



UNIVERSIDAD
DE LA CORUÑA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE NÁUTICA Y MÁQUINAS

UNIVERSIDADE DA CORUÑA

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE NÁUTICA Y MÁQUINAS**

GRADO EN TECNOLOGÍAS MARINAS

ENERGÍA Y PROPULSIÓN

TRABAJO FIN DE GRADO

TFG/GTM/E-08-17

QUE LLEVA POR TÍTULO

**INGENIERÍA MARINA:
DISEÑO DE UNA MAQUETA
OPERACIONAL E IMPRIMIBLE EN
3D DE UN ANTIGUO MOTOR DIESEL**

DEFENDIDO ANTE TRIBUNAL EN LA SESIÓN DE

JUNIO-2017

SEBASTIÁN CAPELLÁ BERGA

DIRECTOR: FELIPE ANTELO GONZÁLEZ



UNIVERSIDAD
DE LA CORUÑA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE NÁUTICA Y MÁQUINAS

TRABAJO FIN DE GRADO

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA Y MÁQUINAS

GRADO EN TECNOLOGÍAS MARINAS

ENERGÍA Y PROPULSIÓN

631G02455 - TRABAJO FIN DE GRADO

D. FELIPE ANTELO GONZÁLEZ, en calidad de Director principal, autorizo al alumno D. SEBASTIÁN CAPELLÁ BERGA, con DNI nº 43132193-V a la presentación del presente Trabajo de Fin de Grado titulado:

INGENIERÍA MARINA: DISEÑO DE UNA MAQUETA OPERACIONAL E IMPRIMIBLE EN 3D DE UN ANTIGUO MOTOR DIESEL

DEFENDIDO ANTE TRIBUNAL EN LA SESIÓN DE

JUNIO-2017

Fdo. El Director

Fdo. El Alumno

Felipe Antelo González

Sebastián Capellá Berga



UNIVERSIDAD
DE LA CORUÑA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE NÁUTICA Y MÁQUINAS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA Y MÁQUINAS

GRADO EN TECNOLOGÍAS MARINAS

ENERGÍA Y PROPULSIÓN

631G02455 - TRABAJO FIN DE GRADO

CONVOCATORIA DE

DICIEMBRE FEBRERO JUNIO JULIO SEPTIEMBRE

D. SEBASTIÁN CAPELLÁ BERGA
D.N.I. 43132193-V

Deposita en la Secretaría de la ETS de Náutica y Máquinas el **Trabajo Fin de Grado TFG/GTM/E-08-17** consistente en dos (2) copias en papel y cuatro (4) en formato digital (CD)

Asimismo autoriza expresamente a la E.T.S. DE NÁUTICA Y MÁQUINAS a publicarlos electrónicamente en el repositorio de la Universidade da Coruña si así lo considera o en su caso en la Biblioteca del Centro para uso docente y consulta.

En La Coruña a 21 de Junio de 2017

Fdo. El Alumno

A/A. BIBLIOTECA DE LA ETS DE NÁUTICA Y MÁQUINAS

Quiero aprovechar estas líneas para agradecer a mi familia por la enorme paciencia que han tenido a la hora del desarrollo del proyecto, a mi pareja Eulalia Sintés por su apoyo moral.

Amigos y compañeros a lo largo de la estancia en tierras lejanas, Iker Zabalandigoetxea, Teresa Carames, Antonio Lamas, Breogán Beceiro, entre otros, por los buenos momentos compartidos en los que me habéis hecho sentir como en casa.

Docentes de la ETS de Náutica y Máquinas, que se esfuerzan día a día por enseñar y dar un gran ejemplo a seguir consiguiendo un ambiente muy familiar, en especial a Felipe Antelo, el cual sus inyecciones de motivación y ayuda han sido imprescindibles para hacer que el proyecto se hiciera realidad.

Gracias.

I ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.2.1 - Inicio inventor	3
Figura 1.2.2 - Descripción ventana inventor	4
Figura 1.2.2.1 - Tornillo	6
Figura 1.2.2.2 - Extrusión tornillo	7
Figura 1.2.2.3 - Tornillo Final	8
Figura 1.2.3.1 - Llave ALLEN, boceto	9
Figura 1.2.3.2 - Llave ALLEN final	9
Figura 1.2.4.1 - Ventana de ensamble	10
Figura 1.2.4.2 - Ensamble tornillo, arandela y llave ALLEN	11
Figura 2.1 - Gráfica potencia velocidad - Fuente: [Referencia 1]	13
Figura 2.2 - Curvas características motor - Fuente: [Referencia 1]	15
Figura 3.2.1 - Sección motor S 70 MC - C - Fuente: [Referencia 3]	21
Figura 3.3.1 - Pistón, boceto	23
Figura 3.3.2 - Pistón, pieza	23
Figura 3.4.1.1 - Cruceta individual, pieza	25
Figura 3.4.2.1 - Semicojinete inferior cruceta, pieza	25
Figura 3.4.3.1 - Semicojinete superior cruceta, pieza	26
Figura 3.4.4.1 - Sombreroete cruceta, pieza	27
Figura 3.4.5.1 - Patín, pieza	28
Figura 3.4.6.1.1 - Tornillo A-2	29
Figura 3.4.6.2.1 - Tornillo P-1	30
Figura 3.4.6.2.2 - Tornillo P-1 enmsablado con llave ALLEN	31
Figura 3.4.7.1 - Cruceta, explosionado	32
Figura 3.4.8.1 - Cruceta, ensamble	33
Figura 3.5.1.1 - Biela, boceto	34
Figura 3.5.2.1 - Semicojinete biela, boceto	34
Figura 3.5.3.1 - Sombreroete cabeza biela, boceto	35
Figura 3.5.5.1 - Biela, explosionado	36
Figura 3.5.6.1 - Biela, ensamble	37
Figura 3.6.1 - Biela - cruceta, ensamble	38
Figura 3.7.2.1 - Cigüeñal proa, boceto	42
Figura 3.7.2.2 - Cigüeñal proa, pieza	43
Figura 3.7.3.1 - Cigüeñal central, pieza	43
Figura 3.7.4.1 - Cigüeñal popa, pieza	44
Figura 3.7.5.1 - Cigüeñal engranajes, pieza	45
Figura 3.7.6.1.1 - Tornillo P-2	46
Figura 3.7.7.1 - Cigüeñal, explosionado	47
Figura 3.7.8.1 - Cigüeñal, ensamble	48
Figura 3.8.2.1 - Boceto bancada proa	50
Figura 3.8.2.2 - Bancada proa, pieza	51
Figura 3.8.3.1 - Bancada central, pieza	51
Figura 3.8.4.1 - Bancada engranajes, pieza	52
Figura 3.8.5.1 - Semicojinete principal inferior, pieza	52
Figura 3.8.6.1 - Semicojinete principal superior, pieza	53
Figura 3.8.7.1 - Sombreroete exterior C.P., pieza	53
Figura 3.8.8.1 - Sombreroete cojinete principal, pieza	54
Figura 3.8.10.1 - Bancada, explosionado	55
Figura 3.8.11.1 - Bancada, ensamble	56
Figura 3.8.11.2 - Bancada - cigüeñal, ensamble	57

Figura 3.9.2.1 - Bastidor proa, extrusión	58
Figura 3.9.2.2 - Bastidor proa, simetría	59
Figura 3.9.2.3 - Bastidor proa, pieza	59
Figura 3.9.3.1 - Bastidor central, pieza	60
Figura 3.9.4.1 - Bastidor popa, pieza	61
Figura 3.9.5.1 - Bastidor engranajes, pieza	62
Figura 3.9.6.1 - Guía del patín, pieza	63
Figura 3.9.7.1 - Tapa del bastidor de proa, pieza	64
Figura 3.9.8.1 - Tapa del bastidor central, pieza	64
Figura 3.9.9.1 - Obturador del vastago, pieza	65
Figura 3.9.11.1 - Bastidor, explosionado	67
Figura 3.9.12.1 - Bastidor, ensamble	68
Figura 3.9.12.2 - Bastidor con motor, ensamble	68
Figura 3.9.12.3 - Bastidor con motor vista interior	69
Figura 3.10.1.1 - Bloque cilindro, boceto	71
Figura 3.10.1.2 - Bloque cilindro, boceto 2	72
Figura 3.10.1.3 - Bloque cilindro, vista espacio para obturador vastago	72
Figura 3.10.1.4 - Bloque cilindro, sección con extrusión conducto refrigeración	73
Figura 3.10.1.5 - Bloque cilindro, sección	74
Figura 3.10.1.6 - Bloque del cilindro, pieza	75
Figura 3.10.2.1 - Camisa, pieza	76
Figura 3.10.4.1 - Bloque de cilindros, explosionado	78
Figura 3.10.5.1 - Bloque de cilindros, ensamble	79
Figura 3.10.5.2 - Bloque de cilindros con motor, ensamble	79
Figura 3.10.5.3 - Pistones con motor, ensamble	80
Figura 3.10.6.1 - Bancada y biela, restricción angular	81
Figura 3.10.6.2 - Pistón y camisa, detalle distancia	82
Figura 3.11.1.1 - Dámper, pieza	83
Figura 3.11.2.1 - Tapa del dámper, pieza	83
Figura 3.11.4.1 - Dámper, explosionado	84
Figura 3.11.5.1 - Dámper, ensamble	85
Figura 3.11.5.2 - Dámper con motor, ensamble	85
Figura 3.12.1.1 - Culata, procesos elaboración conducto gases	87
Figura 3.12.1.2 - Culata, procesos elaboración conducto refrigeración	89
Figura 3.12.1.3 - Culata, sección media y recorrido de fluidos	90
Figura 3.12.1.4 - Culata vista 3/4	91
Figura 3.12.2.1 - Asiento de válvula, boceto	91
Figura 3.12.2.2 - Asiento de válvula, pieza	92
Figura 3.12.3.1 - Válvula de escape, boceto	92
Figura 3.12.3.2 - Válvula de escape, pieza	93
Figura 3.12.4.1 - Resorte, pieza	94
Figura 3.12.5.1 - Platillo válvula, revolución interior	94
Figura 3.12.6.1 - Anillo cónico, pieza	95
Figura 3.12.7.1 - Guía de la válvula, pieza	96
Figura 3.12.9.1 - Culata, explosionado	97
Figura 3.12.10.1 - Culata, ensamble	99
Figura 3.12.10.2 - Culata con motor, ensamble	100
Figura 3.13.1 - Elementos fundamentales de los engranajes	100
Figura 3.13.1.1 - Engranaje 1, pieza	101
Figura 3.13.2.1 - Engranaje 2, pieza	101
Figura 3.13.3.1 - Rodamiento, boceto	102
Figura 3.13.3.2 - Rodamiento, sección plano medio	103
Figura 3.13.3.3 - Rodamiento, pieza	103

Figura 3.13.7.1 - Tren de engranajes con motor, ensamble	106
Figura 3.14.1 - Sentido de giro engranejes visto desde popa	107
Figura 3.14.1.1 - Distribución eje de levas	108
Figura 3.14.2.1 - Diagrama cíclico o de distribución	108
Figura 3.14.2.2 - Leva combustible, boceto	109
Figura 3.14.2.3 - Posición leva combustible para cada cilindro	111
Figura 3.14.2.4 - Posición leva escape para cada cilindro	112
Figura 3.14.2.1.1: Comprobación ángulo abertura galería barrido	114
Figura 3.14.3.1 - Testigo inyección, boceto	115
Figura 3.14.3.2 - Eje levas proa, pieza	116
Figura 3.14.4.1 - Eje levas central, pieza	116
Figura 3.14.5.1 - Eje levas popa, pieza	117
Figura 3.14.6.1 - Bloque de cilindro, boceto modificación	118
Figura 3.14.6.2 - Bloque de cilindro, modificación	119
Figura 3.14.7.1 - Tapa eje levas, pieza	120
Figura 3.14.9.1 - Sombrero D-22, boceto	121
Figura 3.14.11.1 - Eje de levas, explosionado	122
Figura 3.14.12.1 - Eje de levas, plano vertical	124
Figura 3.14.12.2 - Engranaje eje de levas posicionado	125
Figura 3.14.12.3 - Eje de levas, ensamble	125
Figura 3.15.1 - Dibujo explicativo cálculo	126
Figura 3.15.1.1 - Culata, boceto modificación	128
Figura 3.15.1.2 - Culata, pieza	128
Figura 3.15.2.1 - Balancín, boceto	129
Figura 3.15.4.1 - Barra empujadora, pieza	130
Figura 3.15.5.1 - Rodillo seguidor, pieza	131
Figura 3.15.6.1 - Sombrero barra empujadora, pieza	131
Figura 3.15.7.3.1 - Tuerca A-1	132
Figura 3.15.8.1 - Balancín explosionado	133
Figura 3.15.9.1 - Balancín, ensamble	135
Figura 3.15.9.2 - Balancín con motor, ensamble	136
Figura 3.16.1 - Sistema refrigeración por agua de mar - Fuente: [Referencia 1]	137
Figura 3.16.2 - Sistema refrigeración central - Fuente: [Referencia 1]	137
Figura 3.16.2.1 - Circuito refrigeración camisas - Fuente: [Referencia 1]	138
Figura 3.16.2.2 - Colectores refrigeración en sección motor S 70 MC-C - Fuente: [Referencia 3]	139
Figura 3.16.2.1.1 - Colector refrigeración admisión popa, pieza	140
Figura 3.16.2.2.1 - Colector refrigeración admisión proa	140
Figura 3.16.2.3.1 - Colector refrigeración salida	141
Figura 3.16.6.1 - Sistema de refrigeración ensamble	143
Figura 3.17.1 - Circuito barrido-escape en sección motor - Fuente: [Referencia 1]	145
Figura 3.17.1.1 - Bloque de cilindro soporte, vista lateral	146
Figura 3.17.2.1 - Rodete turbina, pieza	147
Figura 3.17.2.2 - Curva helicoidal, barrido	148
Figura 3.17.3.1 - Rodete compresor, pieza	149
Figura 3.17.4.1 - Carcasa inferior, revolución boceto	150
Figura 3.17.5.1 - Carcasa superior turbocompresor, pieza	150
Figura 3.17.6.1 - Rodamiento turbocompresor, pieza	151
Figura 3.17.7.1 - Colector proa, barrido conducto	152
Figura 3.17.7.2 - Colector barrido proa, pieza	153
Figura 3.17.8.1 - Colector barrido popa, pieza	153
Figura 3.17.9.1 - Colector escape proa, pieza	154
Figura 3.17.10.1 - Colector escape popa, pieza	154

Figura 3.17.11.1.1 - Conducto admisión, pieza	155
Figura 3.17.11.2.1 - Conducto escape inferior, pieza	155
Figura 3.17.11.3.1 - Conducto escape superior	156
Figura 3.17.13.1 - Turbocompresor, explosionado	158
Figura 3.17.14.1 - Sistema admisión escape con motor, ensamble	160
Figura 3.18.1 - Circuito sistema de combustible	161
Figura 3.18.1.1 - Bloque de cilindro, modificación	162
Figura 3.18.1.2 - Culata, extrusión	163
Figura 3.18.2.1 - Bomba de inyección, pieza	164
Figura 3.18.3.1 - Accionador bomba de inyección, pieza	165
Figura 3.18.4.1 - Inyector, pieza	166
Figura 3.18.5.1.1 - Conducto combustible alimentación, pieza	167
Figura 3.18.5.2.1 - Conducto combustible alta presión, pieza	168
Figura 3.18.5.3.1 - Conducto retorno combustible 1, pieza	169
Figura 3.18.5.3.2 - Conducto retorno combustible 2, pieza	169
Figura 3.18.5.3.3 - Conducto retorno combustible 3, pieza	170
Figura 3.18.5.3.4 - Conducto retorno combustible, ensamble	170
Figura 3.18.8.1 - Sistema de combustible con motor, ensamble	173
Figura 3.18.8.2 - Motor vista frontal	174

Todas las imágenes han sido realizadas por el autor, salvo las que han sido apropiadamente referenciadas en la bibliografía.

II ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 - Potencia y velocidad - Fuente: [Referencia 1]	13
Tabla 2.2 - Consumo lubricante y combustible - Fuente: [Referencia 1]	14
Tabla 3.1.1 - Dimensiones motor real - Fuente: [Referencia 2]	16
Tabla 3.2.1 - Factores modelización	22
Tabla 3.4.7.1 - Resumen cruceta	31
Tabla 3.5.5.1 - Resumen biela	36
Tabla 3.7.7.1 - Resumen cigüeñal	47
Tabla 3.8.10.1 - Resumen bancada	55
Tabla 3.9.11.1 - Resumen bastidor	66
Tabla 3.10.4.1 - Resumen bloque de cilindros	77
Tabla 3.11.4.1 - Resumen dámper	84
Tabla 3.12.9.1 - Resumen culata	97
Tabla 3.13.6.1 - Resumen tren de engranajes	104
Tabla 3.14.11.1 - Resumen eje levas	121
Tabla 3.15.8.1 - Resumen balancín	133
Tabla 3.16.5.1 -Resumen sistema de refrigeración	142
Tabla 3.17.13.1 - Resumen sistema admisión escape	157
Tabla 3.18.7.1 - Resumen sistema de combustible	171

III ÍNDICE DE ECUACIONES

(2.1.1)	_____	Ecuación escala
(2.1.2)	_____	Desarrollo ecuación escala
(2.1.3)	_____	Desarrollo ecuación escala
(3.7.1.1)	_____	Decalaje motor
(3.7.1.2)	_____	Desarrollo decalaje motor
(3.13.8.1)	_____	Ecuación distribución general eje de levas
(3.14.1)	_____	Ecuación apoyo balancín para cálculo distancia x
(3.14.2)	_____	Desarrollo (3.14.1)
(3.14.3)	_____	Ecuación cálculo ángulo α balancín
(3.14.4)	_____	Desarrollo ecuación cálculo ángulo α balancín
(3.14.5)	_____	Ecuación comprobación alzada leva
(3.14.6)	_____	Desarrollo ecuación comprobación alzada leva
(3.14.7)	_____	Desarrollo ecuación comprobación alzada leva

IV GLOSARIO

2D

Sistema de dos dimensiones, todo se puede representar por ejes cartesianos.

3D

Sistema de tres dimensiones, se puede representar por sistema de ejes X, Y, Z.

bar

Unidad de presión.

C.P. / CP

Cojinete principal

CSK Brilliance

Nombre de buque granelero.

D

Diámetro.

D-22

Denominación utilizada para nombrar una pieza del proyecto.

Dr

Distancia Real

d / D Diámetro.

DWG

Extensión de formato electrónico, indica que el archivo es un plano.

Factor (K , J)

Numeros adimensionales propios utilizados en el proyecto, véase el apartado 3.2.

FDM

Modelado por deposición fundida.

g/BHP_h

Gramos de combustible entre potencia al freno hora, consumo específico.

g/kWh

Gramos de combustible entre kilovatios hora, consumo específico.

HFO

Heavy fuel oil, combustible pesado.

IAM

Extensión de formato digital, indica un ensamble.

IDW

Extensión de archivo digital, indica que es un plano.

IPN

Extensión de formato digital, indica un archivo de CAD con un conjunto de piezas (*.ipt) explosionado.

IPT

Extensión de formato digital, indica que el archivo se trata de una pieza.

kWh

Kilovatios hora, potencia.

KWK Legacy

Nombre de buque granelero

Layout

Diseño

MAN B&W 6 S 70 MC

Denominación motor de MAN B&W, véase apartado 3.2.

MDO

Marine diesel oil, combustible diesel.

MEP

Presión media efectiva (Mean Effective Pressure)

P-COMP

Presión de compresión.

P-MAX

Presión máxima.

P-SCAV

Presión del aire de barrido.

PMI

Punto muerto inferior.

PMS

Punto muerto superior

rR

Radio

r/min

Revoluciones por minuto

I	ÍNDICE DE FIGURAS	V
II	ÍNDICE DE TABLAS	IX
III	ÍNDICE DE ECUACIONES	X
IV	GLOSARIO	XI
V	ÍNDICE	XV
1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Impresión 3-D	2
1.2	Introducción Autodesk Inventor	2
1.2.1	Crear arandela A-1	5
1.2.2	Crear tornillo A-1	6
1.2.3	Crear llave ALLEN	8
1.2.4	Crear ensamble	10
2	CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR	13
3	MODELADO	16
3.1	Escala	16
3.2	Dimensionado piezas	19
3.3	Pistón	23
3.4	Cruceta	24
3.4.1	Cruceta individual	24
3.4.2	Semicojinete inferior cruceta	25
3.4.3	Semicojinete superior cruceta	26
3.4.4	Sombrerete cruceta	26
3.4.5	Patín	27
3.4.6	Tornillería	28
3.4.6.1	Tornillo A-2	28
3.4.6.2	Tornillo P-1	30
3.4.7	Resumen y explosionado	31
3.4.8	Ensamble cruceta	32
3.5	Biela	33
3.5.1	Biela	33
3.5.2	Semicojinete cabeza biela	34
3.5.3	Sombrerete cabeza biela	35
3.5.4	Tornillería	35
3.5.4.1	Tornillo A-3	35
3.5.5	Resumen y explosionado	36
3.5.6	Ensamble biela	37
3.6	Biela-cruceta	38
3.7	Cigüeñal	39
3.7.1	Dimensionado y estructura del cigüeñal	39
3.7.2	Cigüeñal proa	42
3.7.3	Cigüeñal central	43
3.7.4	Cigüeñal popa	44
3.7.5	Cigüeñal engranajes	45
3.7.6	Tornillería	45
3.7.6.1	Tornillo P-2	45
3.7.7	Resumen y explosionado	47
3.7.8	Ensamble cigüeñal	48
3.8	Bancada	49
3.8.1	Dimensionado y estructura de la bancada	49

3.8.2 Bancada proa	50
3.8.3 Bancada central	51
3.8.4 Bancada engranajes	52
3.8.5 Semicojinete principal inferior	52
3.8.6 Semicojinete principal superior	53
3.8.7 Sombrerete exterior C.P.	53
3.8.8 Sombrerete cojinete principal	54
3.8.9 Tornillería	54
3.8.9.1 Tornillo A-4	54
3.8.9.2 Tornillo A-5	54
3.8.10 Resumen y explosionado	55
3.8.11 Ensamble bancada y piezas anteriores	56
3.9 Bastidor	57
3.9.1 Dimensionado y estructura del bastidor	57
3.9.2 Bastidor proa	58
3.9.3 Bastidor central	60
3.9.4 Bastidor popa	60
3.9.5 Bastidor engranajes	61
3.9.6 Guía del patín	62
3.9.7 Tapa del bastidor proa	63
3.9.8 Tapa del bastidor central	64
3.9.9 Obturador del vástago	65
3.9.10 Tornillería	65
3.9.10.1 Tornillo A-7	66
3.9.10.2 Tornillo A-9	66
3.9.11 Resumen y explosionado	66
3.9.12 Ensamble Bastidor	67
3.10 Cilindro	70
3.10.1 Bloque del cilindro	70
3.10.2 Camisa	76
3.10.3 Tornillería	77
3.10.3.1 Tornillo A-6	77
3.10.4 Resumen y explosionado	77
3.10.5 Ensamble bloques cilindro y piezas anteriores	78
3.10.6 Ajuste pistón	80
3.11 Dámper	83
3.11.1 Disco principal del dámper	83
3.11.2 Tapa del dámper	83
3.11.3 Tornillería	84
3.11.4 Resumen y explosionado	84
3.11.5 Ensamble dámper	85
3.12 Culata	86
3.12.1 Culata	86
3.12.2 Asiento de válvula	91
3.12.3 Válvula de escape	92
3.12.4 Resorte de la válvula de escape	93
3.12.5 Platillo de la válvula de escape	94
3.12.6 Anillo cónico	95
3.12.7 Guía de la válvula	95
3.12.8 Tornillería	96
3.12.8.1 Tornillo A-8	96
3.12.9 Resumen y explosionado	97
3.12.10 Ensamble culata	98

3.13 Tren de engranajes	100
3.13.1 Engranaje 1	101
3.13.2 Engranaje 2	101
3.13.3 Rodamiento engranajes	102
3.13.4 Engranaje 3	103
3.13.4.1 Modificación bloque de cilindro 6	104
3.13.5 Engranaje del eje de levas	104
3.13.6 Resumen	104
3.13.7 Ensamble tren de engranajes	105
3.14 Eje de levas	106
3.14.1 Estructura del eje de levas	107
3.14.2 Sincronización	108
3.14.2.1 Modificación camisa	113
3.14.3 Eje levas proa	114
3.14.4 Eje levas central	116
3.14.5 Eje levas popa	117
3.14.6 Modificaciones bloque de cilindro	117
3.14.7 Tapa eje de levas	119
3.14.8 Semicojinetes levas	120
3.14.9 Sombrero D-22	120
3.14.10 Tornillería	121
3.14.11 Resumen y explosionado	121
3.14.12 Ensamble eje de levas	122
3.15 Balancín	126
3.15.1 Modificación culata	127
3.15.2 Balancín	129
3.15.3 Sombrero Balancín	129
3.15.4 Barra empujadora	130
3.15.5 Rodillo seguidor	130
3.15.6 Sombrero barra empujadora	131
3.15.7 Tornillería	132
3.15.7.1 Tornillo P-3	132
3.15.7.2 Tornillo A-11	132
3.15.7.3 Tuerca A1	132
3.15.8 Resumen y explosionado	133
3.15.9 Ensamble balancín	134
3.16 Sistema de refrigeración	136
3.16.1 Refrigeración aire barrido	137
3.16.2 Refrigeración agua de camisas	138
3.16.2.1 Colector de refrigeración admisión popa	140
3.16.2.2 Colector de refrigeración admisión proa	140
3.16.2.3 Colector refrigeración salida	141
3.16.3 Modificación bloque de cilindros y culata	141
3.16.4 Tornillería	142
3.16.5 Resumen	142
3.16.6 Ensamble sistema de refrigeración	143
3.17 Admisión y escape	144
3.17.1 Modificación bloque de cilindros y culata	146
3.17.2 Rodete turbina	147
3.17.3 Rodete compresor	149
3.17.4 Carcasa inferior turbocompresor	149
3.17.5 Carcasa superior turbocompresor	150
3.17.6 Rodamiento turbocompresor	151

3.17.7 Colector barrido proa	151
3.17.8 Colector barrido popa	153
3.17.9 Colector escape proa	154
3.17.10 Colector escape popa	154
3.17.11 Conductos admisión escape	155
3.17.11.1 Conducto admisión	155
3.17.11.2 Conducto escape inferior	155
3.17.11.3 Conducto escape superior	156
3.17.12 Tornillería	156
3.17.12.1 Tornillo A-10	156
3.17.13 Resumen y explosionado	157
3.17.14 Ensamble sistema admisión escape	158
3.18 Sistema de combustible	160
3.18.1 Modificación bloque de cilindros y culata	162
3.18.2 Bomba de inyección	164
3.18.3 Accionador bomba de inyección	165
3.18.4 Inyector	165
3.18.5 Conductos combustible	166
3.18.5.1 Conducto de combustible alimentación	166
3.18.5.2 Conducto combustible alta presión	167
3.18.5.3 Conducto retorno combustible	168
3.18.6 Tornillería	171
3.18.7 Resumen	171
3.18.8 Ensamble sistema de combustible	171
4 PRESUPUESTO	175
4.1 Presupuesto	191
5 CONCLUSIONES	192
6 REFERENCIAS	193
ANEXO I: ESPECIFICACIONES TORNILLERÍA Y CONDUCTOS	195
6.1 Resorte	196
6.2 Conductos	197
6.3 Tornillería	198
ANEXO II: PLANOS	199
6.4 Índice de planos	200

1 INTRODUCCIÓN

El objetivo fundamental de este proyecto es el de utilizar la tecnología que nos brinda las impresoras 3D junto al software de modelado 3D, para acercar al estudiante a diferentes motores, ya que hasta ahora bien se podían observar en fotos, en videos aunque también en talleres se puede acceder de forma presencial a esta maquinaria, teníamos la desventaja que cada motor marino presenta dificultades como pueden ser traer nuevos modelos, límite de volumen (en este caso taller), límite de costes transporte y/o acceso al lugar destinado. Es por ello que he decidido diseñar un motor alternativo marino basado en otros motores y que pretenda ser una maqueta de un motor inexistente pero que se fundamente en principios reales, será un motor a escala de un motor que bien podría ser utilizado como principal en un buque con unas características en concreto. De esta manera conseguimos disponer de una mayor cantidad de material a disposición del alumno.

