINCUENTA Y TRES EUROS con VEINTE CÉNTIMOS	
OFM1	h	Oficial 1º mecánico	20,50
		VEINTE EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS	

2. Cuadro de precios – 2

2.1 Posicionado de la pieza

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 01 POSICIONADO DE LA PIEZA			
PP1	ud	Tambor de gavetas	
		Maquinaria.....	4,50
		Resto de obra y materiales.....	13,13
		TOTAL PARTIDA.....	17,63
PP2	ud	Gaveta	
		Maquinaria.....	1,50
		Resto de obra y materiales.....	5,25
		TOTAL PARTIDA.....	6,75
OFM1	h	Oficial 1º mecánico	
		Mano de obra.....	20,50
		TOTAL PARTIDA.....	20,50

2.2 Estructura y soportes

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 02 ESTRUCTURA Y SOPORTES			
ES01	m	Perfil ITEM	
		TOTAL PARTIDA.....	17,50
ES02	ud	Escuadras	
		TOTAL PARTIDA.....	8,50
ES04	ud	Tornillería M3	
		TOTAL PARTIDA.....	0,30
ES05	ud	Arandela M3	
		TOTAL PARTIDA.....	0,12
ES06	ud	Medialuna ITEM	
		TOTAL PARTIDA.....	3,15
TR02	ud	Transporte ITEM	
		TOTAL PARTIDA.....	34,50
OFM1	h	Oficial 1º mecánico	
		Mano de obra.....	20,50
		TOTAL PARTIDA.....	20,50

2.3 Instalación eléctrica

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 03 INSTALACIÓN ELÉCTRICA			
IE01	ud	Motor paso por paso	
		TOTAL PARTIDA.....	32,74
IE02	ud	Procesador Arduino UNO	
		TOTAL PARTIDA.....	27,00
IE03	ud	Cableado eléctrico	
		TOTAL PARTIDA.....	6,12
IE04	ud	Selector	
		TOTAL PARTIDA.....	46,28
IE05	ud	Driver paso-paso N17	
		TOTAL PARTIDA.....	20,50
IE06	ud	Driver WiFi Arduino	
		TOTAL PARTIDA.....	8,30
TR02	ud	Transporte ITEM	
		TOTAL PARTIDA.....	34,50
OFE1	h	Oficial 1º electrico	
		Mano de obra.....	20,50
		TOTAL PARTIDA.....	20,50
OFE2	h	Oficial 3º electrico	
		Mano de obra.....	13,50

2.3 Elementos mecánicos

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 04 ELEMENTOS MECÁNICOS			
EM01	ud	Soporte motor-plato tambor	
		TOTAL PARTIDA.....	75,00
EM02	ud	Plato del tambor	
		TOTAL PARTIDA.....	91,50
EM03	ud	Chaveta	
		TOTAL PARTIDA.....	0,75
TR02	ud	Transporte ITEM	
		TOTAL PARTIDA.....	34,50
EM04	ud	Placa acoplamiento a maquina	
		TOTAL PARTIDA.....	53,20
OFM1	h	Oficial 1º mecanico	
		Mano de obra.....	20,50
		TOTAL PARTIDA.....	20,50

3. Presupuesto general

3.1 Posicionado de la pieza

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 01 POSICIONADO DE LA PIEZA									
PP1	ud Tambor de gavetas						1,00	17,63	17,63
PP2	ud Gaveta						10,00	6,75	67,50
OFM1	h Oficial 1ª mecanico						0,50	20,50	10,25
TOTAL CAPÍTULO 01 POSICIONADO DE LA PIEZA.....									10.682,56

3.2 Estructura y soportes

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 02 ESTRUCTURA Y SOPORTES									
ES01	m Perfil ITEM						1,50	17,50	26,25
ES02	ud Escuadras						2,00	8,50	17,00
ES04	ud Tornillería M3						22,00	0,30	6,60
ES05	ud Arandela M3						22,00	0,12	2,64
ES06	ud Medialuna ITEM						20,00	3,15	63,00
TR02	ud Transporte ITEM						1,00	34,50	34,50
OFM1	h Oficial 1ª mecanico						8,00	20,50	164,00
TOTAL CAPÍTULO 02 ESTRUCTURA Y SOPORTES.....									35.166,88

3.3 Instalación eléctrica

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 03 INSTALACIÓN ELÉCTRICA									
IE01	ud Motor paso por paso						1,00	32,74	32,74
IE02	ud Procesador Arduino UNO						1,00	27,00	27,00
IE03	ud Cableado eléctrico						0,30	6,12	1,84
IE04	ud Selector						1,00	46,28	46,28
IE05	ud Driver paso-paso N17						1,00	20,50	20,50
IE06	ud Driver WiFi Arduino						1,00	8,30	8,30
TR02	ud Transporte ITEM						2,00	34,50	69,00
OFE1	h Oficial 1º eléctrico						2,00	20,50	41,00
OFE2	h Oficial 3º eléctrico						5,00	13,50	67,50
TOTAL CAPÍTULO 03 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....									35.185,92

3.3 Elementos mecánicos

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 04 ELEMENTOS MECÁNICOS									
EM01	ud Soporte motor-plato tambor						1,00	75,00	75,00
EM02	ud Plato del tambor						1,00	91,50	91,50
EM03	ud Chaveta						1,00	0,75	0,75
TR02	ud Transporte ITEM						1,00	34,50	34,50
EM04	ud Placa acoplamiento a máquina						1,00	53,20	53,20
OFM1	h Oficial 1º mecánico						10,00	20,50	205,00
TOTAL CAPÍTULO 04 ELEMENTOS MECÁNICOS.....									51.514,40

4. Resumen del presupuesto

4.1 Resumen del presupuesto

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
01	POSICIONADO DE LA PIEZA.....	10.682,56	7,15
02	ESTRUCTURA Y SOPORTES.....	35.166,88	23,55
03	INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	35.185,92	23,56
04	ELEMENTOS MECÁNICOS.....	51.514,40	34,49
06	MANTENIMIENTO (1 año).....	16.800,00	11,25
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		149.349,76	
	13,00% Gastos generales.....	19.415,47	
	6,00% Beneficio industrial.....	8.960,99	
SUMA DE G. G. y B.I.		28.376,46	
	21,00% I.V.A.....	37.322,51	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		215.048,73	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		215.048,73	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de DOSCIENTOS QUINCE MIL CUARENTA Y OCHO EUROS con SETENTA Y TRES CÉNTI-MOS

Reus, a 21 de mayo de 2022.

El promotor

La dirección facultativa