El siguiente proyecto tratará pues acerca de la elaboración de una maqueta en 3D de un antiguo motor lento alternativo de dos tiempos marino enfocada a ser material didáctico, que sirva para ver como funciona en sus principios básicos, que pueda ser montada y desmontada de una manera sencilla y que todo a ser una maqueta tenga similitudes en el montaje con su homologado real.

Uno de los objetivos es que sea una maqueta basada en un motor real, pero que no sea una réplica a ella, sino que se asemeje en ciertos aspectos. Se tratará de simplificar el montaje minimizando el número de tornillos y de los tipos, de manera que con una herramienta o dos se pueda llegar a desmontar y montar por completo.

Como último objetivo es el de animar a otros estudiantes, a que prosigan con esta iniciativa y se atrevan a diseñar otros modelos de motores, para imprimir, para simplemente diseñar, para realizar simulaciones de esfuerzos, de torsión, etc, o para que vean los diferentes puntos de vista acerca de las piezas que serán parte del día a día en su profesión.

1.1 Impresión 3-D

Podemos definir la impresión 3D como un grupo de tecnologías de fabricación por adición donde un objeto tridimensional es creado mediante la superposición de capas sucesivas de material.

¿Qué hace falta para imprimir en 3D?

Uso de un programa de modelado, con este programa se creará un objeto en 3 dimensiones en un archivo, este archivo se usará con otro software para idear la forma de imprimirlo, normalmente dividen el objeto por capas de manera que indican a la impresora por orden el dibujo que tiene que hacer en cada capa, creando capas unas encima de otras creando como resultado final el objeto deseado.

A grandes rasgos así funciona, tenemos que tener en cuenta que existen numerosas tecnologías y materiales, este proyecto está orientado a la impresión en plástico ya que es económico y resistente pero esta tecnología avanza cada día en todos los campos, hasta hace relativamente poco tiempo se hacían piezas en plástico, yeso y similares. Actualmente hay casas prefabricadas que se cimentan en la impresión 3D creando las paredes de las viviendas por capas, bioingeniería se han llegado a crear cartílagos e incluso órganos que pueden implantarse.

1.2 Introducción Autodesk Inventor

Como ya he comentado en apartados anteriores, el trabajo trata acerca de modelar una serie de piezas y ensamblarlas entre ellas, para ello necesitare un programa adecuado a ello que me permita realizar estas tareas.

El software que emplearé es Autodesk Inventor versión 2012, me hubiera gustado poder utilizar un software más actualizado pero las herramientas de que dispongo (pc Windows XP 2009) me lo impide.

Este apartado consiste en una muy breve explicación acerca de este programa, ya que este estará presente a lo largo del proyecto y utilizaremos expresiones y conceptos específicos.

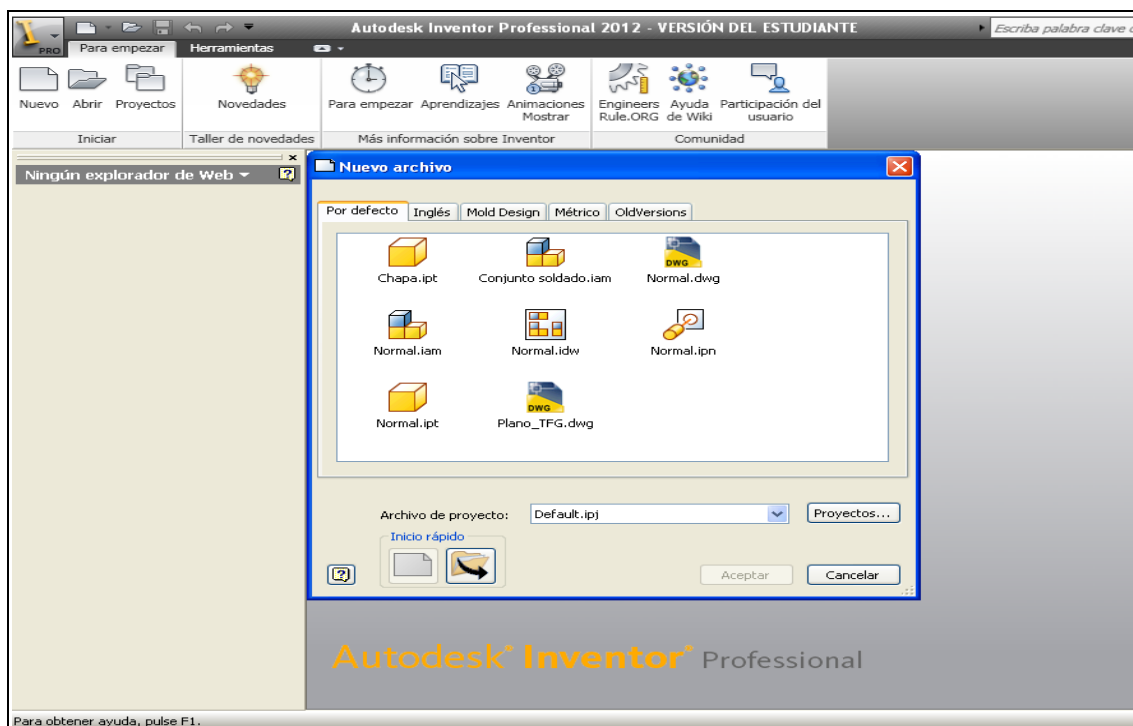


Figura 1.2.1 - Inicio inventor

Cuando arrancamos el programa tenemos una serie de opciones a utilizar, nosotros las que usaremos serán las de nuevo y abrir que consiste en abrir un archivo ya creado. Cuando hacemos click en nuevo tenemos varias opciones, que son las siguientes:

La extensión *.ipt, nos indica pieza, en este caso tenemos chapa y normal, en chapa encontramos comandos específicos para trabajar con piezas de chapa en normal tenemos los comandos generales para trabajar eligiendo nosotros el tipo de material que podemos usar.

La extensión *.iam, nos indica ensamble, en este caso empleamos un conjunto de piezas ensambladas a través de restricciones, en el caso de conjunto soldado tiene comando específicos para chapa, en caso de ser normal tiene los comandos generales.

La extensión *.ipn, nos indica que tratamos con presentaciones de ensamblajes.

Las extensiones *.dwg e *.idw, son para crear y modificar planos y dibujos.

En estas dos últimas opciones no se profundizará ya que para modelar usaremos las opciones de pieza y ensamble.

Una vez queramos empezar un proyecto nuevo, hacemos click a la opción de nuevo, normal.ipt y nos aparece una nueva pantalla.

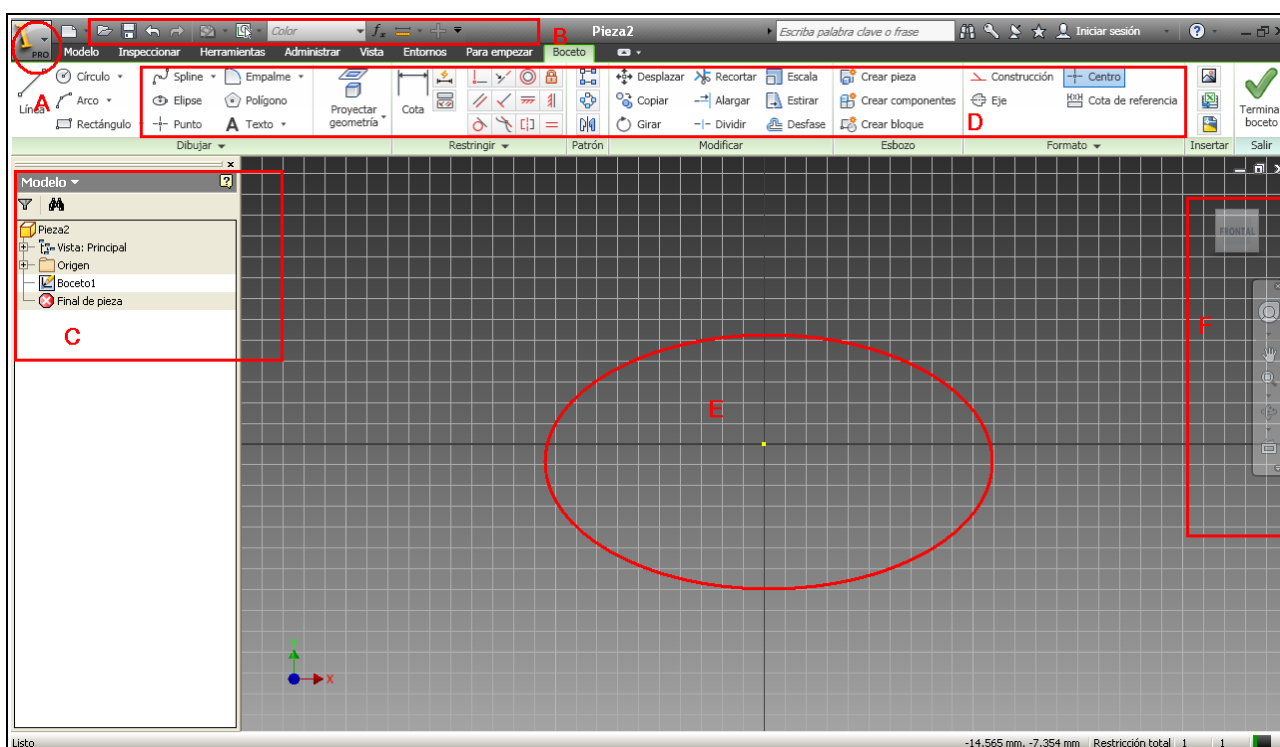


Figura 1.2.2 - Descripción ventana inventor

A - Menú principal

B- Algunos comandos rápidos, como guardar, atrás, etc.

C- Navegador, permite observar e interactuar con operaciones hechas con anterioridad.

D- Pestañas y menús de barras de herramientas, cada menú clasificado por pestaña.

E- Ventana gráfica, zona central del dibujo/pieza/ensamble.

F- Barra de navegación y ViewCube, la barra de navegación sirve para moverse y

visualizar la pieza/boceto desde distintos puntos de vista, ViewCube nos presenta una manera ágil y rápida de cambiar de vista a vistas predeterminadas como pueda ser la vista frontal, posterior, derecha, intermedia, etc.

1.2.1 Crear arandela A-1

Para empezar crearemos una arandela, hacemos click en nuevo, normal.ipt y guardamos con el nombre de arandela_A-1.ipt, lo primero que nos aparece es el menú de boceto, esto es que necesitamos hacer un dibujo en 2D, para poder hacer luego en 3D.

Un dibujo en 2D es como si hiciéramos un dibujo sobre el papel, se puede hacer más o menos complejo, pero no tendrá profundidad ninguna al menos de momento, en nuestro caso necesitamos hacer una arandela, este software permite llegar a la misma coyuntura por vías distintas, podemos hacer de distintos modos para llegar a un mismo resultado, aquí se explicará la forma de hacerlo de una de ellas.

Si viéramos una arandela real desde arriba, y esta estuviera reposada sobre su cara natural nos encontraríamos con dos circunferencias concéntricas, pues esa misma visión es la que tenemos que repetir esta vez usando el programa, miramos la barra de herramientas y tenemos el comando círculo con opción desde el centro hacemos click y nos movemos a la ventana gráfica donde tenemos el centro de coordenadas resaltado, dibujamos nuestra circunferencia y le damos 6 de unidad, si quisieramos asegurarnos de la medida o saber alguna medida también podemos usar el comando cota y nos indica que unidad tiene la distancia, diámetro, ángulo, etc.

Repetimos el proceso ahora para un diámetro de 4 unidades, con lo cual ya tendríamos la vista de planta de la arandela, ahora necesitamos darle la profundidad. Pinchamos en terminar boceto y pasamos automáticamente a la barra de herramientas de modelo.

Estas herramientas sirven para crear y manipular la profundidad, las tres que más usaremos para crear el relieve són: extrusión, revolución y barrido.

- Extrusión, crea un cuerpo o una operación añadiendo profundidad a un perfil de

boceto.

- Revolución, crea una operación o un cuerpo mediante la revolución de uno o varios perfiles de boceto alrededor de un eje.
- Barrido, crea una operación o un nuevo cuerpo sólido mediante el barrido de uno o varios perfiles de boceto a lo largo de un camino seleccionado.

Para la arandela usaremos el comando extrusión, y en ella la unidad 1. Guardamos el archivo con el nombre anteriormente indicado y ya podemos decir que tenemos la primera pieza de nuestro proyecto creada.

Al hablar de unidades al crear la arandela hemos de poder especificar un poco más, por eso mismo hemos de tener en cuenta que tipo de unidades manejamos, en la pestaña herramientas y comando parámetros del documento tenemos una serie de opciones generales que conviene revisar y guardar las preferencias, tal como ángulos y unidades entre otros, en este proyecto se usarán milímetros y grados a no ser que se especifique lo contrario.

1.2.2 Crear tornillo A-1

Una vez hecha la arandela, tenemos que crear un tornillo para esa arandela, el tornillo estará compuesto por varios bocetos y extrusiones por lo tanto antes de iniciar el programa hemos de tener en cuenta qué es lo que queremos hacer y cómo, una buena forma de trabajar es dibujar a mano alzada la pieza poner dimensiones a ese dibujo y pensar como se puede lograr paso a paso, extrusión a extrusión.

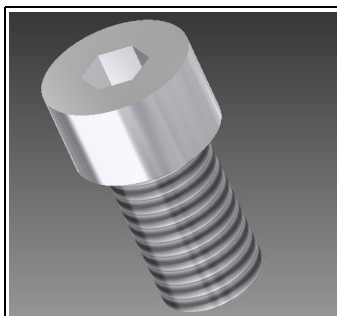


Figura 1.2.2.1 - Tornillo

En el caso del tornillo, empezaremos por la cabeza del tornillo, la cabeza será de forma cilíndrica por lo que la base del boceto será una circunferencia ($D = 5\text{mm}$) que extrusionamos a 3 mm, la segunda operación a realizar es crear el hueco para la llave ALLEN sobre la cabeza, la llave será de cabeza hexagonal teniendo una distancia de 2mm sobre las caras enfrentadas, la extrusión de corte de 2,5 mm, y la tercera operación será crear la cola del tornillo, para ello vamos a la cara posterior de la cabeza y extrusionamos un boceto de un círculo de 4 mm de diámetro (D) a 6 mm. A esta cola le añadimos una rosca vamos al comando rosca que se encuentra en la barra de herramientas de modelo y aplicamos sobre la superficie que queramos, le ponemos de tamaño 4 mm.

Con esto tendríamos nuestro tornillo casi acabado, un tornillo sufre tensiones en cantos y puede llegar a que rompa, por eso usaremos el comando empalme.

Empalme, redondea esquinas (vértices) en un boceto insertando un arco de radio determinado en la esquina o en la intersección de dos líneas.

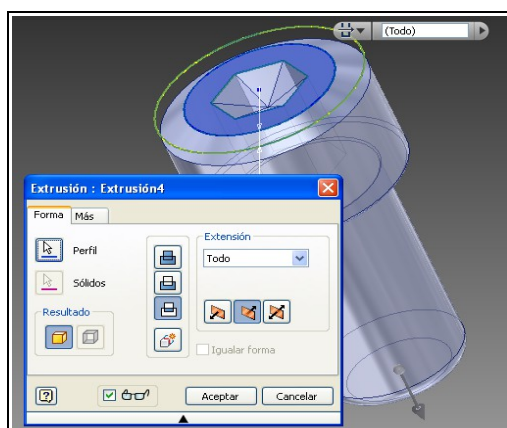


Figura 1.2.2.2 - Extrusión tornillo

Por lo tanto, hacemos click en el comando empalme, en una de las caras que queremos empalmar, introducimos el radio y a continuación seleccionamos la cara con la que hace esquina, El empalme de la base de la cola del tornillo r (radio) = 0,5mm , el que une la cola con la cabeza $r = 0,05$ mm, el tercer empalme es en la parte inferior de la cabeza del tornillo en su parte externa $r = 0,1$. Crearemos una extrusión en la parte superior de la cabeza para redondearla, primero en el boceto haremos un círculo de diámetro 3,6 mm y terminamos boceto, en el comando extrusión seleccionamos el perfil que queda entre el

nuevo círculo y el hexágono opción intersección y toda la extensión.

Por último añadimos el empalme que falta en la parte superior de la cabeza con un $r = 0,1$, y guardamos como tornillo_A1.ipt.



Figura 1.2.2.3 - Tornillo Final

Aunque hemos utilizado los empalmes para aliviar la tensión de esta pieza, no utilizaremos los empalmes con esa función ya que el objetivo es hacer una maqueta que sea "fácil" de hacer y reproducir, además de ser innecesario ya que la maqueta no soportará esfuerzos.

1.2.3 Crear llave ALLEN

La tercera pieza que crearemos será una herramienta para poder encajar los diferentes ensambles, una llave ALLEN.

Como bien sabemos es de cabeza hexagonal y tiene forma de L, sabiendo esto, podemos crear esta pieza usando el comando de barrido, para usar este comando tenemos que crear dos bocetos, uno para la cara o perfil y el segundo para el recorrido que usaremos como si desplazáramos esa cara por todo el recorrido creando una proyección.

He usado las siguientes medidas con los bocetos:

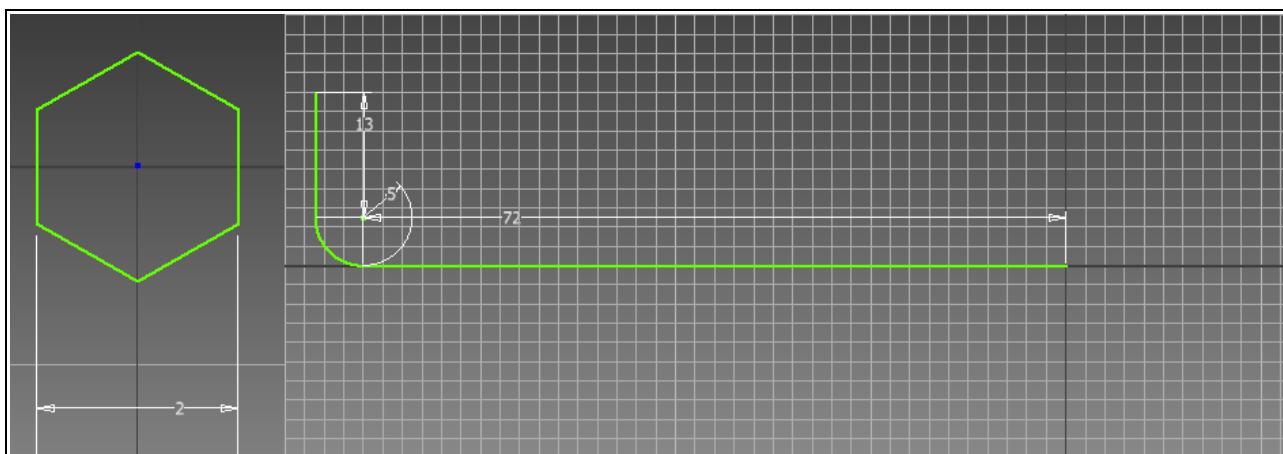


Figura 1.2.3.1 - Llave ALLEN, boceto

Es importante saber que en este comando requerimos de dos bocetos a la vez, los cuales han de estar relacionados, es conveniente que el recorrido parta desde el centro del perfil en nuestro caso el hexágono desde un plano perpendicular, en este caso en particular necesitamos que el plano sea perpendicular al hexágono pero en otros casos puede ser cualquier otro, esto dependerá de la situación y la pieza.

Para encontrar un plano perpendicular, hemos de ir a origen y tenemos los planos de referencia desde el centro de coordenadas, una manera de hacer es clickando sobre crear boceto en 2D y después sobre el plano en el que queremos trabajar, si no lo encontráramos por este método, podemos crear cualquier plano desde el comando plano.

Usamos el comando barrido.

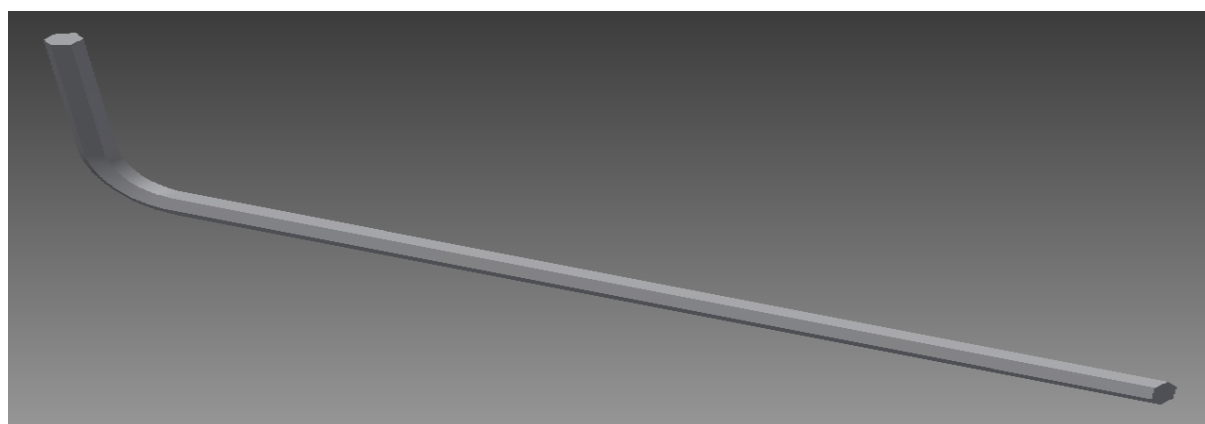


Figura 1.2.3.2 - Llave ALLEN final

1.2.4 Crear ensamble

Una vez tenemos un conjunto de piezas que queremos ensamblar, o bien que ya estén agrupadas y las podamos insertar en un ensamble mayor, o para un ensamblaje final, hacemos click en nuevo, en normal.iam, que es la extensión de ensamble.

Aparecemos con una nueva barra de herramientas, y un comando insertar, este a su vez tiene diferentes opciones la opción de insertar nos sirve para introducir las piezas que hemos creado o tenemos guardadas, entramos y buscamos el tornillo_A-1.ipt y la arandela_A-1.ipt.

Cuando tenemos las dos piezas en la ventana gráfica, podemos comprobar que se pueden mover, girar, incluso introducirse dentro de la otra pieza, tenemos que relacionarlas de algún modo, esto se lleva a cabo con los comandos de la pestaña posición, las que más usaré son restringir y ensamblar. Con el comando restringir, seleccionamos el tipo de coincidencia, primero clickamos en la cara de la arandela que irá pegada a la base del tornillo, y después clickamos la cara de la base del tornillo donde irá junto a la arandela y aplicamos cambios, a la hora de ensamblar necesitaremos usar distintos puntos de vista, gracias a la barra de navegación y a la órbita podemos manejar a nuestro antojo la posición de los elementos.

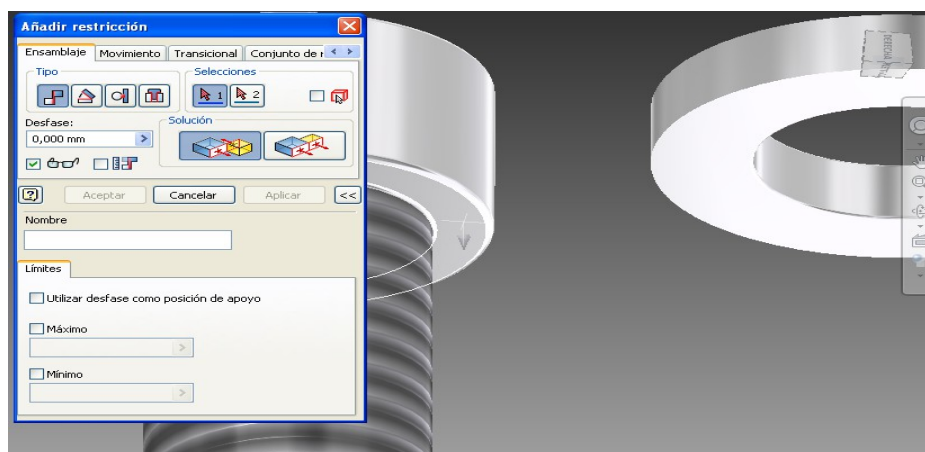


Figura 1.2.4.1 - Ventana de ensamble

Con el paso anterior se ha introducido una restricción entre estas dos piezas, este paso ha servido para decir a la arandela que una cara va a estar pegada a la cara de la base

del tornillo, pero introduciendo esta condición, no basta para definir su posición, ya que puede o no ser concéntrico, y aun siendo concéntrico podría dar vueltas sobre sí misma.

Le damos otra restricción, esta vez, para que sea concéntrica al vástago, clickamos en restringir, y ponemos el cursor cerca del vástago hasta que aparezca su eje entonces hacemos click, repetimos la operación con la cara interior curva de la arandela y aplicamos.

Ahora nos falta una última restricción más para que quede totalmente definida la posición de las dos piezas entre sí, comando restringir y en el navegador miramos que cada pieza tenga una carpeta llamada origen, ahí encontramos sus planos y ejes partiendo desde el centro de coordenadas, si hacemos coincidir con el comando restringir dos planos verticales que pasen por el centro, tenemos el ensamble totalmente definido.

Guardamos y tenemos el ensamble de un tornillo y arandela para su posterior colocación, más adelante cuando tengamos que añadir tornillería, nos ahorraremos el paso de tener que ensamblar estas dos piezas cada vez que necesitemos este tipo de tornillo.

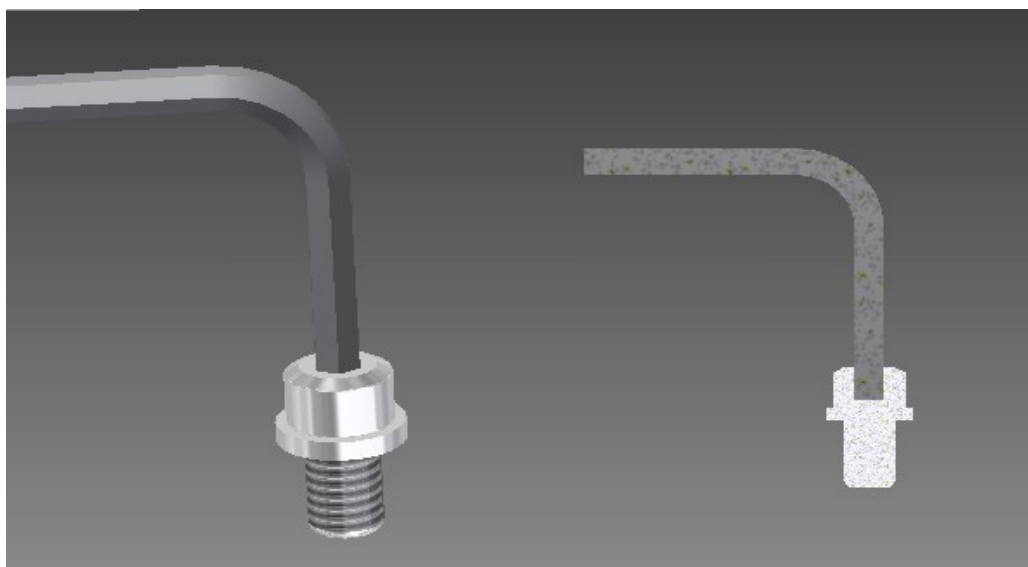


Figura 1.2.4.2 - Ensamble tornillo, arandela y llave ALLEN

Probamos a ensamblar la llave ALLEN en el conjunto que habíamos guardado, abrimos

archivo y aplicamos el comando restringir, en la arista de la llave y en la arista interior de la cabeza del tornillo donde irá ensamblada la llave, además de esto haremos una segunda restricción hacer que las dos caras queden superpuestas, y por último le ponemos la condición de que dos de sus caras laterales queden unidas, es entonces que el ensamble queda definido.

En la imagen podemos ver en la izquierda el ensamble final en 3D mientras que en la parte de la derecha vemos la sección por la mitad de este ensamblaje, y así comprobamos que la llave entra y parece encajar, para comprobar que no "choquen" por así decir los materiales vamos a la pestaña de inspeccionar analizar interferencia y punteamos en los elementos que creemos puedan tener conflicto.

2 CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR

Para el proyecto he elegido basarme en el motor MAN B&W 6 S 70 MC - C, se trata de un motor diesel grande lento de simple efecto 6 cilindros en línea, dos tiempos de cruceta, sobrealimentado y refrigerado por agua. Podría ser reversible, pero el modelo creado no es reversible.

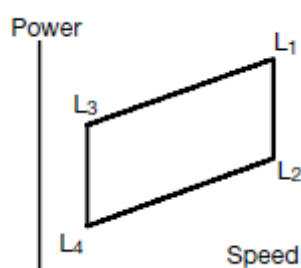


Figura 2.1 - Gráfica potencia velocidad - Fuente: [Referencia 1]

Power and speed

Layout	Engine speed	Mean effective pressure	Power kW BHP				
			Number of cylinders				
	r/min	bar	4	5	6	7	8
L ₁	91	18.0	11240 15280	14050 19100	16860 22920	19670 22740	22480 30560
L ₂	91	11.5	7200 9760	9000 12200	10800 14640	12600 17080	14400 19520
L ₃	68	18.0	8440 11440	10550 14300	12660 17160	14770 20020	16880 22880
L ₄	68	11.5	5400 7320	6750 9150	8100 10980	9450 12810	10800 14640

Tabla 2.1 - Potencia y velocidad - Fuente: [Referencia 1]

La figura 2.1 y tabla 2.1 muestran algunos datos del motor en el que se basará el proyecto, como la potencia a ciertas revoluciones y presión efectiva y la tabla 2.2 consumo específico del combustible y consumo del aceite lubricante.

Fuel and lubricating oil consumption

At load Layout point	Specific fuel oil consumption g/kWh g/BHP				Lubricating oil consumption	
	With high efficiency turbocharger		With conventional turbocharger		System oil Approximate kg/cyl. 24 hours	Cylinder oil g/kWh g/BHP
	100%	80%	100%	80%		
L ₁	169 124	166 122	171 126	169 124	5.5 - 7.5	0.95 - 1.5 0.7 - 1.1
L ₂	156 115	155 114	159 117	158 116		
L ₃	169 124	166 122	171 126	169 124		
L ₄	156 115	155 114	159 117	158 116		

Tabla 2.2 - Consumo lubricante y combustible - Fuente: [Referencia 1]

En la figura 2.2 tenemos las curvas de ciertos parámetros del motor relacionadas según su carga de funcionamiento.

Con la gráfica observamos que en el rango de carga 50 / 100 % los valores oscilan para las revoluciones del motor entre 72 / 91 rpm, para la presión efectiva principal entre 11,5 / 18 bar, presión máxima 100 / 140 bar, presión de compresión 2,6 / 125 bar, presión barrido 2,1 / 3,5 bar, temperatura de escape a la entrada del turbocompresor 325 / 380 °C, temperatura de escape a la salida del turbocompresor 225 °C, consumo específico de fuel oil 169 g / kWh.

Este tipo de motor ha sido instalado en buques como CSK Brilliance granelero de 292 m de eslora por 45 de manga o KWK Legacy granelero también de 292 m de eslora por 45 de manga.

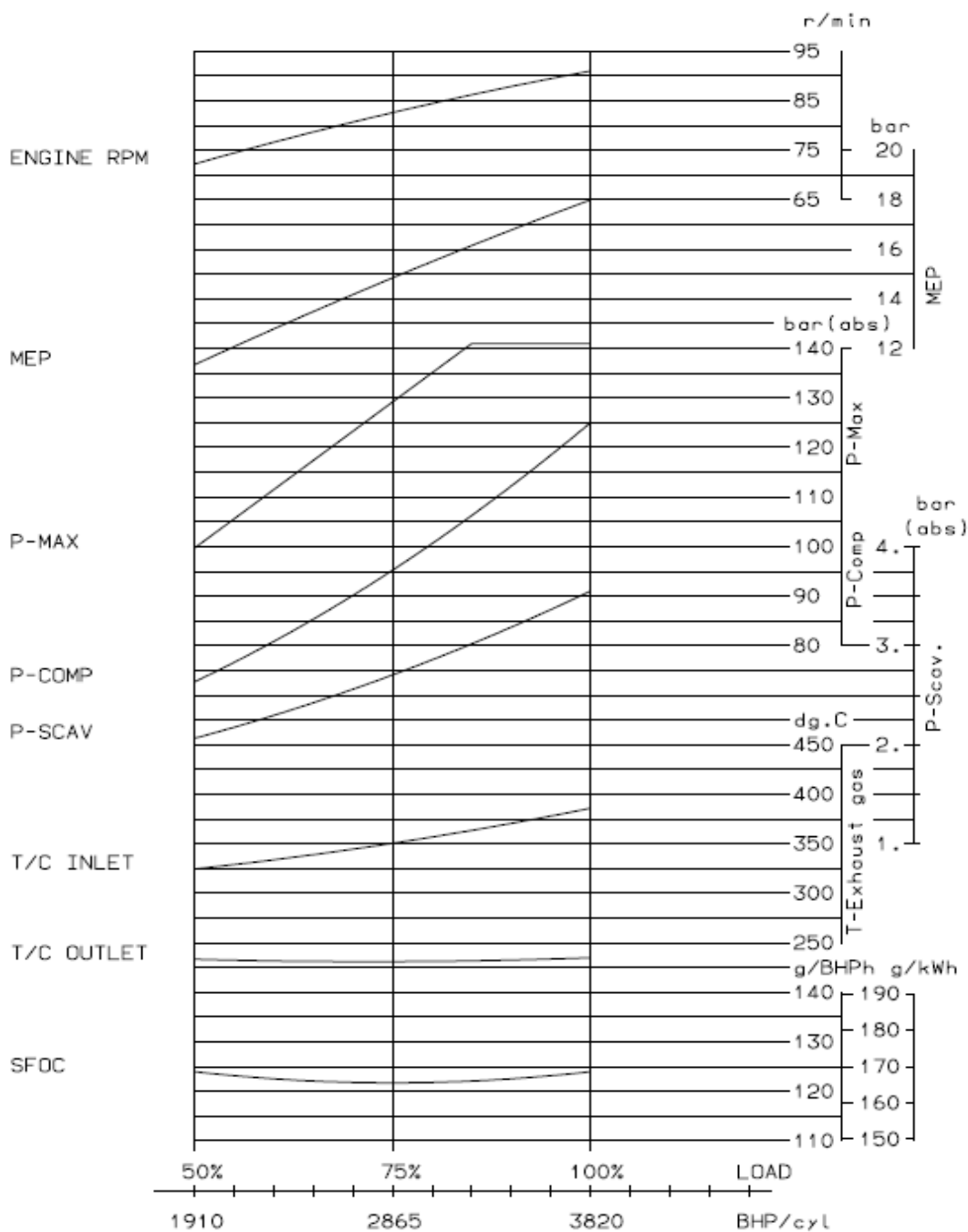


Figura 2.2 - Curvas características motor - Fuente: [Referencia 1]

3 MODELADO

3.1 Escala

Una vez escogido el motor a modelizar sólo falta saber a que escala vamos a trabajar, para ello necesitamos saber las medidas aproximadas del motor en el que se va a basar y las medidas aproximadas de la maqueta final.

Por internet he podido obtener la guía de proyecto de un motor S 70 MC, y a través de esta:

MAN B&W					5.02	
Page 2 of 2						
Cyl. No.	5	6	7	8		
A	1,190				Cylinder distance	
B	805				Distance from crankshaft centre line to foundation	
C	4,072	4,162	4,202	4,267	The dimension includes a cofferdam of 600 mm and must fulfil minimum height to tank top according to classification rules	
D *	8,010	8,010	8,010	8,010	MAN TCA	Dimensions according to turbocharger choice at nominal MCR
	-	7,799	7,799	7,901	ABB A100-L	
	7,725	7,970	7,970	7,725	Mitsubishi MET	
E *	4,292	4,492	4,866	5,166	MAN TCA	Dimensions according to turbocharger choice at nominal MCR
	4,076	4,645	4,845	5,256	ABB A100-L	
	4,176	4,434	4,634	4,122	Mitsubishi MET	
F	See text				See drawing: 'Engine Top Bracing', if top bracing fitted on camshaft side	
G	5,625	5,625	5,775	5,775	MAN TCA	The required space to the engine room casing includes mechanical top bracing
	-	5,625	5,625	5,775	ABB A100-L	
	5,135	5,625	5,625	5,135	Mitsubishi MET	
H1 *	12,550				Minimum overhaul height, normal lifting procedure	
H2 *	11,725				Minimum overhaul height, reduced height lifting procedure	
H3 *	11,500				The minimum distance from crankshaft centre line to lower edge of deck beam, when using MAN B&W Double Jib Crane	
I	2,195				Length from crankshaft centre line to outer side bedplate	
J	460				Space for tightening control of holding down bolts	
K	See text				K must be equal to or larger than the propeller shaft, if the propeller shaft is to be drawn into the engine room	
L *	8,308	9,498	10,688	11,878	Minimum length of a basic engine, without 2nd order moment compensators.	
M	= 800				Free space in front of engine	
N	4,970				Distance between outer foundation girders	
O	2,850				Minimum crane operation area	
P	See text				See drawing: 'Crane beam for Turbocharger' for overhaul of turbocharger	
V	0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 75°, 90°				Maximum 30° when engine room has minimum headroom above the turbo-charger	

Tabla 3.1.1 - Dimensiones motor real - Fuente: [Referencia 2]

Tenemos que aproximadamente el motor mide 9,5 m de longitud mínima y la medida de la maqueta tendrá una longitud aproximada de 600 mm.

Aunque el motor tenga una longitud mínima de 9,5 m supondremos que tiene 11m para dejar un espacio de respeto entre piezas, estos metros serán los componentes que alojen los cilindros, el bloque y bastidor entre otros, es decir que la caja de engranajes la salida de cola y demás no entran en esta medición, por tanto si la longitud aproximada del motor es de 600 mm, hemos de separar estos 600 mm en bastidor , bloques de cilindros y resto.

El resultado es que los componentes que alojen los cilindros del motor serán 440 mm aproximadamente, siendo proporcional al modelo "real" 11m. Y el resto de componentes 160 mm, que sumando las partes de la maqueta, cilindros, culatas, etc, es 440 y tren de engranaje, etc, 160 mm hace un total de 600 mm lo que se ha propuesto en un principio, estos datos son aproximados ya que a medida que se vaya avanzando en la modelización de la maqueta pueden variar por varias causas, sin embargo para empezar a modelizar es de mucha utilidad ya que podemos empezar a dar medidas a piezas.

De modo que tenemos:

$$d / D_r = 1 / U \quad (2.1.1)$$

d, distancia de la maqueta

D_r, distancia real

1, unidad de escala

U, Escala

Los datos que manejamos son 440 mm de longitud mínima de la maqueta, 11 m de longitud mínima del motor real. Necesitamos pasar todas las longitudes a la misma unidad.

$$11\text{ m} \times \frac{1.000\text{ mm}}{1\text{ m}} = 11.000\text{ mm} \quad (2.1.2)$$

Sustituimos en la ecuación.

$$440\text{ mm} / 11.000\text{ mm} = 1 / U \quad (2.1.3)$$

El resultado es $U = 25$, lo que significa que 1 mm en la maqueta representaría a 25 mm en la realidad.

3.2 Dimensionado piezas

Una vez tenemos la escala que queremos usar y el motor del cual queremos basarnos, solo hace falta tener las piezas con sus dimensiones para empezar. Como no he encontrado planos de las piezas ni he encontrado imágenes con sus dimensiones, tuve que abordar el problema de otra manera, así que recurriendo a la nomenclatura del propio modelo del motor sacamos estas conclusiones:

El motor en el cual queremos que se base la maqueta es el 6 S 70 MC - B de MAN B&W.

$$\frac{6}{A} \frac{S}{B} \frac{70}{C} \frac{M}{D} \frac{C}{E} \frac{-B}{F}$$

A - Número de cilindros del motor.

B - Carrera del motor donde puede ser:

G, carrera ultralarga

S, carrera super larga

L, carrera larga

k, carrera corta

C - Diámetro del pistón en cm.

D - Programa del motor

E - Concepto, actuación en la bomba de combustible

E, controlado electrónicamente

C, controlado por levas

F - Diseño

B, válvula de escape controlada por leva

C, motor compacto

A diferencia del motor que tenemos en la figura 3.2.1, nuestro diseño contará con cambios significativos en reemplazar los accionadores hidráulicos de la válvula de escape en accionadores mecánicos mediante levas y barras empujadoras, uso de balancines con resortes y las levas sincronizadas por ruedas dentadas.

MAN B&W Diesel A/S

Engine Selection Guide, MC Programme

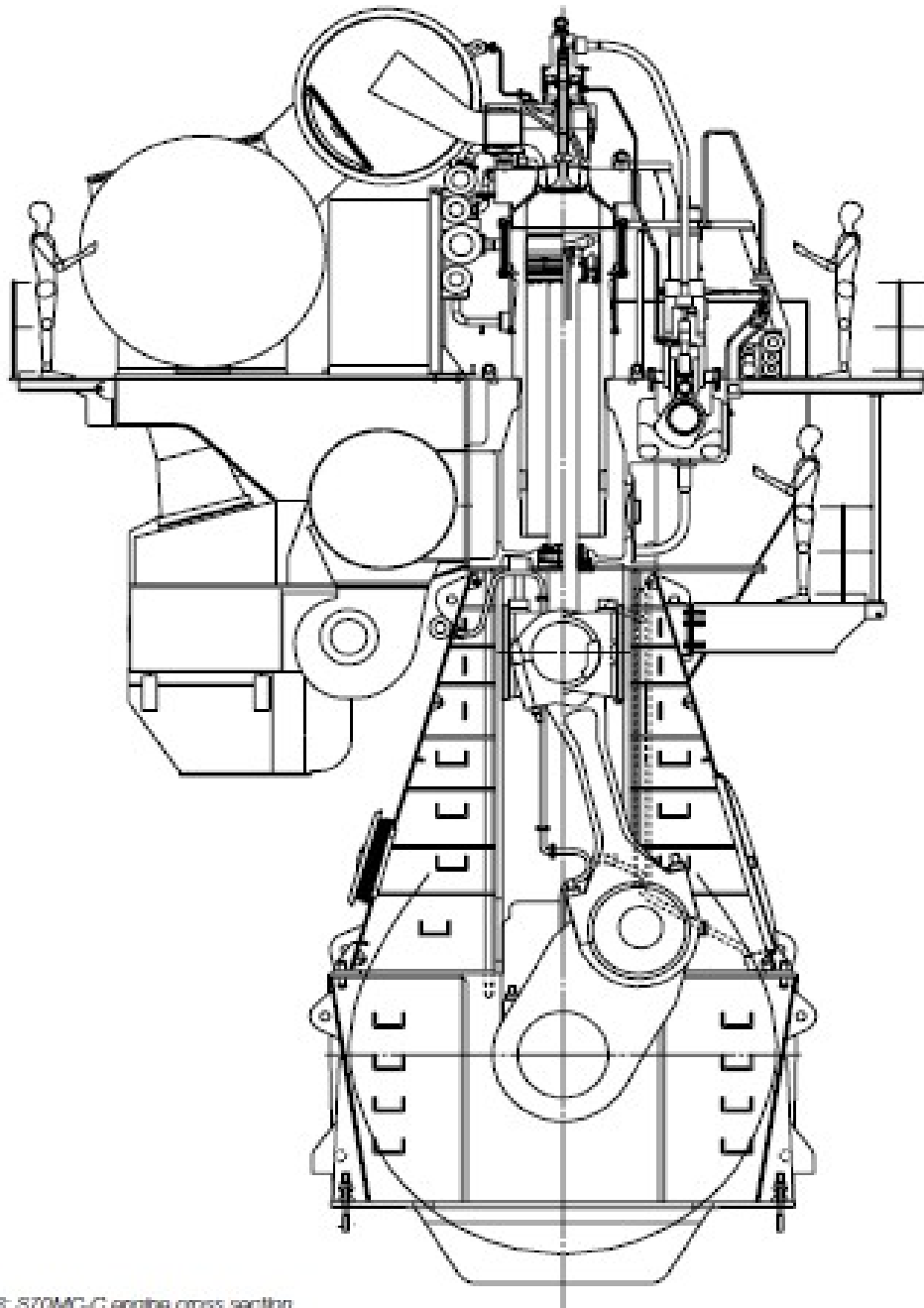


Fig. 1.08: S70MC-C engine cross section

178 49 19-4.1

420 100 018

198 20 84

1.18

Figura 3.2.1 - Sección motor S 70 MC - C - Fuente: [Referencia 3]

Midiendo el radio del pistón sobre la figura 3.2.1 obtenemos un radio de 5,5 mm sabiendo que el radio real son 350 mm y que la escala es 1:25, el radio del pistón de la maqueta será de 14 mm.

Si bien, el radio de la maqueta lo hubieramos podido obtener a través de la nomenclatura y de la escala, ahora podemos medir sobre el esquema y multiplicando por un factor k que ahora crearemos tendremos la medida directamente de la maqueta.

Dibujo sección	Real	Maqueta
5,5mm	350 mm	14mm
de Dibujo sección a Real		Factor J
$\frac{350}{5,5}$		63,636363
de Dibujo sección a Maqueta		Factor K
$\frac{14}{5,5}$		2,545454

Tabla 3.2.1 - Factores modelización

Con esta tabla ya estamos preparados para comenzar a modelar conociendo las medidas, todo y que no recreemos fielmente el motor, nos sirve como para tener unas referencias para tener muy en cuenta para no sobredimensionar piezas de la maqueta, guardar la proporcionalidad entre ellas, etc.

3.3 Pistón

Para esta pieza usaremos las medidas utilizando los factores de conversión salvo el diámetro del vástago que se hará algo más grande, ya que al final de este llevará orificios interiores, la longitud del vástago será provisional le daremos 150 mm para posteriormente rectificarla cuando dispongamos del resto de piezas así el resultado final será más preciso.

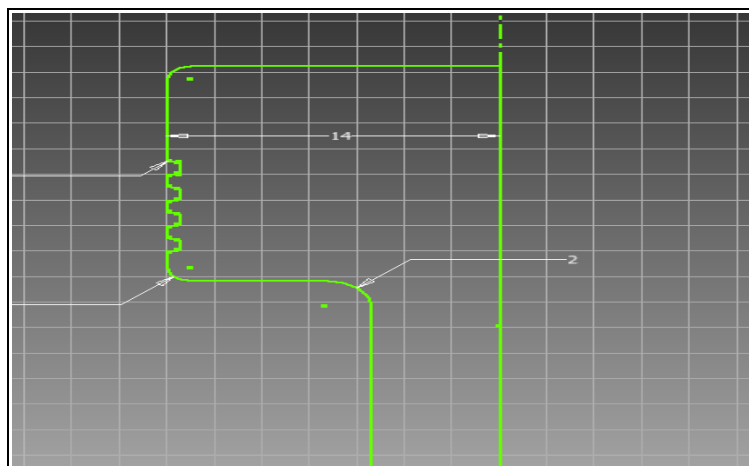


Figura 3.3.1 - Pistón, boceto

En este caso la operación más importante se puede hacer creando un perfil que será revolucionado por un eje.



Figura 3.3.2 - Pistón, pieza

Este resultado es provisional ya que tendremos que modificar la longitud del vástago,

crear orificios interiores hacer el final del vástago para que ecaje con la cruceta.

El plano correspondiente al pistón es el 07, que se encuentra en el anexo de planos.

3.4 Cruceta

Voy a denominar cruceta al conjunto de piezas que forman: 2 patines, cojinete superior e inferior, sombrerete, la pieza central la denominaré cruceta individual para distinguir y evitar confusiones entre cruceta como conjunto o como la pieza, 4 tornillos, 4 arandelas y 1 tornillo prisionero.

Nos encontramos con la primera modificación importante respecto al modelo original, para crear este conjunto, se tiene que visualizar respecto a su objetivo final que es la maqueta, por lo tanto todas las piezas irán condicionadas a la función que le corresponda, siendo esta la maqueta y del tamaño final real de la maqueta.

La maqueta está pensada para que se pueda montar y desmontar de forma sencilla, y el acople entre las piezas así lo permita.

3.4.1 Cruceta individual

La pieza de cruceta individual estará acoplada al vástago del pistón mediante un tornillo prisionero, este tornillo estará orientado hacia la tapa del bastidor de forma que se tenga fácil acceso para que las manos del usuario junto a la llave ALLEN que se diseñó en el tutorial lleguen sin problema.

Esta pieza será móvil y llevará un canal de lubricación, el cuerpo será cilíndrico con un rebaje para encajar los cojinetes, el ancho de la pieza es provisional, ya que faltan los railes de los patines para poder encajarlos.

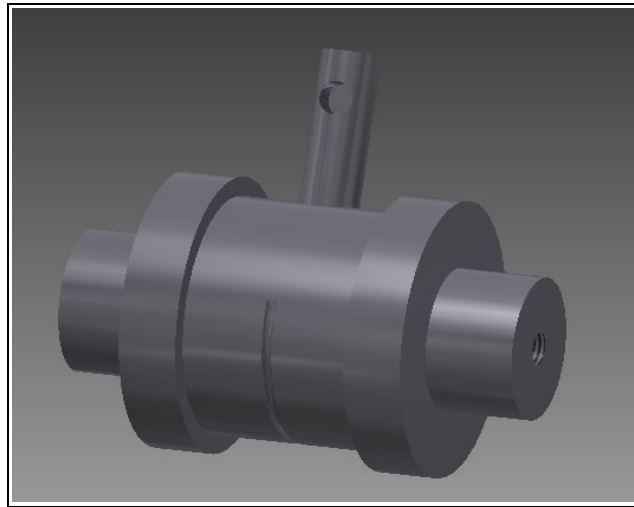


Figura 3.4.1.1 - Cruceta individual, pieza

El plano correspondiente a la cruceta individual es el 01, que se encuentra en el apartado de planos.

3.4.2 Semicojinete inferior cruceta

El semicojinete inferior de la cruceta tiene 1 mm de espesor, el radio interior es el mismo que el radio exterior de la superficie de la cruceta individual, por donde se deslizará por el movimiento, este semicojinete tendrá un canalillo para que circule el lubricante aunque la maqueta no está preparada para que circulen fuidos, se ha incluido para que sea más semejante al real.

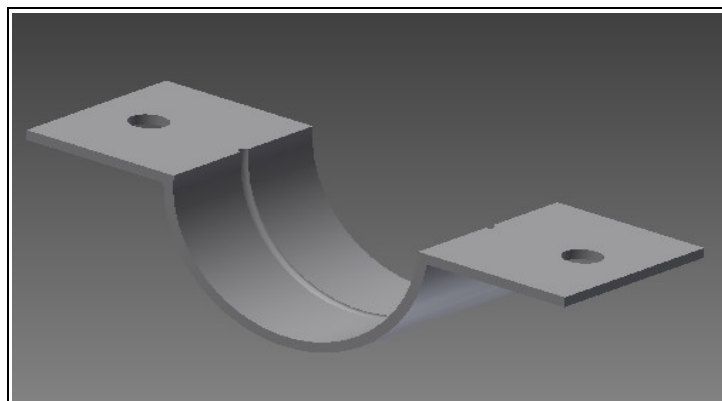


Figura 3.4.2.1 - Semicojinete inferior cruceta, pieza

El plano correspondiente al semicojinete inferior cruceta es el 03, que se encuentra en el apartado de planos.

3.4.3 Semicojinete superior cruceta

Es la pieza que completa al semicojinete inferior cruceta, se distingue de esta última en que posee una abertura para permitir el movimiento de la cruceta individual cuando está acoplada al vástago del pistón.

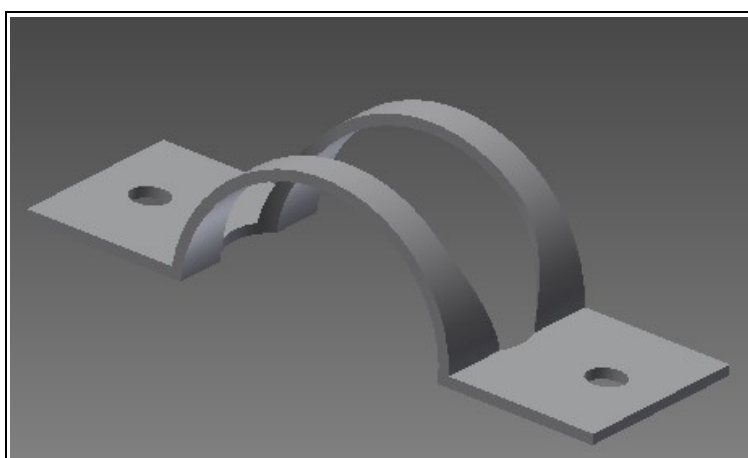


Figura 3.4.3.1 - Semicojinete superior cruceta, pieza

La abertura del semicojinete se hizo a través de un plano horizontal en modo corte.

El plano correspondiente al semicojinete superior cruceta es el 04, que se encuentra en el apartado de planos.

3.4.4 Sombrerete cruceta

El sombrerete cruceta se tiene que ajustar al semicojinete superior y de igual modo que el semicojinete permitía el acople de la cruceta individual con el vástago del pistón, el sombrerete también lo debe permitir, el sombrerete irá solidario a los semicojinetes y a la biela por medio de dos tornillos este conjunto será el que gire en torno a la cruceta individual ya que al estar acoplada al pistón y este al moverse únicamente de forma vertical, la cruceta individual no tendrá movimiento de giro pero si de desplazamiento.

Con estas premisas hacer el sombrerete cruceta es similar al semicojinete superior teniendo en cuenta que tiene un espesor mayor y que el centro del radio de la curvatura no está alineado con la base de la pieza ya que al estar sobre el cojinete el espesor de la base del semicojinete le resta al espesor de la base del sombrerete.

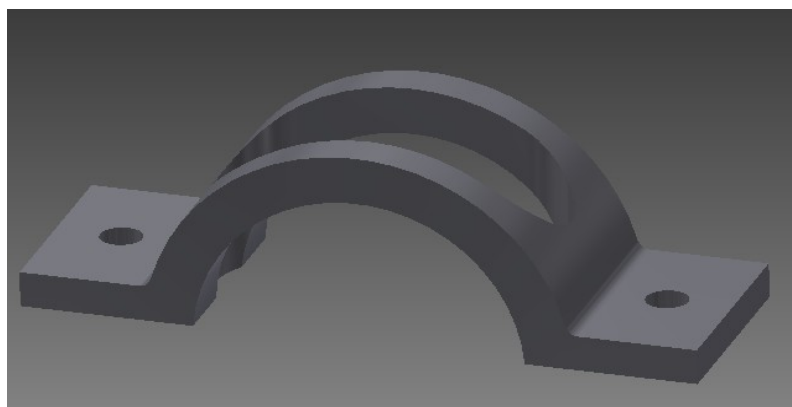


Figura 3.4.4.1 - Sombbrero cruceta, pieza

3.4.5 Patín

La cruceta tiene unos elementos que la guían en su movimiento vertical, estos son los patines que se deslizan o patinan a través de unos railes o guías, al igual que el sombrerete y semicojinetes deben poder girar en torno a la cruceta individual los patines también tienen que tener un movimiento independiente con la cruceta.

La pieza irá apoyada en un lado interior del patín sobre la cruceta individual, de modo que a cada lado de la cruceta tenga dos patines de forma simétrica, irán atornillados a la cruceta individual.

El grosor de los patines no se podrá determinar hasta que se trabaje directamente con el bastidor y las guías, de modo que se le pondrá 10 mm inicialmente que más tarde se comprobará si se ajusta de forma correcta o si hay que modificarlo.

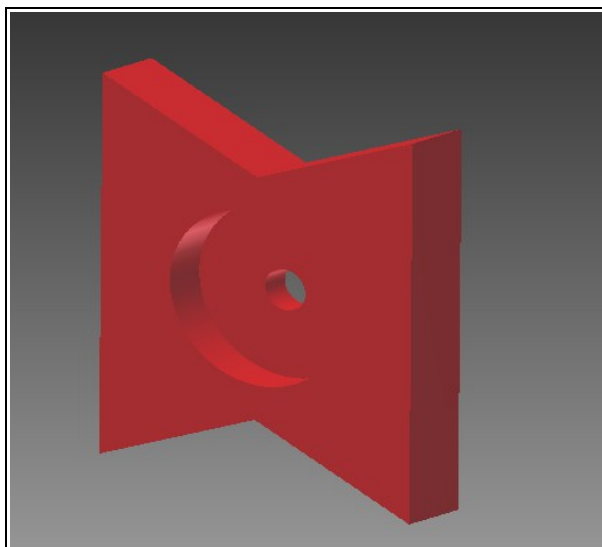


Figura 3.4.5.1 - Patín, pieza

3.4.6 Tornillería

Para poder realizar el ensamble correctamente debemos tener elementos de unión, los tornillos nos serán de utilidad en múltiples ocasiones, al querer ensamblar tantas piezas de diferentes formas y tamaños se hace imprescindible el uso de tornillos que al menos tengan una pequeña variedad.

En el apartado de tutorial de autodesk inventor de este proyecto se explica paso a paso la creación del tornillo A-1 y la arandela A-1, estos elementos se aprovecharán en diferentes uniones, en este caso une los patines con la cruceta individual.

Pero la cruceta tiene más y diferentes uniones, nos va a hacer falta un tornillo de vástago más largo para que pueda unir sobrerete, semicojinetes y biela, además otro que permita la unión del pistón con la cruceta individual.

3.4.6.1 Tornillo A-2

Los tornillos A-1, A-2, A-3....A-n, tendrán la misma cabeza pero diferente longitud de vástago, con esto pretendo conseguir que con una misma herramienta, en este caso llave ALLEN, podamos desmontar gran parte de la maqueta, creación más rápida ya que el diseño es muy parecido entre ellos,

Entonces el tornillo A-2, tendrá el mismo diseño de cabeza exceptuando la longitud del vástago, esto permite que sea muy fácil crearlo porque realmente partimos del tornillo que teníamos guardado. Abrimos el tornillo A-1, buscamos la extrusión utilizada para el vástago y modificamos la extensión de extrusión. Comprobamos que el tornillo está tal y como debería de estar como ver las operaciones anteriores de la cabeza, la rosca se debería de adaptar para esta nueva extensión, con lo cual lo único que nos quedaría por hacer sería guardar el archivo con un nuevo nombre con la opción de guardar como.

Se recomienda que se tenga una cierta organización con los archivos, la estrategia utilizada en este proyecto ha sido la de contener tornillería y llave ALLEN en una carpeta llamada herramientas, las piezas con la extensión *.ipt en otra carpeta llamada piezas, los ensambles con la extensión *.iam en una carpeta llama ensambles, y así con los planos en *.dwg y *.pdf, y otros. De esta manera será más fácil encontrar cualquier fichero más adelante.

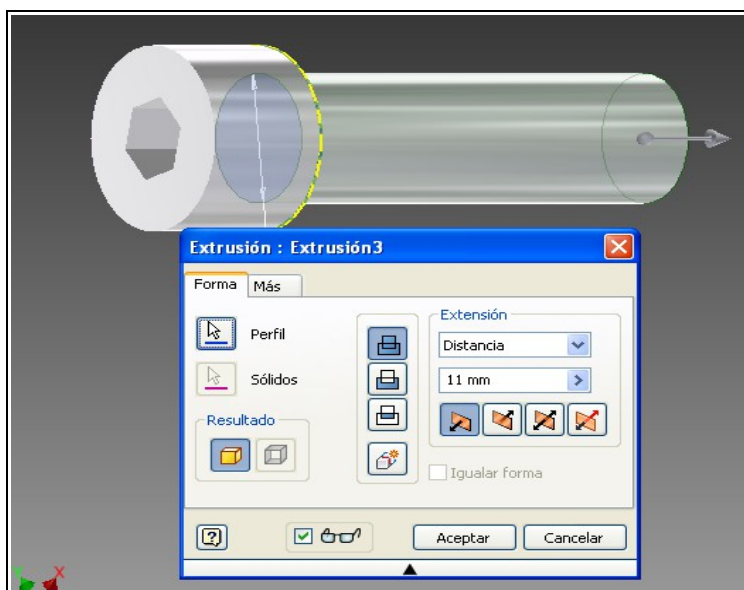


Figura 3.4.6.1.1 - Tornillo A-2

3.4.6.2 Tornillo P-1

El tornillo P-1, es el que hace posible la unión entre la cruceta individual y el pistón, se trata de un tornillo prisionero que se rosca completamente fijando las dos partes e impidiendo que una parte del tornillo pudiera tropezar con otra pieza durante el movimiento.

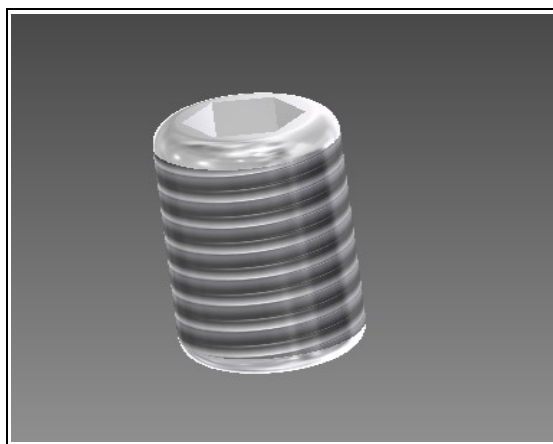


Figura 3.4.6.2.1 - Tornillo P-1

Este tornillo, no intenta ser una réplica o modelo alguno del original, más bien todo lo contrario. Es una solución ante el problema que acarrea llevar el modelo real al modelaje, teniendo que simplificar la instalación y montaje de las piezas, se busca la manera de que las uniones entre piezas se produzcan de una forma ágil.

En este caso se presentaba la problemática de fijar el pistón con la cruceta y biela dentro del bastidor del motor, como pasa realmente, pero con el inconveniente que al montarse dentro del motor requería meter las manos para manipular, esto no es siempre cómodo ya que las dimensiones de las piezas que rodean este conjunto puede entorpecer la labor, las manos del usuario por lo tanto deben tomarse en cuenta, de modo que la solución pasaba por minimizar el número de tornillos y que además se tuviera fácil acceso.

Así pues, decidí que una de las opciones viables era de usar un tornillo prisionero capaz de poder introducirlo con la llave ALLEN y que ese tornillo se debía situar frente a la tapa del bastidor, y una vez retirada tendríamos acceso directo.

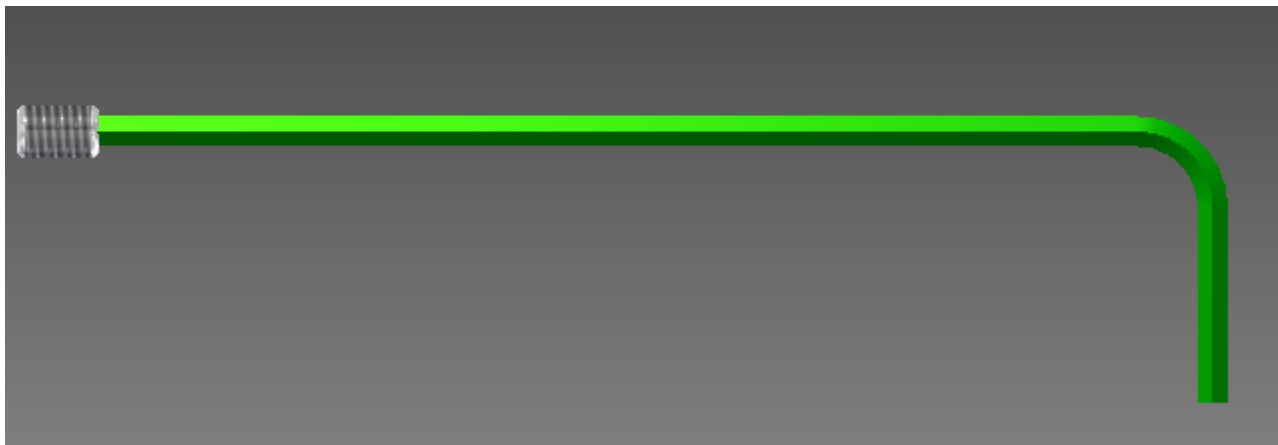


Figura 3.4.6.2.2 - Tornillo P-1 enmsablado con llave ALLEN

3.4.7 Resumen y explosionado

El ensamble de la cruceta debe contener las siguientes piezas:

LISTA DE PIEZAS			
Nombre	Nº explosionado	Nº maqueta	Descripción
Cruceta individual	1	6	Plano 01
Semicojinete inferior cruceta	1	6	Plano 02
Semicojinete superior cruceta	1	6	Plano 03
Sombrerete cruceta	1	6	Plano 04
Patín	2	12	Plano 05
Tornillo A-1	2	54	Plano 93
Tornillo A-2	2	38	Plano 93
Tornillo P-1	1	11	Plano 93
Arandela A-1	4	217	Plano 93

Tabla 3.4.7.1 - Resumen cruceta

En la tabla 3.4.7.1 tenemos las piezas que forman el conjunto de cruceta, la cantidad de piezas que tiene el explosionado de la figura 3.4.7.1, y el número del plano de las piezas. El plano correspondiente a la enumeración y el despiece de la cruceta es el plano 06.

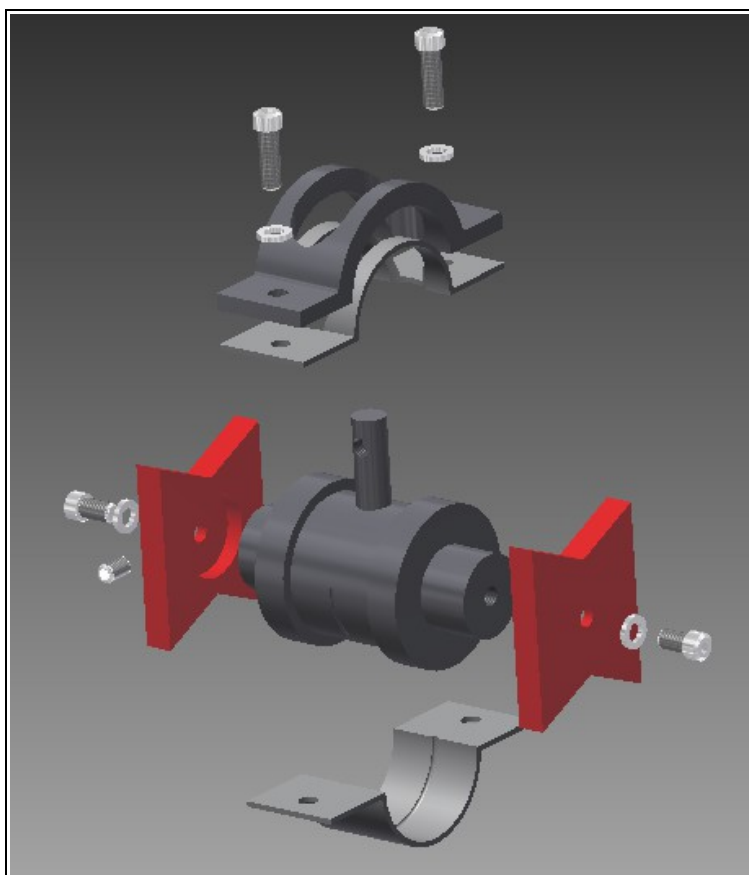


Figura 3.4.7.1 - Cruceta, explotado

3.4.8 Ensamble cruceta

Se han englobado las piezas en un ensamble para insertar más adelante de forma que cuando se vayan añadiendo piezas y ensambles más simples al proyecto sea más cómodo y ordenado producir el motor.

Como elemento principal añadimos la cruceta individual ya que es la pieza sobre la cual se apoya el resto, se van colocando uno por uno los elementos primero el semicojinete inferior con las restricciones apropiadas, un buen sistema es crear o hacer visible un plano vertical que pase justo por el centro por la cruceta individual y los semicojinetes y sombrerete uno para cada pieza, para luego crear una coincidencia, así logramos una buena alineación permitiendo el giro libremente, después ocultamos los planos creados para trabajar con mayor comodidad.

Añadimos los patines a ambos lados de la pieza referencia con sus respectivas restricciones y los tornillos A-1 con arandelas, Sobre el sombrerete añadimos los tornillos A-2 con arandelas y por último el tornillo prisionero.

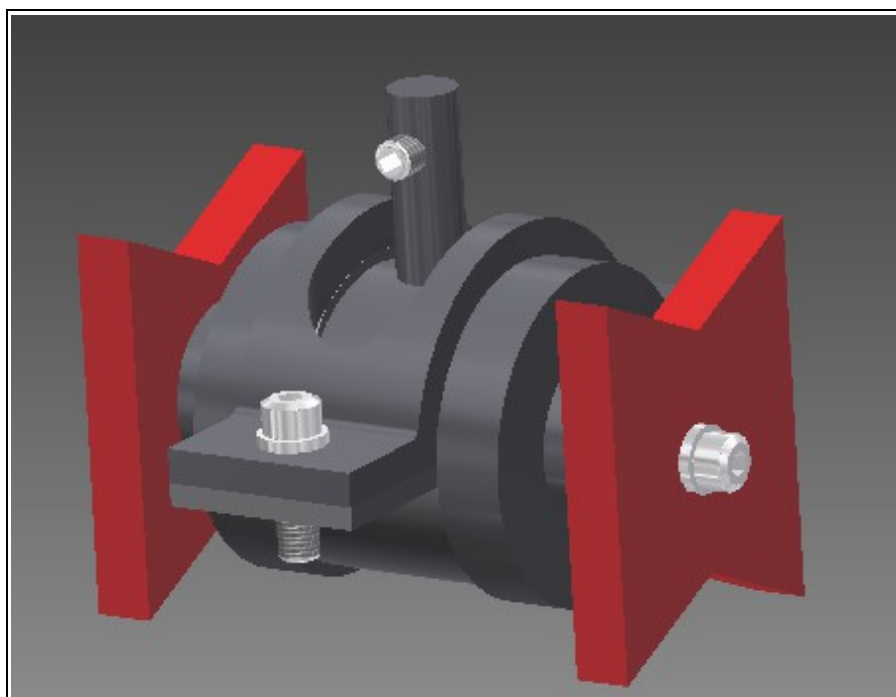


Figura 3.4.8.1 - Cruceta, ensamble

3.5 Biela

A la biela le atribuiré además los componentes de semicojinete de cabeza de la cabeza de biela, sombrerete de la cabeza de biela y tornillería, formando grupos de las piezas que directamente se relacionan con ellas es más fácil visualizar de forma conjunta al trabajar con cada una de las piezas.

3.5.1 Biela

La biela es una pieza robusta que transmite el movimiento del cigüeñal a la cruceta y esta al pistón, para crear esta pieza se ha seguido como modelo el esquema general de la sección, tomamos las medidas entre radios, cuando tengamos el cigüeñal montado, biela, cruceta, pistón y bloque del cilindro, comprobaremos las medidas y si hubiera que

rectificar siempre podemos alargar o acortar el vástago del pistón para cuadrar las medidas.

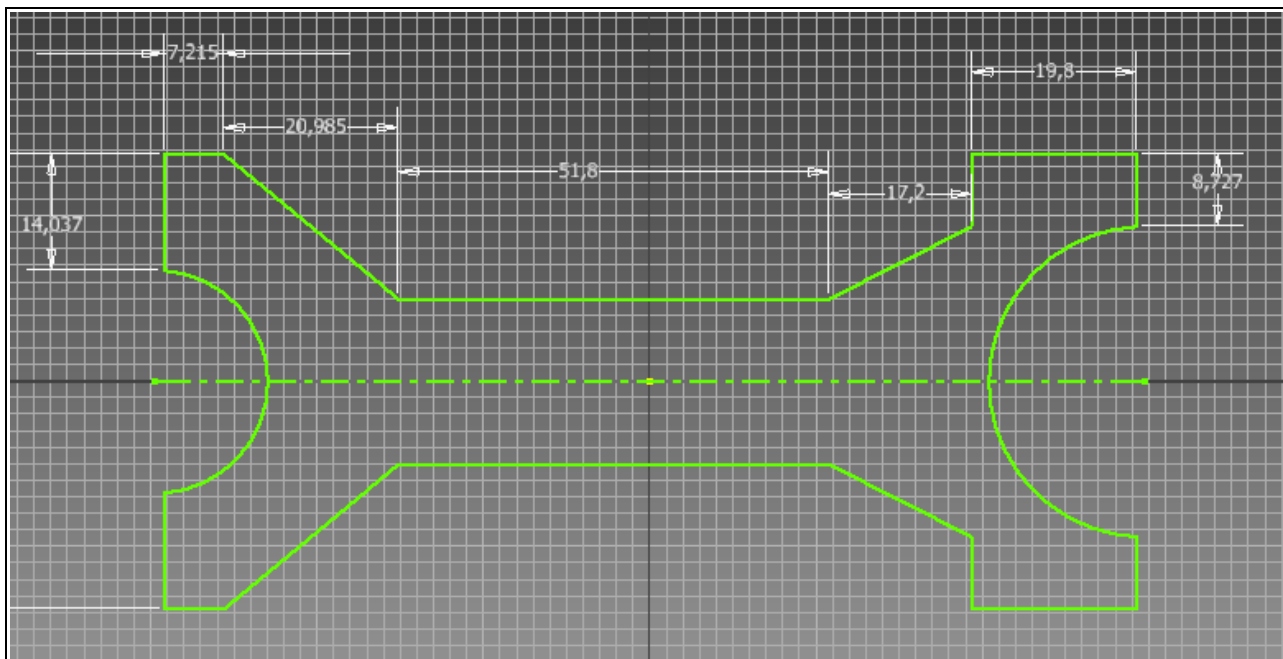


Figura 3.5.1.1 - Biela, boceto

La operación principal de la biela es la extrusión de la figura 3.5.1.1, más allá de esta operación, solo tenemos que taladrar y alguna retirada de material para aligerar la pieza.

3.5.2 Semicojinete cabeza biela

La cabeza de la biela rodea el cigüeñal, para que no queden en contacto directo colocamos los semicojinetes, estos serán muy parecidos a los semicojinetes de la cruceta, el superior y el inferior serán iguales de modo que basta con diseñar una pieza.

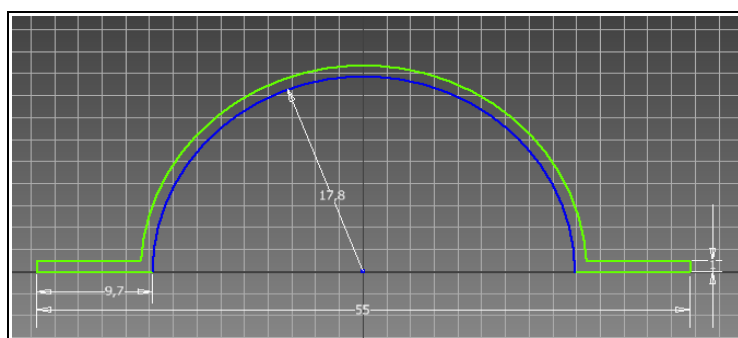


Figura 3.5.2.1 - Semicojinete biela, boceto

3.5.3 Sombrerete cabeza biela

Medimos en el esquema de la sección figura Y el diámetro del cigüeñal, cojinetes y sombrerete, aunque en este caso para aligerar la pieza y evitar que el sombrerete pueda rozar con la bancada retiramos material.

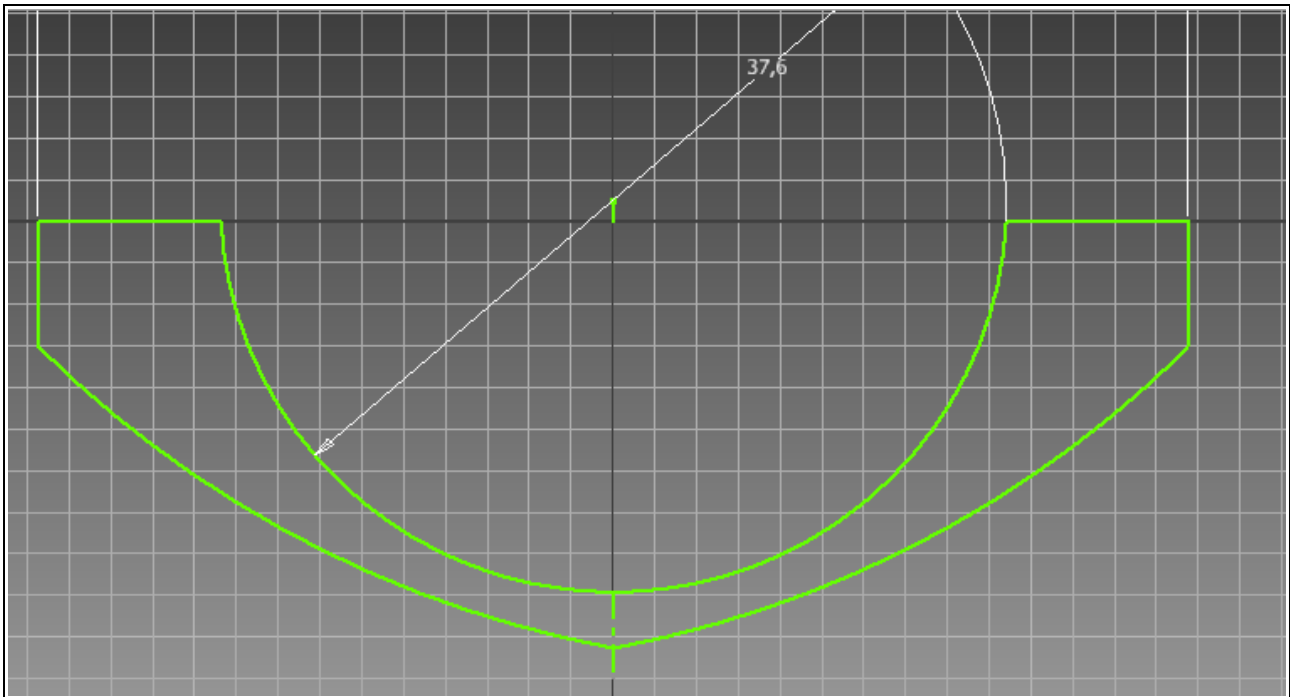


Figura 3.5.3.1 - Sombrerete cabeza biela, boceto

3.5.4 Tornillería

3.5.4.1 Tornillo A-3

Para unir el sombrerete de la biela con la biela necesitamos unos tornillos con el vástago más largo, editamos el tornillo A-1 y adaptamos a esta nueva unión.

3.5.5 Resumen y explosionado

El ensamble de la biela debe contener las siguientes piezas:

LISTA DE PIEZAS			
Nombre	Nº explosionado	Nº maqueta	Descripción
Biela	1	6	Plano 08
Semicojinete cabeza biela	2	12	Plano 09
Sombrerete cabeza biela	1	6	Plano 10
Tornillo A-3	2	12	Plano 93
Arandela A-1	2	217	Plano 93

Tabla 3.5.5.1 - Resumen biela

En la tabla 3.5.5.1 tenemos las piezas que forman el conjunto de la biela, la cantidad de piezas que tiene el explosionado de la figura 3.5.5.1, y el número del plano de las piezas. El plano correspondiente a la enumeración y el despiece de la biela es el plano 11.

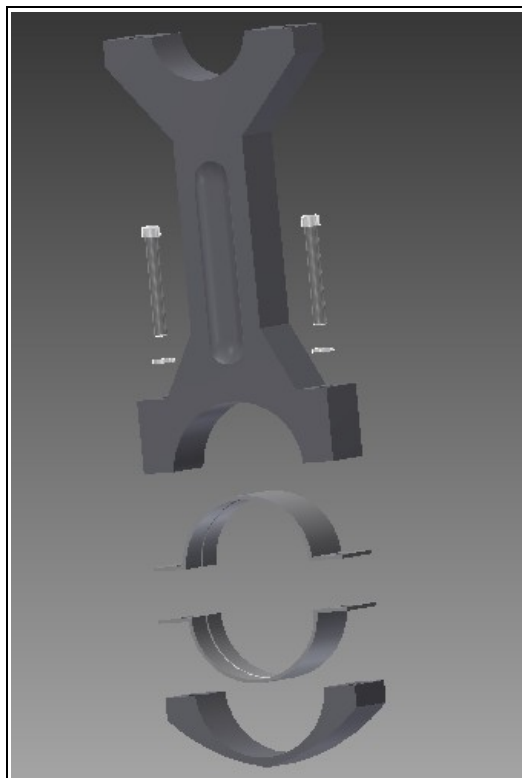


Figura 3.5.5.1 - Biela, explosionado

3.5.6 Ensamble biela

Hacemos click en nuevo *.iam y empezando por la biela vamos añadiendo los semicojinetes y el sombrerete, cuando ya los tenemos unidos a la biela añadimos los tornillos, bien podemos hacerlos de forma independiente o haber hecho un ensamble simple anteriormente para ahora simplificar las operaciones.

Una vez ensamblado es conveniente revisar las uniones para verificar que las piezas no se solapen unas con las otras, la opción la podemos encontrar en la pestaña de inspeccionar y analizar interferencia.



Figura 3.5.6.1 - Biela, ensamble

3.6 Biela-cruceta

Ahora que tenemos dos ensambles muy afines, y pensando en el montaje posterior simplificamos las tareas al crear un nuevo ensamble a partir de dos ensambles que ya tenemos, aunque pueda parecer que se reincide mucho en crear ensambles después a la hora de montar 6 ensambles iguales sacamos el beneficio de que ya tenemos el pack , es un trabajo que si se hiciera de forma independiente añadiendo pieza a pieza, el navegador estaría lleno de piezas dificultando la labor de organización, además de que emplearíamos 6 veces más tiempo en crear cada conjunto de cilindro.



Figura 3.6.1 - Biela - cruceta, ensamble

3.7 Cigüeñal

3.7.1 Dimensionado y estructura del cigüeñal

Como ya se anunció en el apartado escala, aproximadamente las piezas que alojan los elementos de los cilindros, esto se ciñe a los 6 cilindros y a su continente como bloques y bastidor, deben medir 440 mm de maqueta, nos vale como aproximación pero hemos de ser más rigurosos.

En anteriores apartados también se habla de modificar el diseño para uno que sea más práctico, con el cigüeñal es necesario modificar y dividir en partes lo que en principio debería ser una sola pieza, consultando la mayoría de empresas que imprimen archivos en 3D dan información sobre materiales e impresoras que pueden hacer el trabajo, si bien es cierto que hay multitud de ellas, las que nos centraremos por economía y por ser las más comunes son las que tienen un volumen de impresión determinado que no es demasiado grande, la longitud máxima de impresión puede rondar los 230 mm aproximadamente, es por ello que cualquier pieza debe tener una longitud máxima por debajo de esta medida.

El diseño de varias piezas se ve comprometida bajo esta circunstancia, el cigüeñal deberá adaptarse a esta premisa, para empezar podemos pensar en dividir el cigüeñal en 3 partes, si lo dividimos, más tarde cuando esté impreso lo debemos volver a unir, entonces también se hace necesario pensar en una forma de unión de estos componentes, esta unión debe satisfacer ciertos requisitos:

- Que ningún elemento añadido pueda chocar con otra pieza debido al movimiento.
- Los elementos de unión deben facilitar el giro del cigüeñal.
- La unión debe ser de rápido y fácil montaje.
- Se deben crear el mínimo de piezas posibles para que sea factible la unión.

Cumpliendo con el requisito 1, 3 y 4, se utilizará un tornillo prisionero para unir dos partes distintas del cigüeñal, además para lograr el segundo requisito incorporamos un sistema de machi-hembrado de cabeza hexagonal para cada pieza ya que este sistema es muy favorable para la transmisión del movimiento del cigüeñal, el giro.

El siguiente paso es el de estructurar el cigüeñal, el cigüeñal es sustentado a través de sus cojinetes principales, por esta razón la primera parte de la pieza será un cojinete, luego la muñequilla compuesta por dos brazos robustos y el extremo de la muñequilla donde irá acoplada la cabeza de la biela, y después otro cojinete principal. El motor tendrá 6 muñequillas una para cada cilindro y 7 cojinetes principales para estas. La estructura será cojinete principal + muñequilla (compuesto por: brazo + apoyo cabeza biela + brazo) + cojinete principal. Tenemos 440 mm que tenemos que distribuir, para no trabajar con tantos decimales se han añadido unos pocos milímetros de manera que el total de este trozo sea de 442,8 mm, de manera que la distribución nos queda de la siguiente manera:

- Cojinete principal 20 mm
- Brazo o contrapeso 18 mm
- muñequilla 17,8 mm
- Brazo o contrapeso 18 mm
- Cojinete principal 20 mm

Y así sucesivamente hasta formar el total hasta 442,8 mm de longitud del cigüeñal, de esta forma la primera pieza llamada cigüeñal proa la formarán 3 cojinetes principales y dos muñequillas con sus brazos, y las dos siguientes llamadas cigüeñal central y cigüeñal popa dos cojinetes principales y dos muñequillas, además se añadirá un trozo de cigüeñal para los engranajes y el acople al eje de cola, este último trozo medirá 170 mm y comprenderá engranaje del tren de engranaje, rueda dentada usada para virar y brida de acople.

Sabiendo esto y midiendo sobre el plano sacamos que los diámetros del cojinete principal

será $D= 48,4$ mm y del cojinete de la cabeza de biela $D= 35,6$ mm.

Por último nos hace falta saber la colocación angular de las muñequillas del cigüeñal, esto es muy importante para el correcto funcionamiento del motor que cada pieza esté donde deba estar en el momento adecuado, por ello, sabiendo que se trata de un motor de 2 tiempos y que tiene 6 cilindros .

$$Decalaje = \frac{\text{grados ciclo}}{n^{\circ} \text{ cilindros}} \quad (3.7.1.1)$$

Al tratarse de un motor de 2 tiempos el ciclo se realiza en una vuelta del cigüeñal, 360° , el número de cilindro en este caso són 6.

$$Decalaje = \frac{360}{6} = 60^{\circ} \quad (3.7.1.2)$$

Con esta pequeña ecuación concluimos que los brazos de la muñequilla deben tener una diferencia de 60° en la secuencia de encendido, no consecutivamente. Buscando por internet según el modelo del motor en nuestro caso 6 S 70 MC - B obtenemos que el orden de encendido por cilindros es:

1 -5 - 3 - 4 - 2 - 6

De esta forma los grados van:

- Muñequilla cilindro 1 : 0°
- Muñequilla cilindro 2: 240°
- Muñequilla cilindro 3: 120°
- Muñequilla cilindro 4: 180°
- Muñequilla cilindro 5: 60°

- Muñequilla cilindro 6: 300°

3.7.2 Cigüeñal proa

El cigüeñal de proa, será la primera parte del cigüeñal contando desde proa, tendrá una cabeza hexagonal para la colocación del dámper como elemento más a proa, contiene las muñequillas de los cilindros 1 y 2, desfasados entre ellos 240°.

Hemos de tener en cuenta la dirección de giro del cigüeñal, en la figura 3.7.2.1 y las siguientes relacionadas, la parte de la derecha corresponde a la parte de más a proa.

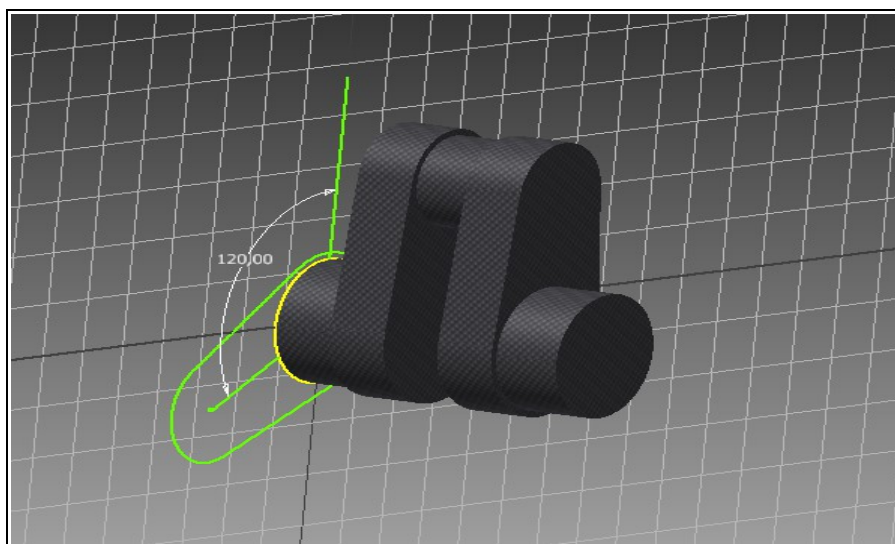


Figura 3.7.2.1 - Cigüeñal proa, boceto

Una forma de elaborar esta pieza es ir creando capas, es decir, podemos empezar creando el cojinete principal, luego un brazo de la muñequilla, después el apoyo de esta, el otro brazo, el siguiente cojinete principal, etc.

Una vez acabadas las capas se pueden perfilar los detalles como el aligeramiento de los brazos los agujeros para el tornillo prisionero, etc.

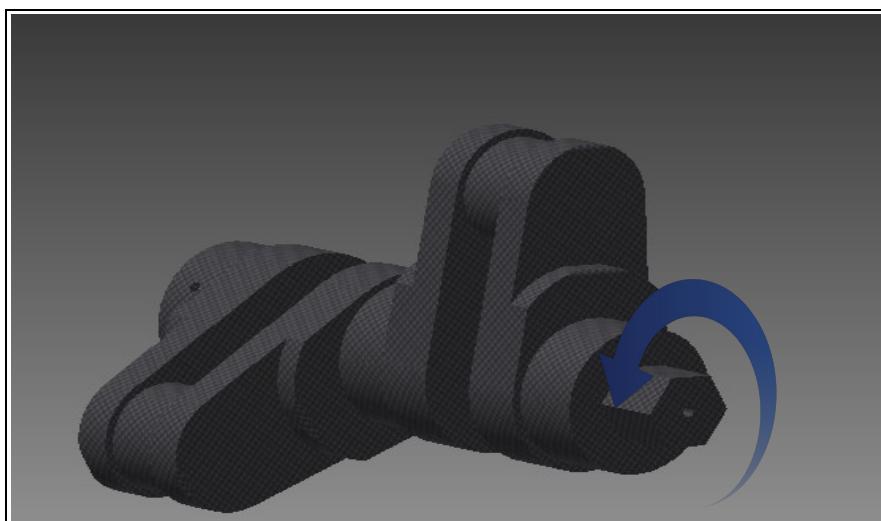


Figura 3.7.2.2 - Cigüeñal proa, pieza

Las piezas del cigüeñal deben encajar las unas con las otras gracias al sistema de machihembrado.

3.7.3 Cigüeñal central

Es la pieza siguiente del cigüeñal, se ocupará de los cilindros 3 y 4, respecto con el primer cilindro estarán desfasados 120° y 180° respectivamente. Empieza con una cabeza hexagonal macho y acaba con cabeza hexagonal hembra.

Los orificios de unión donde irá el tornillo prisionero es muy conveniente que queden colocados en el mismo lado así también sirve de referencia.

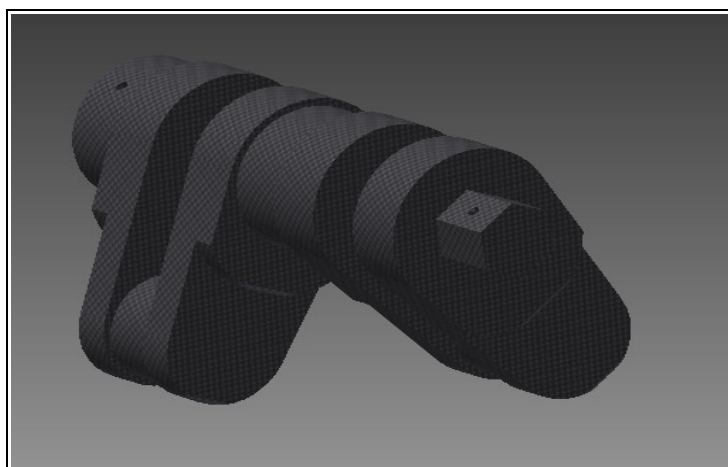


Figura 3.7.3.1 - Cigüeñal central, pieza

3.7.4 Cigüeñal popa

Esta pieza es la continuación del cigüeñal central, aunque no es la pieza más a popa se le denomina así por ser el trozo que contiene muñequillas del cilindro más a popa, después de esta pieza va colocada el trozo de cigüeñal encargada del tren de engranajes y del acople.

Por lo tanto esta pieza se encarga de las muñequillas de los cilindros 5 y 6, en referencia con el primer cilindro están desfasados 60° y 300° respectivamente, de la misma forma que la pieza anterior, empieza con una cabeza hexagonal macho pero en la parte posterior de la pieza vuelve a tener una cabeza hexagonal macho con el doble de longitud, se debe a que va colocado el engranaje de manera que ajuste perfectamente y no tenga problemas para transmitir el giro además de ir una cabeza hexagonal hembra de la siguiente pieza.



Figura 3.7.4.1 - Cigüeñal popa, pieza

3.7.5 Cigüeñal engranajes

Es la pieza más a popa del cigüeñal, contiene una rueda de engranaje usada como virador es relativamente grande y pasando a través del último cojinete tiene una brida para poder ser acoplado al eje de cola.

Los datos del engranaje solidario son diámetro exterior 182 mm, diámetro primitivo 180 mm, diámetro interior 177,5 mm, número de dientes 180 y módulo 1, en el apartado tren de engranajes 3.13 se explicarán estos datos.

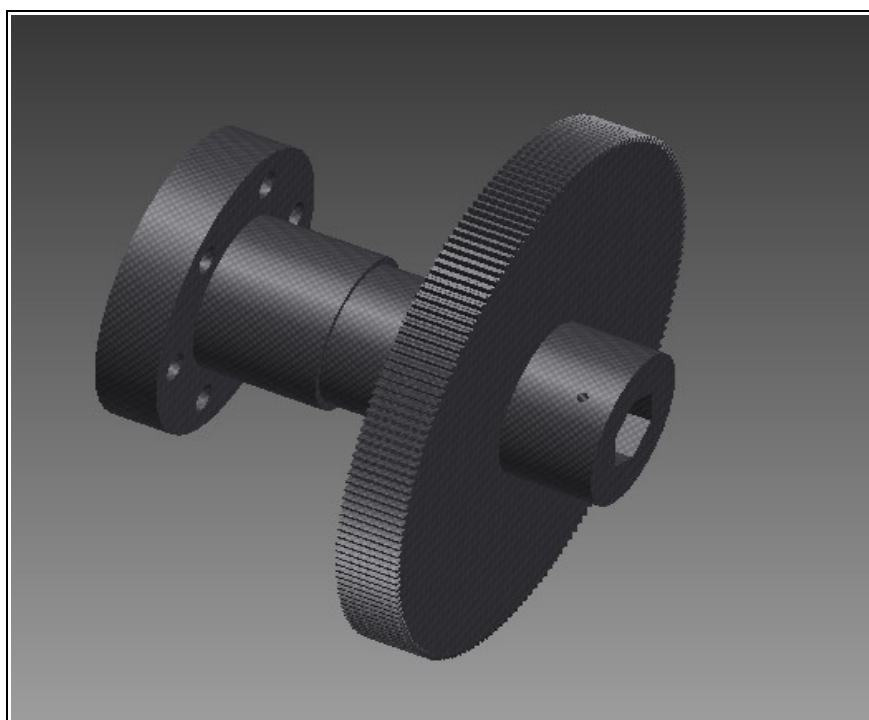


Figura 3.7.5.1 - Cigüeñal engranajes, pieza

3.7.6 Tornillería

3.7.6.1 Tornillo P-2

Al igual que para el tornillo P-1, necesitamos un tornillo que tenga las mismas características para poder unir las diferentes partes del cigüeñal, la solución adoptada ha sido la de crear un nuevo tornillo prisionero así evitamos que la cabeza del tornillo pueda

molestar o incluso toparse con otra pieza del ensamble, facilidad de montaje la unión de dos elementos bajo un solo tornillo.

Como ya tenemos un tornillo prisionero simplemente tenemos que abrir el archivo tornillo P-1 y editar la extrusión de la longitud del tornillo, el resto de elementos como la rosca automáticamente debe actualizarse al nuevo estado, el último paso sería el de guardar como Tornillo_P-2.ipt.



Figura 3.7.6.1.1 - Tornillo P-2

3.7.7 Resumen y explosionado

El ensamble del cigüeñal debe contener las siguientes piezas:

LISTA DE PIEZAS			
Nombre	Nº ensamble	Nº maqueta	Descripción
Cigüeñal proa	1	1	Plano 12
Cigüeñal central	1	1	Plano 13
Cigüeñal popa	1	1	Plano 14
Cigüeñal engranajes	1	1	Plano 15
Tornillo P-2	3	3	Plano 93

Tabla 3.7.7.1 - Resumen cigüeñal

El plano correspondiente a la enumeración y el despiece del cigüeñal es el plano 16.

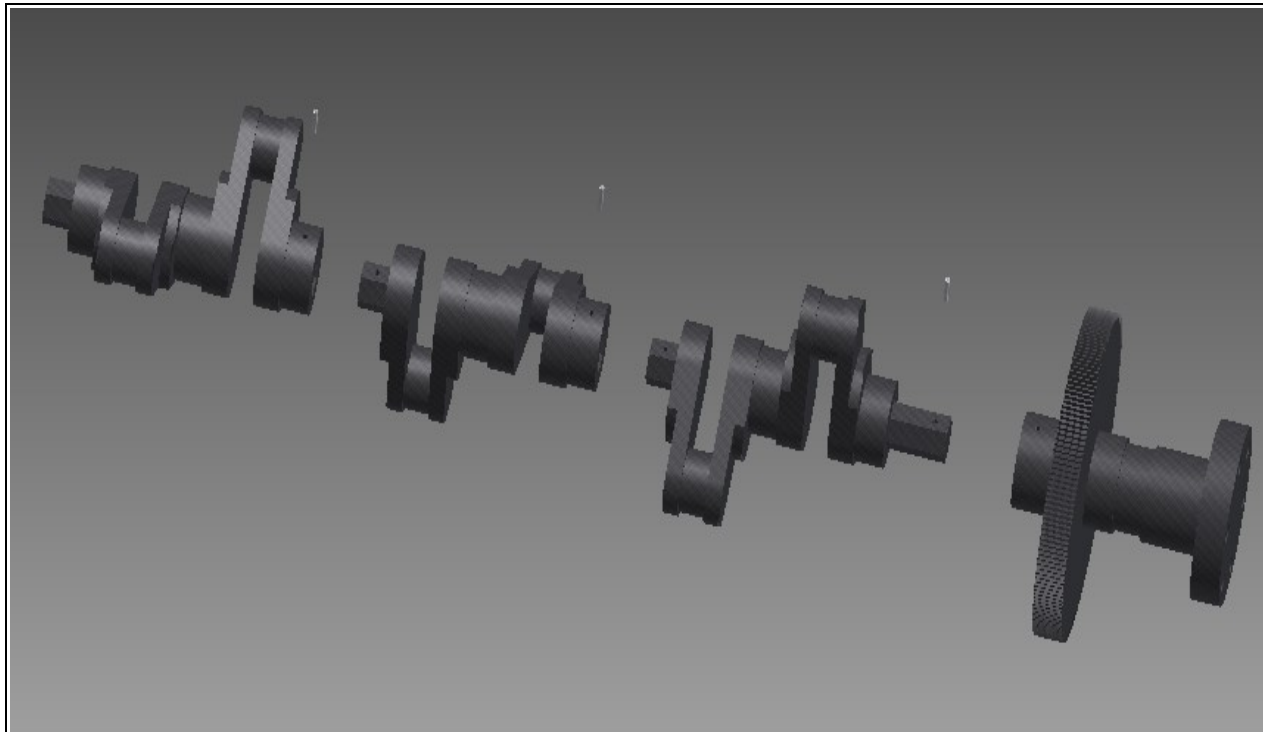


Figura 3.7.7.1 - Cigüeñal, explosionado

3.7.8 Ensamble cigüeñal

El cigüeñal es un elemento fundamental, ha sido diseñado para que su montaje/ensamble fuera sencillo, simplemente disponemos de los elementos del cigüeñal y se van encajando por orden, el cigüeñal de proa con el central, el central con el de popa, y el de popa con el de engranajes.

El tornillo prisionero sólo encaja en una posición, y esa es cuando las dos piezas consecutivas están alineadas con los grados adecuados, hay que prestar atención al correcto orden de montaje.

El ensamble es sencillo ya que disponemos de pocas piezas, con la restricción de coincidencia en varios puntos vamos definiendo la unión hasta que quede totalmente definida.

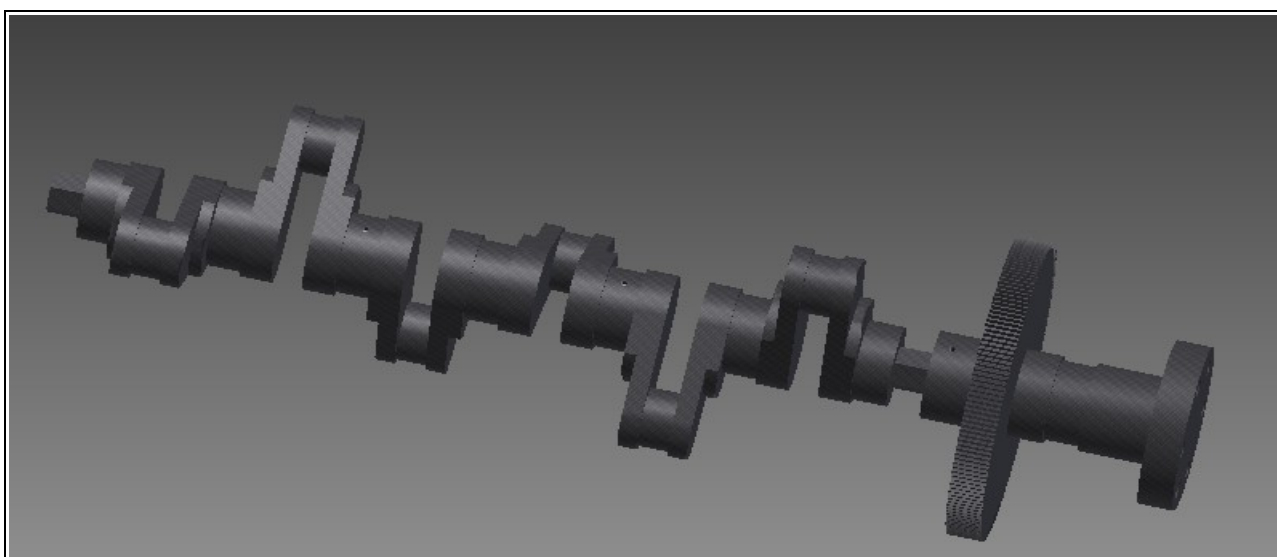


Figura 3.7.8.1 - Cigüeñal, ensamble

Como podemos comprobar el cigüeñal tiene un trozo en que podemos ver el cabezal hexagonal que une el cigüeñal de engranajes con el de popa, este espacio está reservado a un engranaje que más tarde se hablará de el y que pertenece al tren de engranaje, apartado 3.13.

3.8 Bancada

3.8.1 Dimensionado y estructura de la bancada

Al estar el cigüeñal ya planteado nos basamos en su estructura, ya que este elemento irá acoplado a la bancada y además será un elemento móvil.

Los apoyos sobre los cojinetes serán los extremos de la bancada, la longitud total será de 572,8 mm, medimos el cigüeñal y obtenemos que el diámetro del cojinete principal será $D = 48,4$ mm para configurar la bancada tendremos en cuenta el milímetro de espesor de los semicojinetes con su diámetro y la longitud de los cojinetes elaboramos donde van apoyados.

Otro elemento a tener en cuenta en la creación de la bancada es la muñequilla, ya que tiene un radio mayor, además de que la biela al estar acoplada a ella también gira con ella, contando desde el centro, el radio máximo que abarca el cigüeñal es $R = 80,3$ mm, por esta razón el espacio que tendrá la bancada en el lugar donde estén las muñequillas será de $R = 82,3$ mm. Aunque se ha dejado margen de sobra, al acoplar la biela el radio de choque aumenta, así que a la altura de las bielas tenemos que retirar aún más material, como las partes de la bancada más susceptibles de chocar con la biela se encuentran a media carrera de subida y de bajada podemos ajustar la retirada de material sólo en estas partes, subiendo el centro de giro 33 mm y aumentando a $R = 92,5$ mm el radio de corte evitamos que la biela pueda encontrarse con la bancada en su recorrido de subida o bajada.

Dividiremos la bancada en 4 partes, de manera que ocupen dos cojinetes principales cada vez, medirá 147,6 mm elementos de unión a parte, y la última pieza de la bancada 130 mm.

La bancada está pensada para que el cigüeñal se monte y desmonte entero habiendo de desmontar el bastidor y los elementos de sujeción del cigüeñal previamente.

3.8.2 Bancada proa

La primera pieza de la bancada le corresponde a la bancada proa, la pieza situada más a proa como su nombre indica, en la cara exterior a la salida del eje del cigüeñal va colocado el dámper para las vibraciones axiales, de modo que colocamos unas pequeñas aristas para la colocación de la tapa y agujeros para fijar.

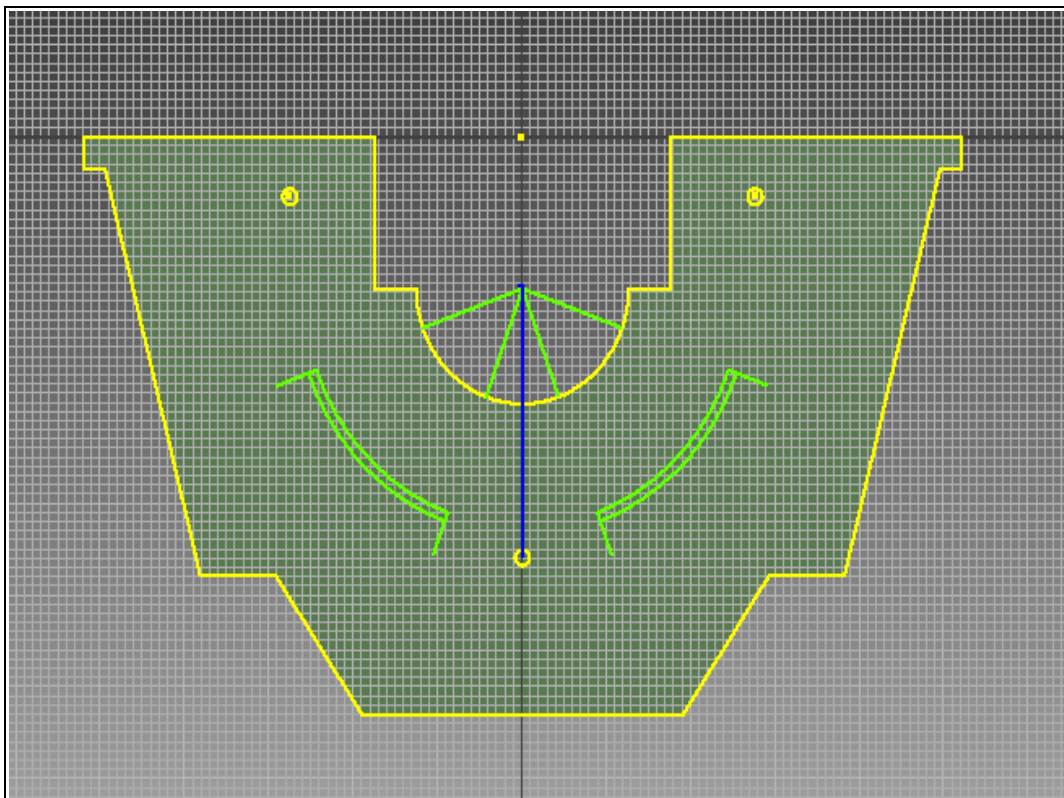


Figura 3.8.2.1 - Boceto bancada proa

Para el sistema de fijación de las distintas piezas de la bancada usaremos otro sistema de machihembrado, constará de pestañas rectangulares que se introducirán en la siguiente pieza, cuando la pieza este posicionada se alinearán los orificios de los pernos. En la base para reforzar la sujeción de la maqueta colocaremos dos cilindros en la parte inferior de la pieza para repartir las cargas y no forzar las pestañas.

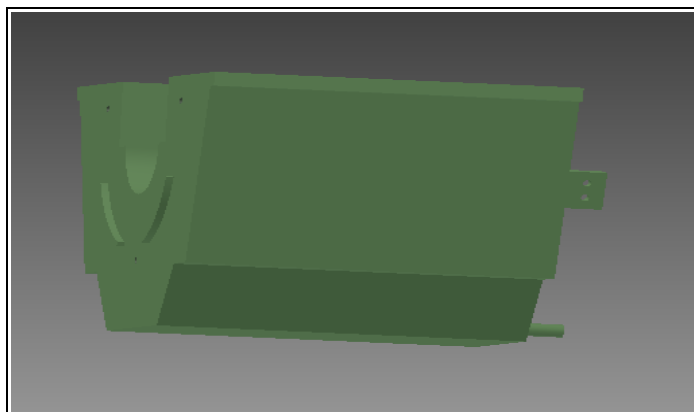


Figura 3.8.2.2 - Bancada proa, pieza

La bancada contará con un canal que comunicará toda la bancada, este canal será para recoger el lubricante.

3.8.3 Bancada central

La bancada central es la siguiente sobre el orden de colocación, por lo tanto deberá ajustarse a las solapas de unión de la bancada proa. Lo que difiere esta pieza de la anterior es que no posee las aristas donde se apoyaba el dámper, y que esa misma cara tiene una abertura para dejar pasar el lubricante.

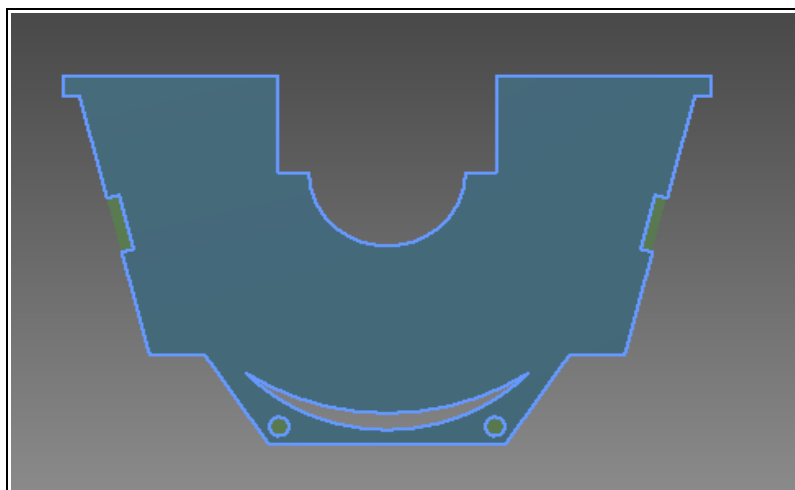


Figura 3.8.3.1 - Bancada central, pieza

Los agujeros para la colocación de los pernos de las pestañas de fijación coinciden con la pared de apoyo de los cojinetes, de este modo no tenemos problemas de que quede poco material después del tornillo.

3.8.4 Bancada engranajes

La pieza bancada engranajes, ha sido diseñada para soportar dos cojinetes principales y albergar una rueda dentada de $R=91$ mm, debido a esta circunstancia se ha usado un radio de corte mayor en una pequeña zona $R=91,25$, de esta manera los piñones del engranaje sobresalen pudiendo colocar un virador eléctrico o virar de forma manual.

Como es el último elemento de la bancada los elementos de sujeción son hembras.

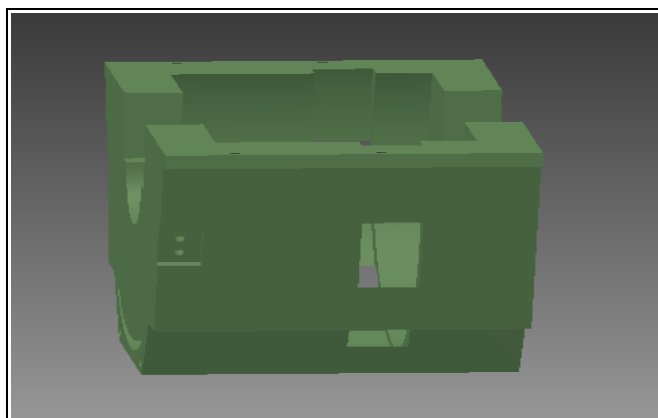


Figura 3.8.4.1 - Bancada engranajes, pieza

3.8.5 Semicojinete principal inferior

Para que el cigüeñal no esté en contacto directo sobre la bancada colocamos los cojinetes o semicojinetes, la manera de colocación o extracción más común de los semicojinetes es girándolos, me he basado en esta forma de colocación y es por ello que estos semicojinetes no llevan aletas de fijación.

Este semicojinete lleva surcado un canal interior para facilitar que fluya el lubricante.

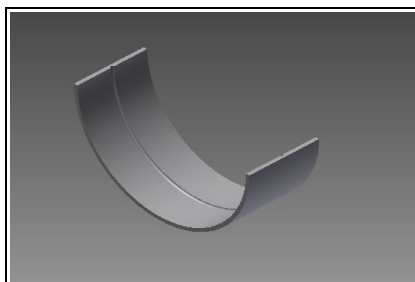


Figura 3.8.5.1 - Semicojinete principal inferior, pieza

3.8.6 Semicojinete principal superior

La pieza semicojinete principal superior complementa la pieza anterior, se ha diferenciado de ella por tener el canal de lubricación cortado.

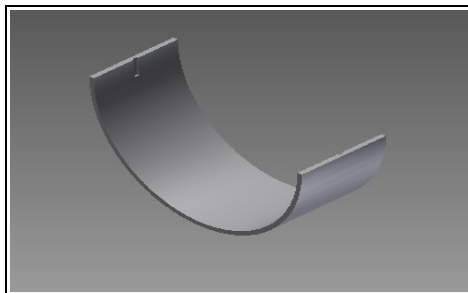


Figura 3.8.6.1 - Semicojinete principal superior, pieza

3.8.7 Sombrerete exterior C.P.

El sombrerete exterior del cojinete principal, esta diseñado para que sea el primer sombrerete delcojinete principal y el último, su forma completa la abertura de la bancada de los extremos cerrando el hueco que hay para la colocación tanto del cigüeñal como de los semicojinetes.

Como se ha mencionado se posiciona en los extremos, y en esta posición el bastidor es colocado encima de la bancada, de manera que el sistema de fijación no debe entorpecer el acople con el bastidor.

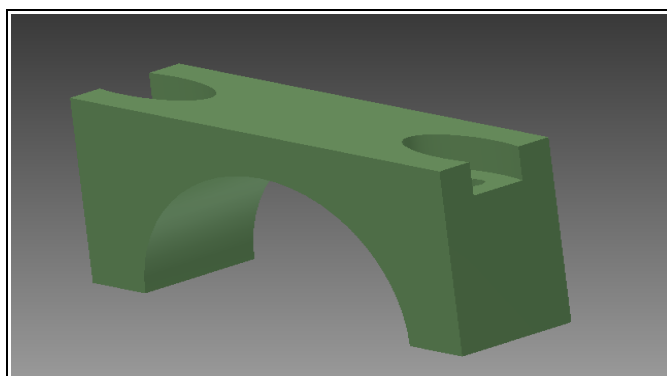


Figura 3.8.7.1 - Sombrerete exterior C.P., pieza

He retirado material de manera que el perno quede oculto tras el sombrerete facilitando el acople bancada bastidor y que el propio perno sea fácil de manipular al crear una abertura que permita que los dedos del usuario puedan llegar a alcanzar el perno.

3.8.8 Sombrerete cojinete principal

El sombrerete de los cojinetes principales es muy similar al anterior, aunque no tiene la función de cerrar la abertura de la bancada, es por eso que tiene otra forma, de esta manera ocupa menos espacio y permite una mayor maniobrabilidad.

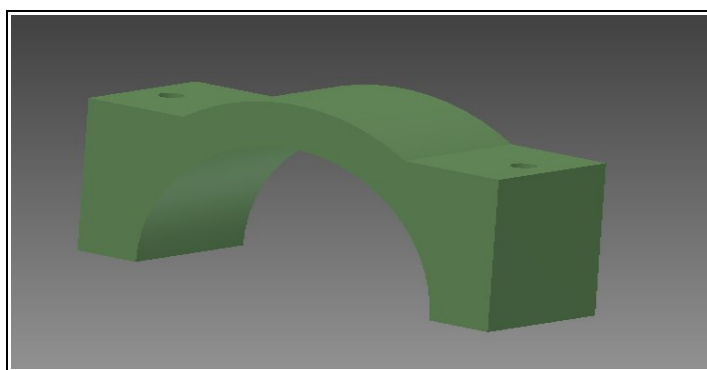


Figura 3.8.8.1 - Sombrerete cojinete principal, pieza

3.8.9 Tornillería

3.8.9.1 Tornillo A-4

El tornillo A-4 surge de la necesidad de unir las piezas de la bancada, su vástago mide 10mm.

3.8.9.2 Tornillo A-5

Al igual que el tornillo A-4, el tornillo A-5 presenta la solución a nuevas adversidades, el hecho de crear una pequeña variedad de tornillos es necesaria para poder cumplir con las varias necesidades de los diferentes ensambles.

El tornillo A-5 fija los sombreretes de los cojinetes principales a la bancada, su vástago tiene 33 mm.

3.8.10 Resumen y explosionado

El ensamble de la bancada debe contener las siguientes piezas:

LISTA DE PIEZAS			
Nombre	Nº explosionado	Nº maqueta	Descripción
Bancada proa	1	1	Plano 17
Bancada central	2	2	Plano 18
Bancada engranajes	1	1	Plano 19
Semicojinete principal inf.	8	8	Plano 20
Semicojinete principal sup.	8	8	Plano 21
Sombrerete exterior C.P.	2	2	Plano 22
Sombrerete C.P.	6	6	Plano 23
Tornillo A-4	12	36	Plano 93
Tornillo A-5	16	25	Plano 93
Arandela A-1	28	217	Plano 93

Tabla 3.8.10.1 - Resumen bancada

El plano correspondiente a la enumeración y el despiece de la bancada es el plano 24.

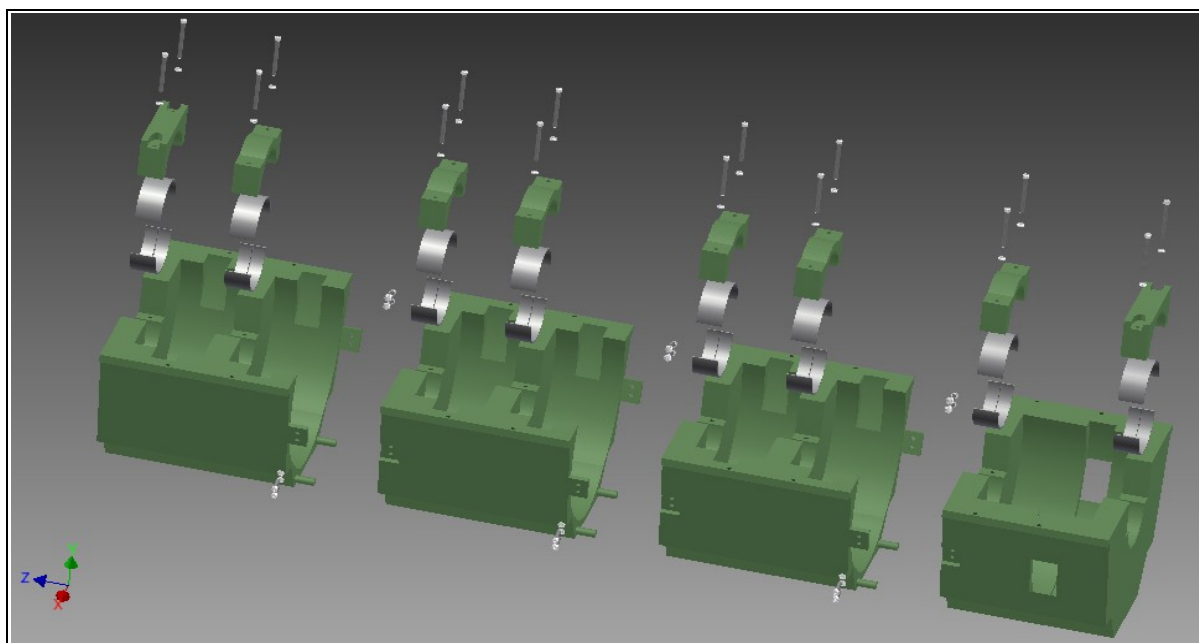


Figura 3.8.10.1 - Bancada, explosionado

3.8.11 Ensamble bancada y piezas anteriores

Para la bancada primero colocamos la bancada proa como referencia y añadimos dos piezas de bancada central y la de engranajes, usamos las restricciones para unirlos e insertamos los pernos necesarios para su unión en su caso tornillos A-4 y arandelas A-1. Insertamos los semicojinetes inferiores y superiores y los sombreretes que correspondan, una vez colocados se procederá a insertar y colocar los tornillos A-5 y arandelas A-1 para su fijación.

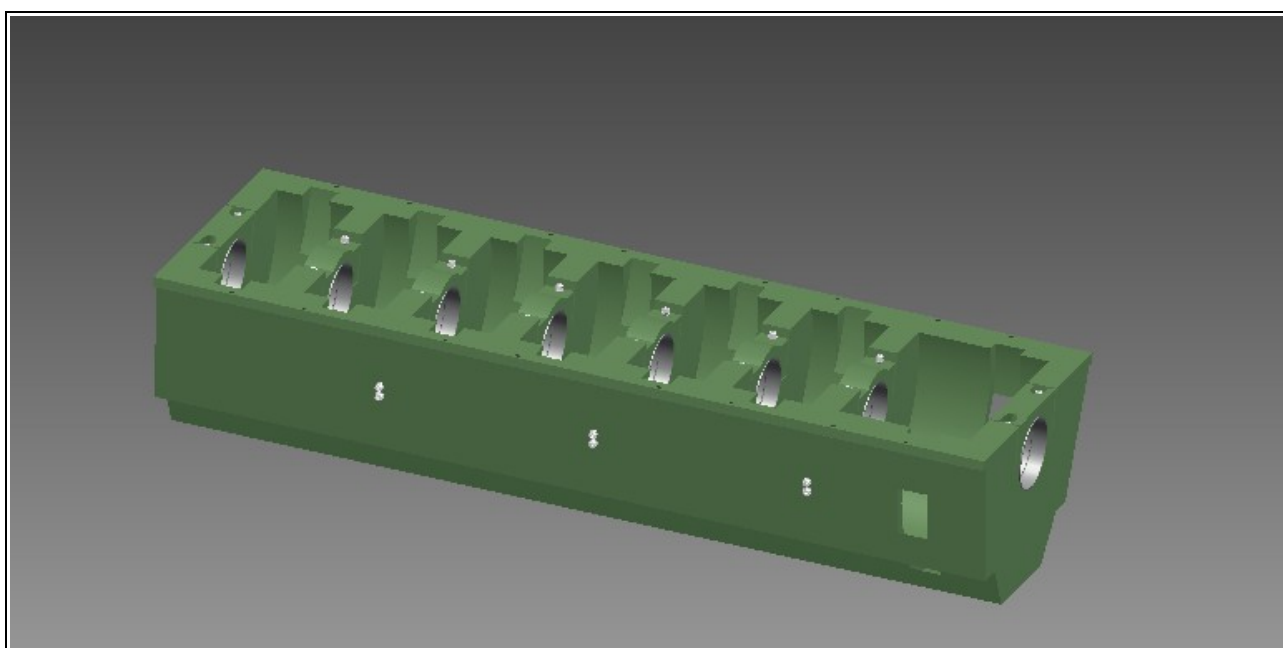


Figura 3.8.11.1 - Bancada, ensamble

Con la bancada tenemos el conjunto que nos permite partir de una base y empezar a construir con las piezas y ensambles que ya tenemos e ir añadiendo a medida que avanzamos.

Una vez tenemos la bancada unida tal y como se muestra en la figura 3.8.11.1 de arriba, el siguiente paso podría ser añadir el ensamble del cigüeñal de la figura 3.7.8.1 con dos restricciones una del tipo de coincidencia concéntrica entre el cojinete y cigüeñal con otra coincidencia del tipo de nivelación deberán ser suficientes para que el cigüeñal tenga 1 grado de libertad que será la rotación sobre su mismo eje.

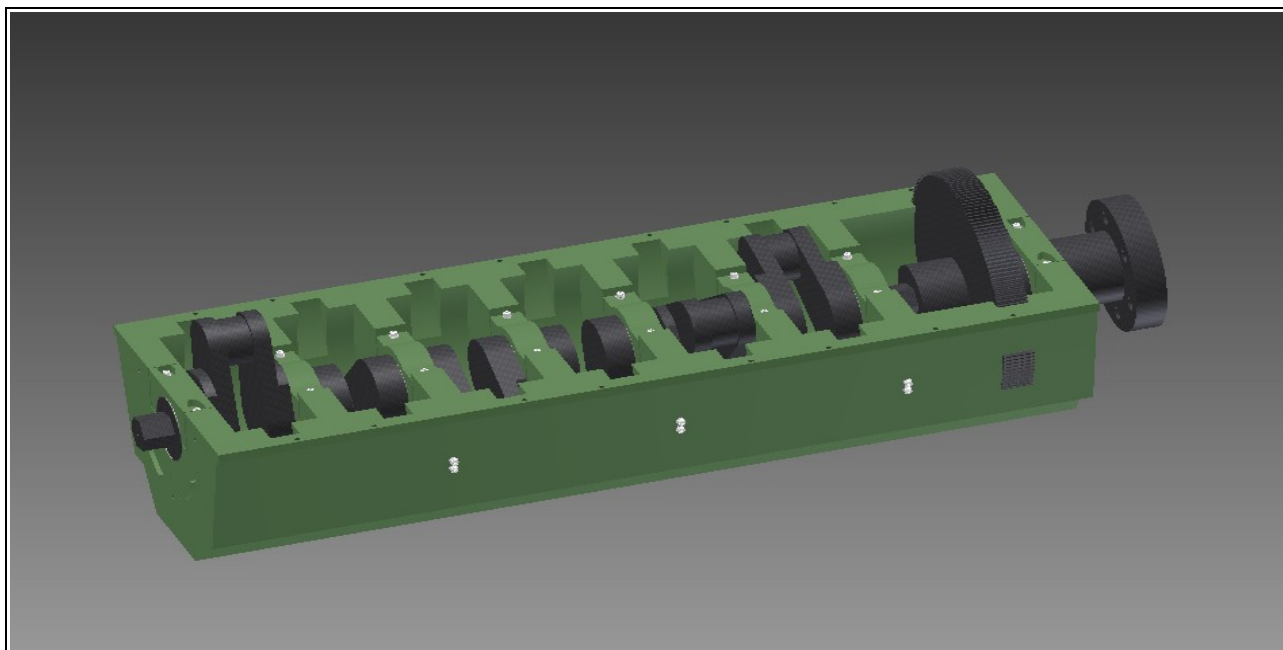


Figura 3.8.11.2 - Bancada - cigüeñal, ensamble

3.9 Bastidor

3.9.1 Dimensionado y estructura del bastidor

Al tener la bancada ya tenemos la superficie donde irá apoyado el bastidor y por ende los límites, por decirlo de alguna manera tenemos la planta. Para el alzado utilizaremos el esquema figura 3.2.1, obtenemos una altura de 165,5 mm.

El bastidor contiene el cigüeñal, biela, cruceta y además las guías de los patines de la cruceta, para no complicar el conjunto, se ha optado por disminuir las piezas independientes como la guía del patín, se ha conseguido lograr uniéndola con el bastidor, sólo ha sido posible con las piezas posteriores a la cruceta ya que las frontales necesitan ser retiradas para poder acceder a cualquiera de las piezas interiores.

Como tenemos un gran número de piezas creadas y relacionadas directamente, algunos elementos tales como las guías de los patines se pueden dimensionar y posicionar en base a estas piezas y ensamblar con la opción de medir distancia tecla rápida M, de hecho de esta manera además de ser posiblemente más cómodo también es más exacto

ya que permite saber con los decimales que se quieran conocer, la distancia real ya en el ensamble pudiendo corregir posibles errores.

3.9.2 Bastidor proa

Para el bastidor de proa, comencé por la base, aprovechando que tenemos su planta de la pieza bancada de anchura 157,6 sobresale 10 mm de la pieza de bancada a la siguiente. Para las paredes verticales extrusionamos verticalmente en rectángulo para más tarde recortar los ángulos que queramos haciendo boceto sobre la cara, también podemos crear la parte superior de la pieza ya que desde el dibujo Y conocimos la dimensión de la base del bloque del cilindro, pieza que irá sobre el bastidor.

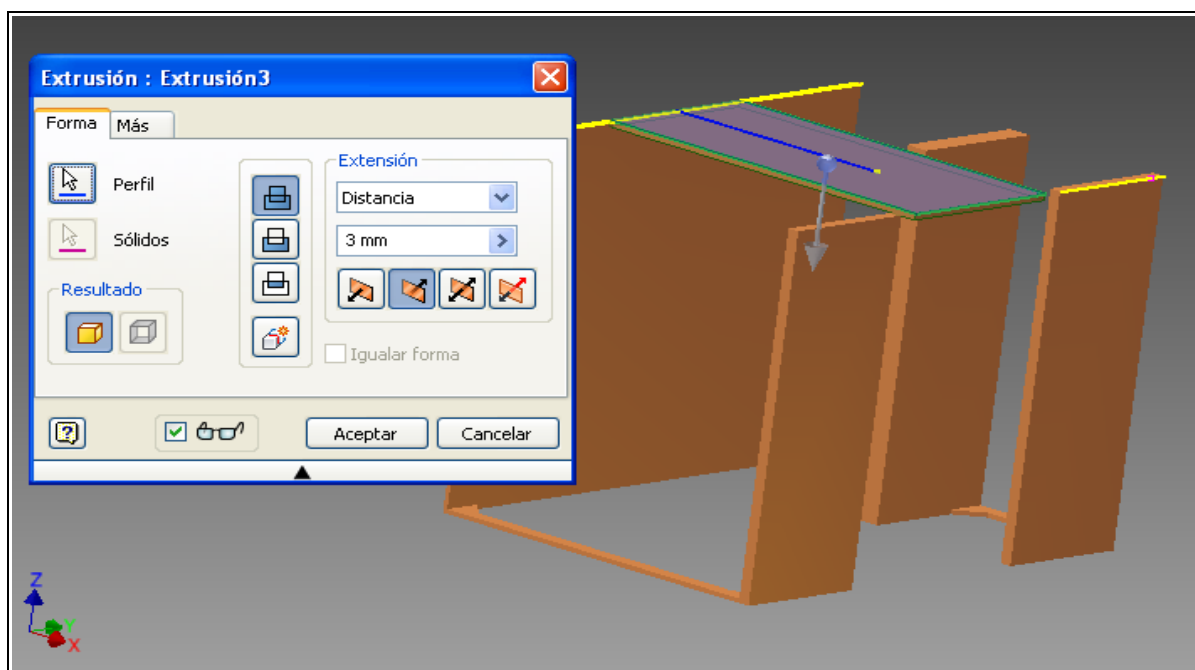


Figura 3.9.2.1 - Bastidor proa, extrusión

Después creamos las paredes frontal y posterior en ángulo. Tenemos que crear las guías de los patines, las guías serán colgantes firmes desde la parte superior, además las que sean frontales serán desmontables para ello crearemos unos cajetines en la parte superior de la pieza donde irá alojada la base del patín, el patín será explicado más adelante como pieza individual perteneciente al grupo del bastidor, crearemos un cajetín y una guía del patín, después a partir de planos paralelos y simetrías colocaremos el resto en su posición.

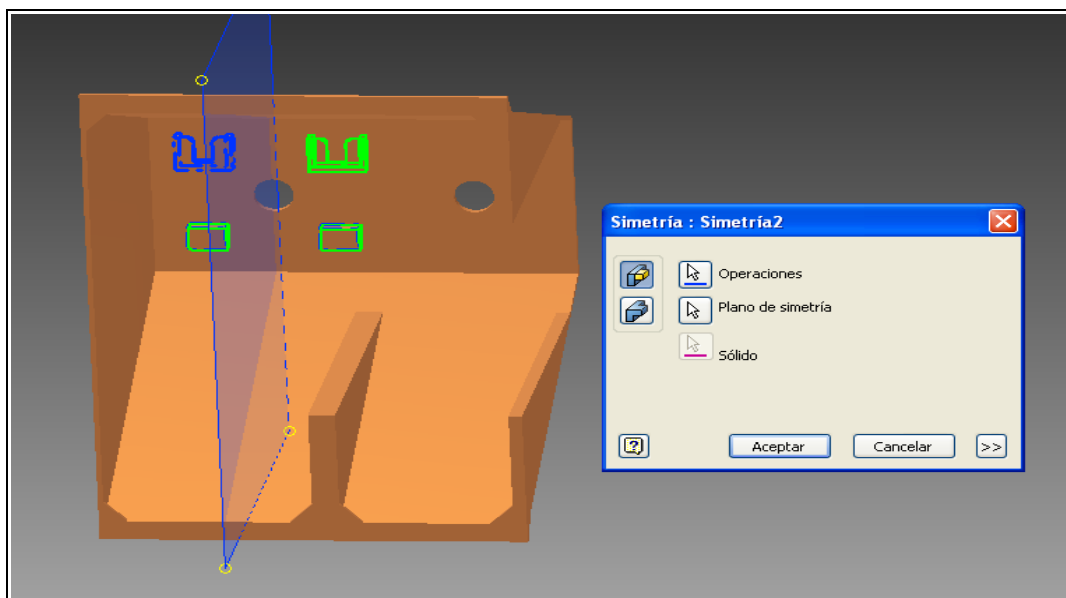


Figura 3.9.2.2 - Bastidor proa, simetría

Necesitamos retirar una pequeña cantidad de material alrededor del agujero por donde pasa el vástago del pistón para que no se encuentre con la cruceta en el PMS, creamos los agujeros para los tornillos del obturador del vástago, para la fijación del bastidor, y para la tapa.

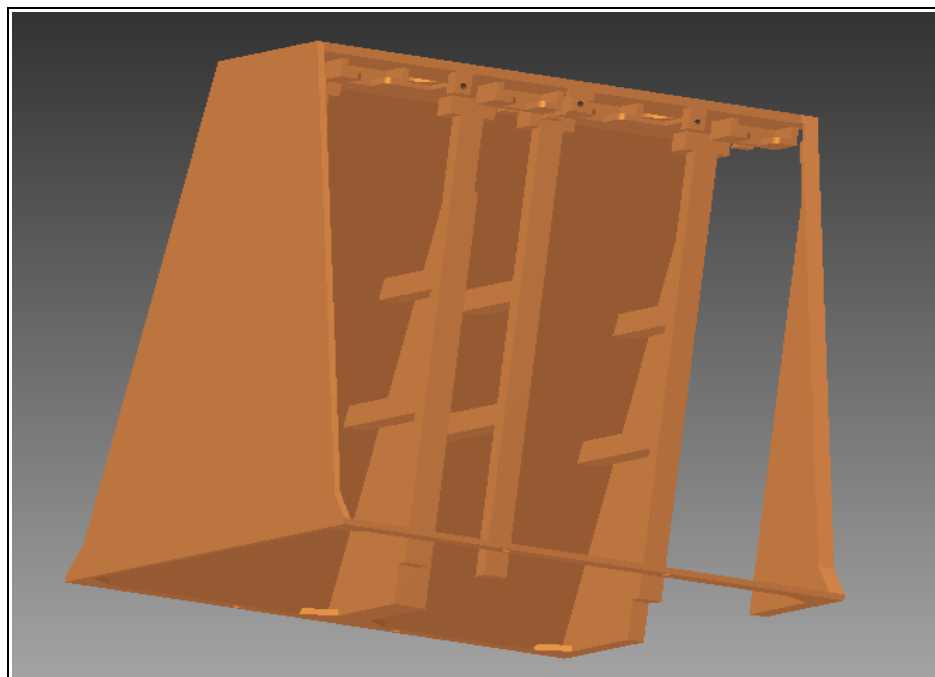


Figura 3.9.2.3 - Bastidor proa, pieza

3.9.3 Bastidor central

El bastidor central es la pieza colindante con el bastidor proa, es exacta a ella salvando ciertos detalles, el cojinete principal delimita longitudinalmente una pieza de bastidor con otra, de modo que quede 10 mm de cada bastidor encima del cojinete, estos 10 milímetros los gana el bastidor de proa ya que no comparte el cojinete con ninguna otra pieza. No tiene sujeción de dämpers como el anterior aunque si tiene ambos lados abiertos ya que al no estar en el extremo de la maqueta comunica interiormente las galerías.

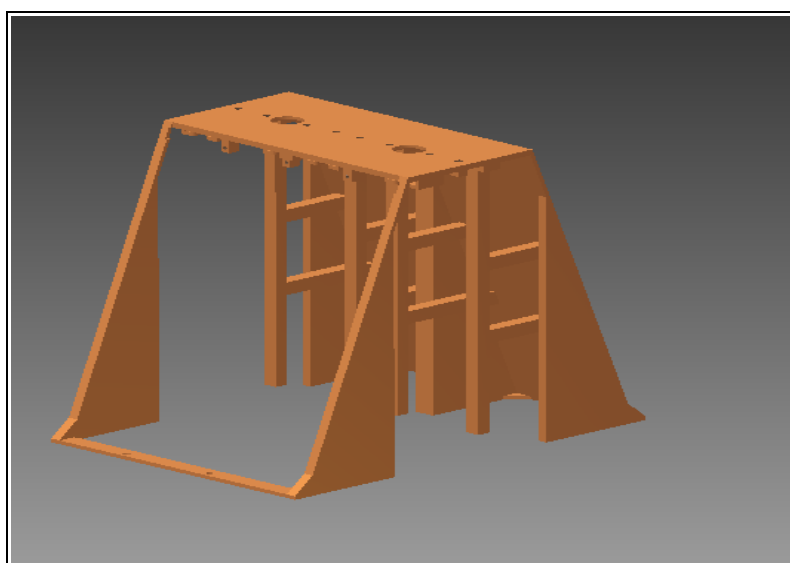


Figura 3.9.3.1 - Bastidor central, pieza

3.9.4 Bastidor popa

El bastidor de popa comprende los elementos de los cilindros 5 y 6, los últimos de este motor, por eso se le denomina bastidor popa. El siguiente tramo contiene engranajes, así que tenemos que sustentar estos engranajes de alguna manera, en su lado de más a popa se le añadió una pared completa además de refuerzo estructural para implementar el soporte del engranaje, sobre el cual irá un rodamiento para que pueda girar libremente, este soporte tendrá un tope para indicar la posición tanto del rodamiento como del engranaje.

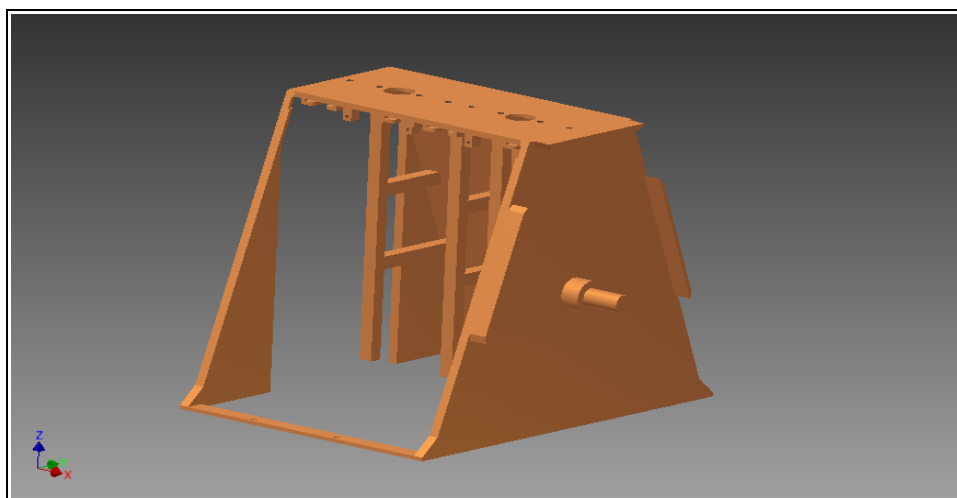


Figura 3.9.4.1 - Bastidor popa, pieza

Además esta pieza cuenta con aletas, su intención no es otra que reducir el espacio abierto que quedará entre el engranaje y la pared de más a popa de la pieza, rodeando el engranaje con las aletas del bastidor engranajes.

3.9.5 Bastidor engranajes

El bastidor engranajes es la pieza del bastidor situada más a popa, contiene engranajes y el último tramo del cigüeñal a la salida del motor.

La pieza es la elaboración más sencilla a lo que a bastidor se refiere, ya que no tenemos elementos de los cilindros tales como bielas, patines o guías, por lo tanto editamos una pieza de bastidor ya creada y eliminamos o desactivamos operaciones de la creación de estos soportes, de manera que nos quede únicamente la carcasa, que será con el elemento que trabajaremos.

La rueda dentada que va alojada en este bastidor sobresaldrá por los laterales, de manera que haremos unas muecas para permitir que sobresalga sin roce alguno, en la parte superior habrá una mueca para permitir la entrada a otro engranaje, este engranaje comunicará el movimiento del engranaje anterior.

Las muecas són de tal manera que permite que se desmonte el bastidor para poder acceder al interior, en esta pieza se ha eliminado la tapa de bastidor, ya que era de un

interés mayor acceder a las piezas de bielas y pistón para que pudieran ser observadas en las otras partes del bastidor.

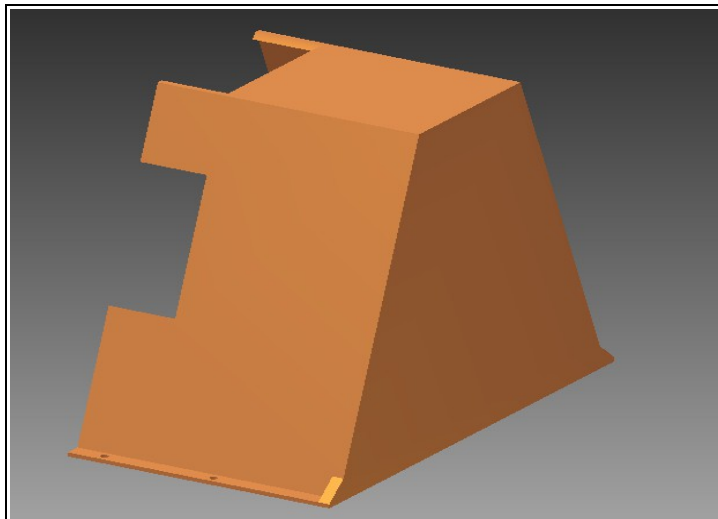


Figura 3.9.5.1 - Bastidor engranajes, pieza

3.9.6 Guía del patín

Como ya se comentó anteriormente, la guía del patín para este motor podía ser tanto un elemento fijo como parte del bastidor en sí, o elemento como pieza independiente, para este caso se hablará de la pieza independiente.

La guía del patín es el rail por el cual el patín se desliza, tiene que tener una longitud algo mayor a la del recorrido de este, y una anchura preferiblemente mayor también, cuando la biela está en movimiento, la cruceta sube y baja con sus respectivos patines, y por mucho que se mueva o se acelere el movimiento los elementos móviles están limitados, el pistón por el cilindro y el obturador del vástago, y los patines por las guías, de manera que no se puede descuadrar de su posición en situaciones normales.

El objeto por el cual ha sido diseñada esta pieza es la de que pueda efectuar su función como guía y que además ayude tanto en el montaje como el desmontaje del grupo de piezas, gracias a que cada guía del patín esté fijado sólo por un tornillo y el ajuste a un cajón pensado para este propósito.

Se han añadido dos puntales laterales para absorber las posibles cargas laterales y para

tener el elemento de unión al bastidor, en este caso, indirectamente por la tapa del bastidor.



Figura 3.9.6.1 - Guía del patín, pieza

3.9.7 Tapa del bastidor proa

La tapa del bastidor es la tapa que nos cubre la abertura hacia el interior del bastidor, la tapa de la maqueta es irreal ya que se ha tenido que adaptar a las exigencias que buscaba, la más importante es la de maniobrabilidad, teniendo en cuenta el tamaño medio de una mano o un puño era necesario aumentar la abertura hacia el interior del bastidor para que esta abertura fuese práctica ya que de otro modo sería meramente decorativa, entonces para que fuera práctica y que se pudiese trabajar a través de ella se decidió que la tapa abarcara dos cilindros o conjuntos de las manivelas.

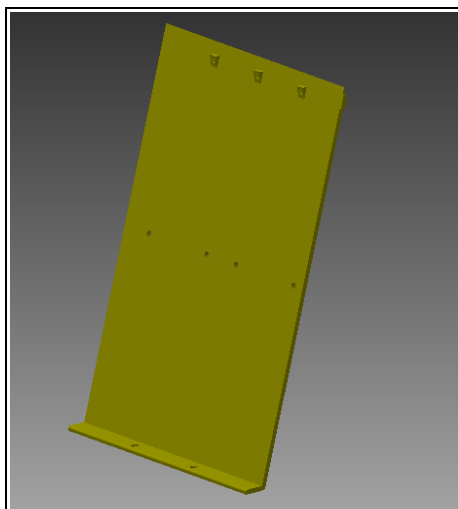


Figura 3.9.7.1 - Tapa del bastidor de proa, pieza

Para facilitar la creación de la tapa del bastidor de proa, se ha recurrido a copiar un boceto del propio bastidor proa y trasladarlo a esta pieza, de este modo ya teníamos el perfil, los siguientes pasos son coger medidas de la propia pieza *.ipt y adaptarlos para la tapa.

El bastidor de proa tiene una muesca para poder colocar la guía del patín, de modo que la tapa debe tapar esta muesca, simplemente extrusionamos con las medidas adecuadas.

3.9.8 Tapa del bastidor central

La tapa del bastidor central es muy similar a la tapa del bastidor de proa, difiere de la anterior que es más corta, y como resultado necesita otra extrusión para la muesca adicional del bastidor central, para que se pudieran colocar ambas guías de los patines en los extremos.

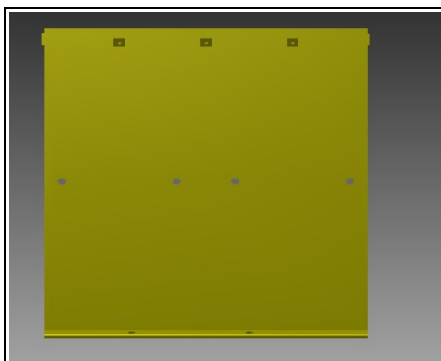


Figura 3.9.8.1 - Tapa del bastidor central, pieza

Las tapas tienen anclajes tanto en la parte superior como en la inferior, de manera que quedan fijas al bastidor, los taladros situados en la parte central sirven para fijar las guías de los patines a la tapa y por extensión al bastidor.

3.9.9 Obturador del vástago

El obturador del vástago va situado en la parte superior del bastidor, sobre el orificio por el cual pasa el vástago del pistón, procura el sellado y además ayuda a mantener el vástago vertical.

El obturador del vástago se dividirá en dos piezas iguales, ayudará en su montaje y su desmontaje, se dispone de una base con un taladro para poder fijarlo con el bastidor y un cuello para alojar el vástago.

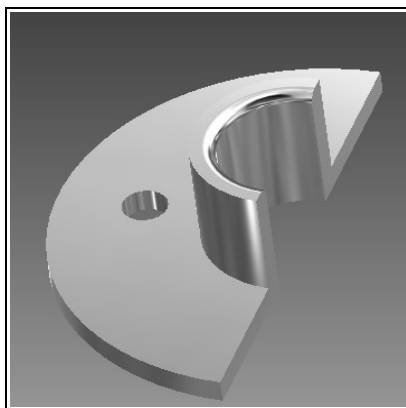


Figura 3.9.9.1 - Obturador del vástago, pieza

Para montar el obturador es necesario hacerlo cuando todavía no está el bloque del cilindro.

3.9.10 Tornillería

Para poder unir los diferentes elementos del bastidor ha sido necesario recurrir a nuevos tornillos, además de algunos que ya teníamos creados como el tornillo A-1 para unir la tapa del bastidor con la guía del patín y bastidor con bancada, el tornillo A-3 para unir la tapa del bastidor con la bancada.

3.9.10.1 Tornillo A-7

Tornillo creado para fijar el obturador del vástago con el bastidor. Tiene un diámetro del vástago de 3,5 mm y longitud de 5 mm.

3.9.10.2 Tornillo A-9

Tornillo creado para fijar la tapa del bastidor con el bastidor. Tiene un diámetro del vástago de 4 mm y longitud de 8,7 mm.

3.9.11 Resumen y explosionado

LISTA DE PIEZAS			
Nombre	Nº explosionado	Nº maqueta	Descripción
Bastidor proa	1	1	Plano 25
Bastidor central	1	1	Plano 26
Bastidor popa	1	1	Plano 27
Bastidor engranajes	1	1	Plano 28
Guía del patín	12	12	Plano 29
Tapa del bastidor proa	1	1	Plano 30
Tapa del bastidor central	2	2	Plano 31
Obturador del vástago	12	12	Plano 32
Tornillo A-1	22	54	Plano 93
Tornillo A-4	6	36	Plano 93
Tornillo A-7	12	12	Plano 93
Tornillo A-9	9	9	Plano 93
Arandela A-1	40	217	Plano 93

Tabla 3.9.11.1 - Resumen bastidor

El plano correspondiente a la numeración y el despiece del bastidor es el plano 33.

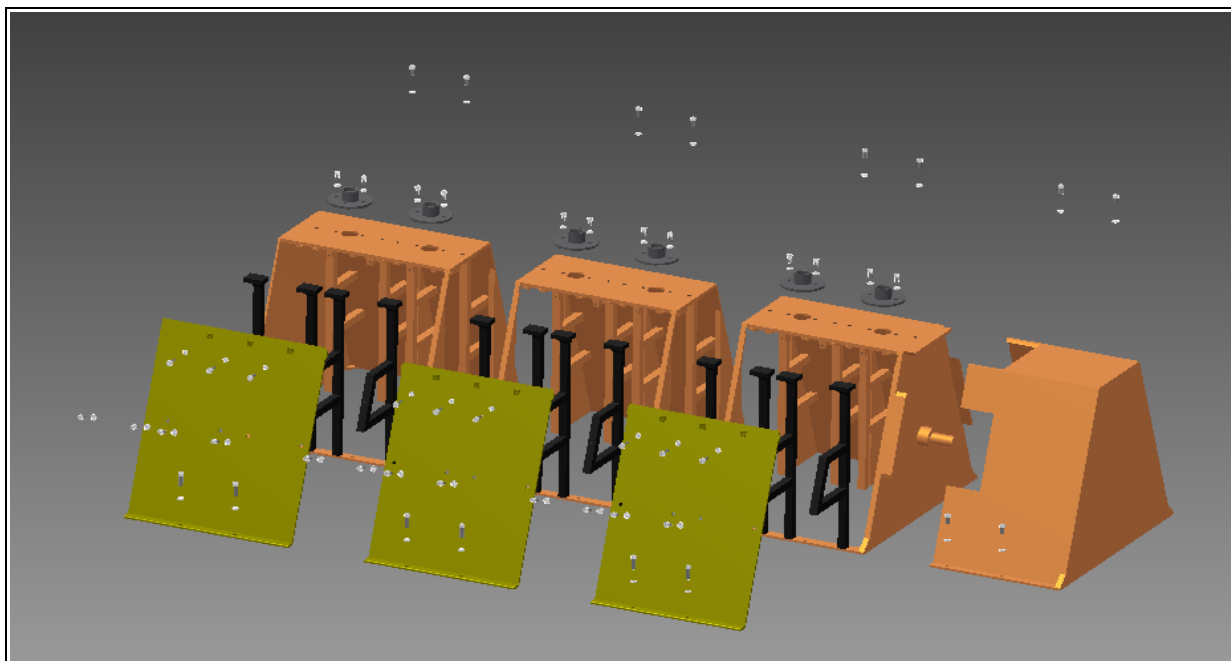


Figura 3.9.11.1 - Bastidor, explosionado

3.9.12 Ensamble Bastidor

El ensamble del bastidor se puede conseguir de la forma siguiente, insertamos el bastidor de proa, central, popa y engranajes. Con las restricciones los colocamos de forma consecutiva con las caras pegadas entre ellos y alineados. A continuación insertamos las 12 guías de patín, podemos utilizar el cajón del bastidor para ayudarnos en el ensamble. Después de colocar las guías insertamos la tapa de proa y las tapas del bastidor central ajustándolas al hueco para ellas, seguidamente de los tornillos A-9 con las arandelas A-1 que van en la parte superior de la tapa y que fija las tapas con el bastidor, más tarde añadimos los 6 tornillos A-4 con sus respectivas arandelas A-1 en la parte inferior de las tapas, fijarán las tapas con el bastidor y a su vez las fijarán en la bancada, es el turno de poner los 12 tornillos A-1 que sujetan las guías de los patines con las tapas con sus 12 arandelas A-1, para unir el resto del bastidor con la bancada usamos 10 tornillos A-1 con 10 arandelas A-1 mediante los orificios destinados a ello situados en las pestañas inferiores del bastidor.

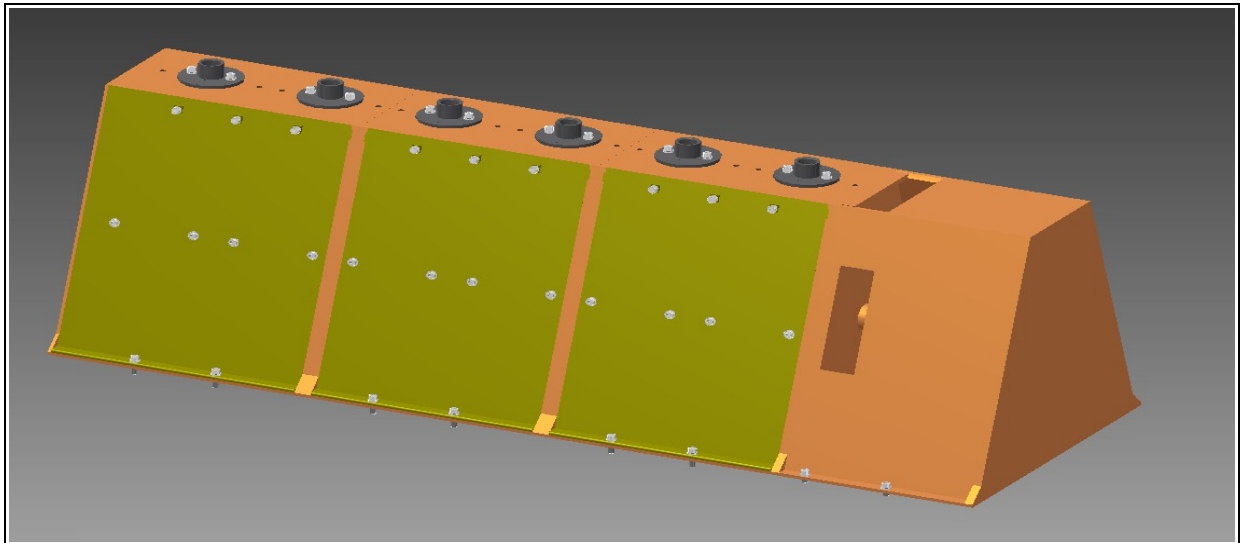


Figura 3.9.12.1 - Bastidor, ensamble

Por último colocamos los obturadores del vástago, dos a cada orificio y los ensamblamos con las restricciones de coincidencia concéntrica, para fijar estas piezas usamos un tornillo A-7 con su arandela A-1 para cada elemento.

Unimos el ensamble del bastidor al ensamble del motor que se comenzó.

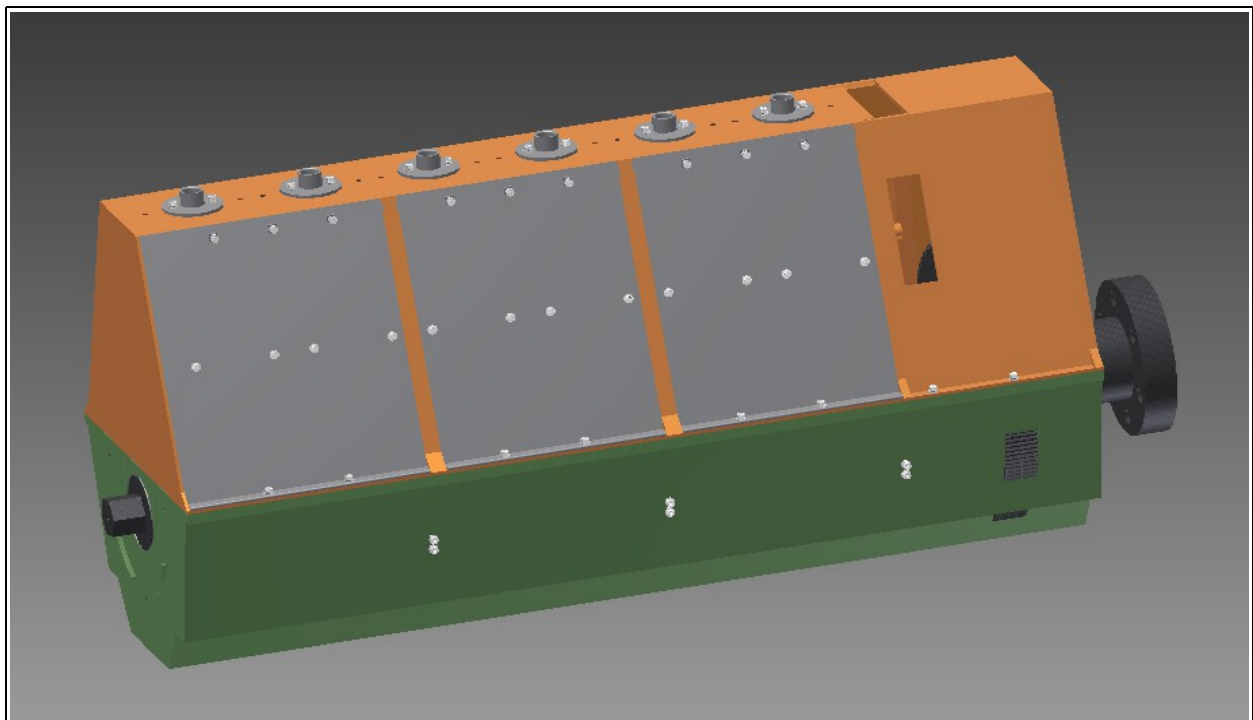


Figura 3.9.12.2 - Bastidor con motor, ensamble

Teniendo el almacén podemos añadir los ensambles de biela-cruceta, ya que disponemos de las piezas que son necesarias para este ensamble, para el modelo real de la maqueta bastaría con desatornillar las tapas de los bastidores y retirar las guías de los patines frontales, para el modelo virtual podemos ocultar piezas de manera que haciendo un click las piezas seguiran ahí permitiendonos trabajar más cómodamente con la diferencia que restaurar las piezas en su sitio conlleva a dejar de ocultar las piezas con otro click.

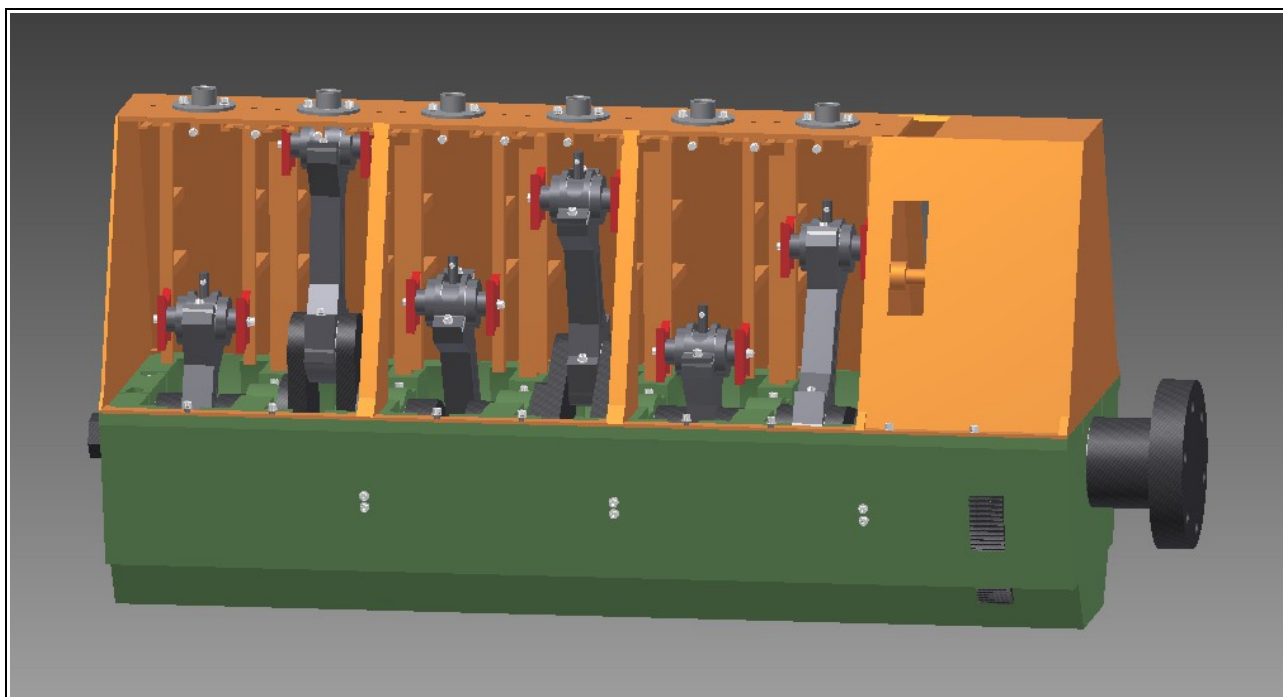


Figura 3.9.12.3 - Bastidor con motor vista interior

Una vez he desmontado las tapas y las guías de los patines, he insertado los ensambles de biela-cruceta que teníamos preparados, es importante que antes de ensamblarlo nos fijemos que los patines están nivelados entre ellos con restricción, con ello conseguimos disminuir las restricciones entre el bastidor y los patines, siendo más fácil a la hora de insertarlo.

Las restricciones utilizadas serán tres, entre patín y guía del patín coincidencia de superficies, entre cigüeñal y cojinetes coincidencia concéntrica, y nivelación entre cigüeñal y biela, puede pasar que tras definir las restricciones necesarias al intentar mover el conjunto sobre el cigüeñal quede bloqueado, la solución es ir sobre el navegador el conjunto biela-cruceta sobre el botón derecho del ratón seleccionamos la opción de

flexible, así logramos que el ensamble interactúe.

Repetimos las operaciones para el resto de conjuntos, se recomienda crear carpetas en el navegador e ir dividiendo los conjuntos por cilindros de manera que al aumentar las piezas el navegador no se vea abarrotado de elementos dificultándonos después el localizar alguna pieza en concreto o incluso algún problema.

3.10 Cilindro

3.10.1 Bloque del cilindro

El bloque del cilindro tendrá las medidas que indica el dibujo Y, el bloque será un prisma de base cuadrada de 73,8 mm de costado y 150 mm de altura.

Esta pieza aparentemente es una de las más sencillas, aunque si nos fijamos en los detalles es más compleja de lo que a primera vista da a entender, por eso mismo será explicada de forma más detallada.

El bloque del cilindro hará de soporte para la camisa además tendrá las aberturas para el aire de barrido y para el líquido refrigerante, tendrá que ser estanco por lo que se suele utilizar las juntas, estos elementos no se incluyen en la maqueta ya que tendrían que ser muy pequeños, de modo que los obviamos, sabemos que se deben colocar en la realidad pero para la maqueta los suprimimos.

Juntamente con el bloque se puede ir creando la camisa ya que ambas piezas tienen que ir encajadas, y con motivo de que sea estanco tienen que tener uniones precisas. Para el bloque empezaremos creando el perfil sobre el cual irá apoyada la camisa, para ello hacemos primero el eje central y luego el perfil .

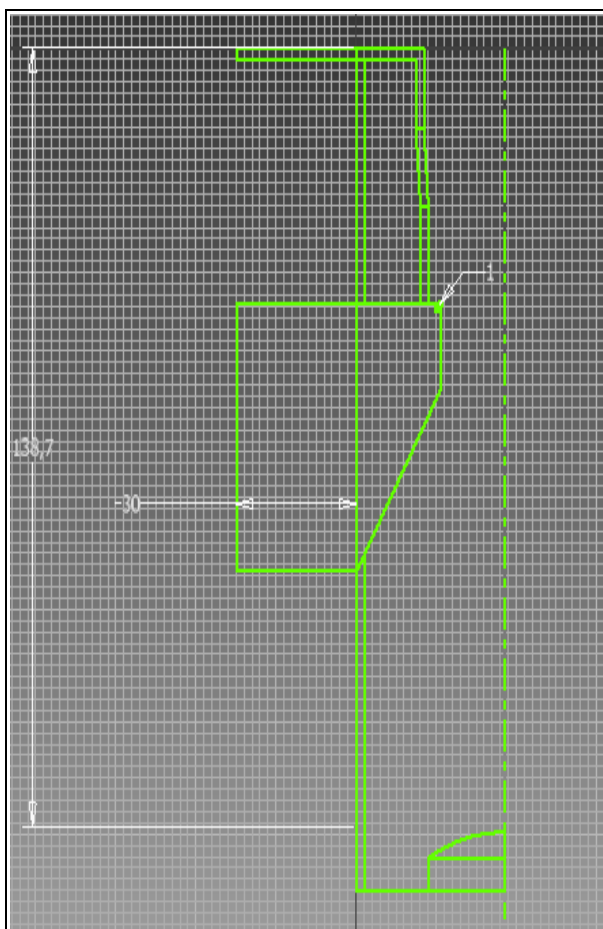


Figura 3.10.1.1 - Bloque cilindro, boceto

Tal y como tenemos en la figura revolucionamos y tendremos la parte que está en contacto con la camisa terminada, en la parte inferior tenemos un elemento abovedado, es necesario por varios motivos, necesitamos crear el bloque con un espacio que no interfiera con el obturador del vástago y que en caso de fuga de aceite este caiga hacia los lados, más tarde crearemos una inclinación para que se recoja en el lado de la abertura y así pueda comprobarse si hay aceite. Hemos alargado la parte de los costados más de lo necesario para que al crear la revolución tengamos material suficiente en todo el ancho de la pieza y no sólo en el límite exterior de la curva, el siguiente paso será recortar el material sobrante y crear las paredes del bloque.

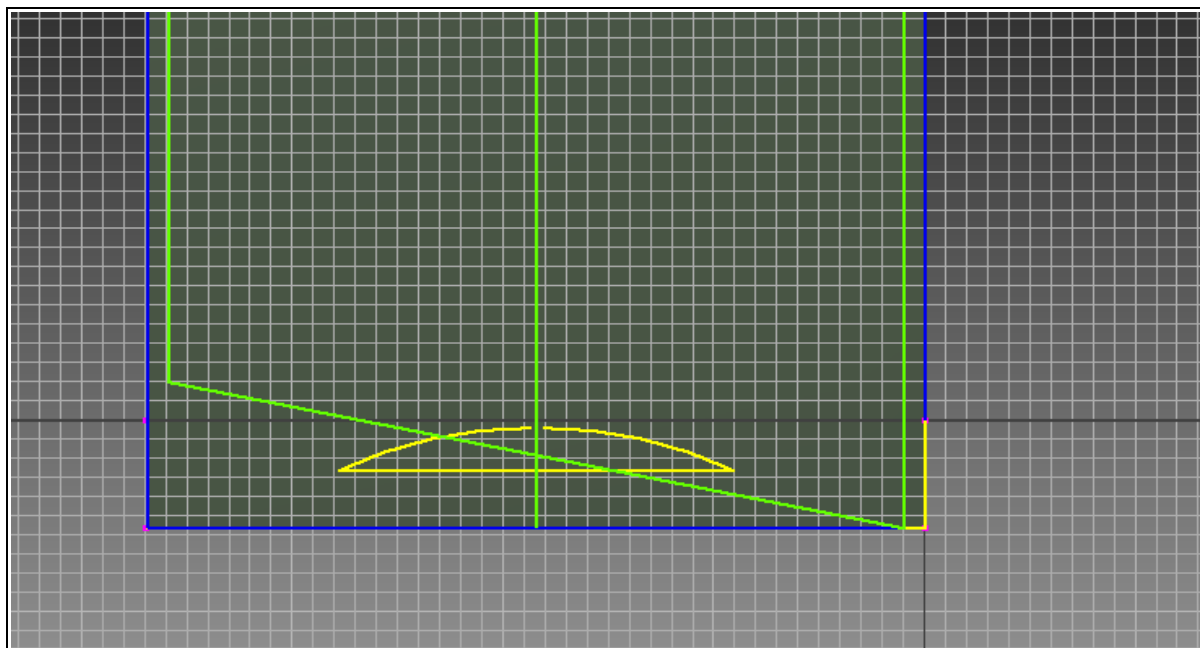


Figura 3.10.1.2 - Bloque cilindro, boceto 2

Si nos fijamos en la figura x podemos ver que podemos crear paredes de dos costados más la inclinación en un paso.

El siguiente paso podría ser crear el espacio para el obturador del vástago, primero creando el taladro por donde el vástago del pistón debe pasar, más tarde un agujero mayor para dar cabida a las aletas y tornillería del obturador y finalmente una extrusión de corte de diámetro mayor y de menor altura para la base del obturador.

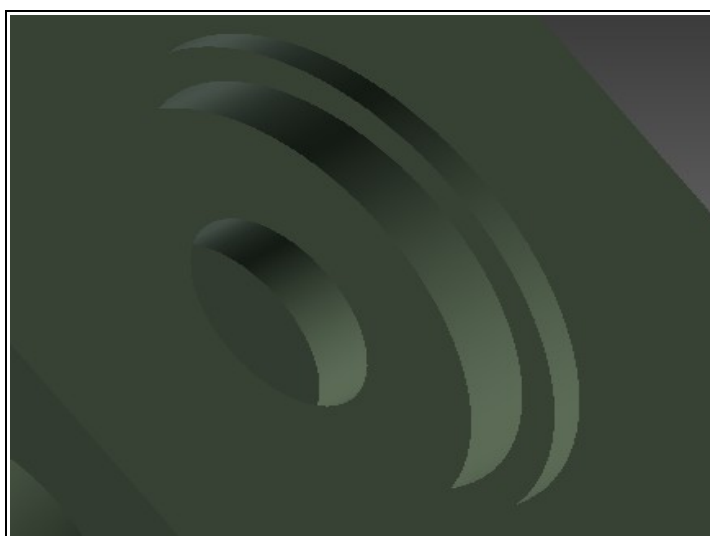


Figura 3.10.1.3 - Bloque cilindro, vista espacio para obturador vástago

La camisa es húmeda, por lo tanto refrigerada por líquido, el circuito de refrigeración que pasa por el bloque y culata han sido modificados del original, de modo que queda de la manera siguiente, el líquido entra por la parte posterior del bloque y refrigera la camisa rodeandola una vez ha superado la camisa el circuito sube y vuelve a refrigerar la camisa, esta vez desde el frontal hacia la parte posterior, una vez tenemos dos pasos de refrigeración para la camisa el circuito del bloque sube hasta salir de este y encontrarse con la siguiente pieza que será la culata, de esta manera el circuito entra por el bloque y sale por la culata. Así conseguimos reducir el número de conductos, sistemas de unión y simplificar circuitos.

En los pasos previos habíamos hecho el perfil para el acomodamiento de la camisa y la carcasa, se ha querido hacer hueca como aligeramiento y economizar sobre el coste, de manera que antes de hacer los conductos hemos de poner material por donde han de pasar los conductos para luego hacer los orificios.

El material que rodeará el conducto será de diámetro 11 mm, mientras que el conducto tendrá un diámetro de 5 mm. Para el aporte de material se realizará con la opción de extrusión desde los laterales o la parte superior, de esta manera nos aseguramos los apoyos bien de las paredes del bloque o del perfil de acomodamiento de la camisa, el líquido refrigerante debe pasar de una galería a otra gracias a estos conductos se deben respetar las zonas estancas entre bloque y camisa.

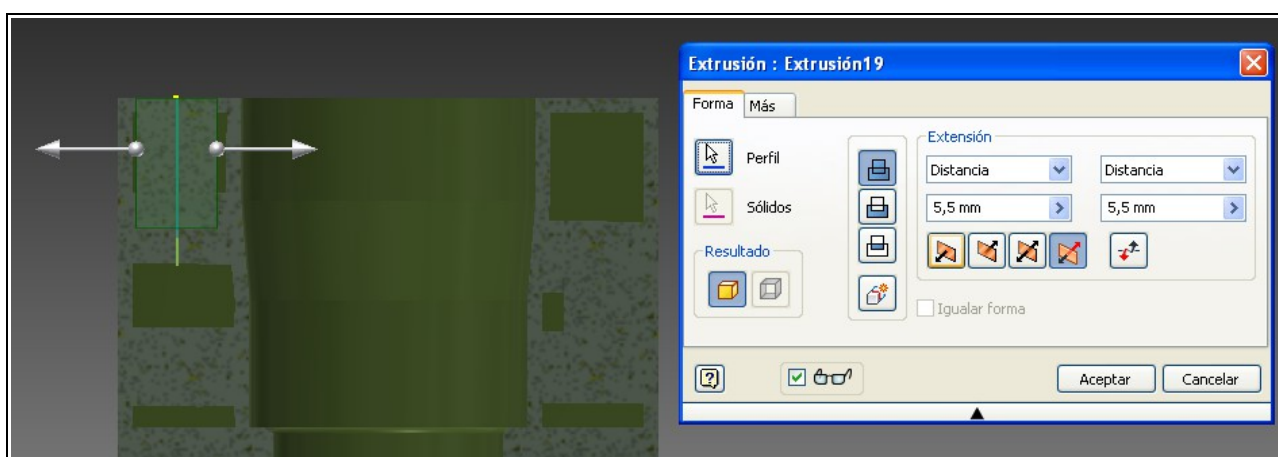


Figura 3.10.1.4 - Bloque cilindro, sección con extrusión conducto refrigeración

Una vez tenemos el material podemos hacer pasar los conductos, en este caso usaremos la extrusión simple de corte y barrido de corte para los codos, en los barridos utilizamos dos bocetos el plano de trabajo para el carril y el propio perfil de corte, en este caso será un círculo de diámetro de 5 mm ya que ese es el diámetro del conducto, hacemos coincidir el carril del barrido por el centro del material colocado anteriormente.



Figura 3.10.1.5 - Bloque cilindro, sección

Tenemos el bloque perforado con los conductos de refrigeración, las operaciones siguientes son añadir el conducto de aire de barrido, que consiste únicamente en taladrar la carcasa del bloque por donde el colector enviará el aire comprimido, hacemos los taladros con su correspondiente aporte de material para unir el bloque al bastidor y para que la culata se pueda fijar al bloque, los pernos tenemos que dividirlos por piezas ya que no podemos imprimir pernos tan grandes, por lo que cada pieza tendrá sus pernos. Se ha añadido como elemento ornamental la entrada al bloque, con ello lo que se pretende es

mostrar que se debería poder entrar para las labores de mantenimiento y revisión.

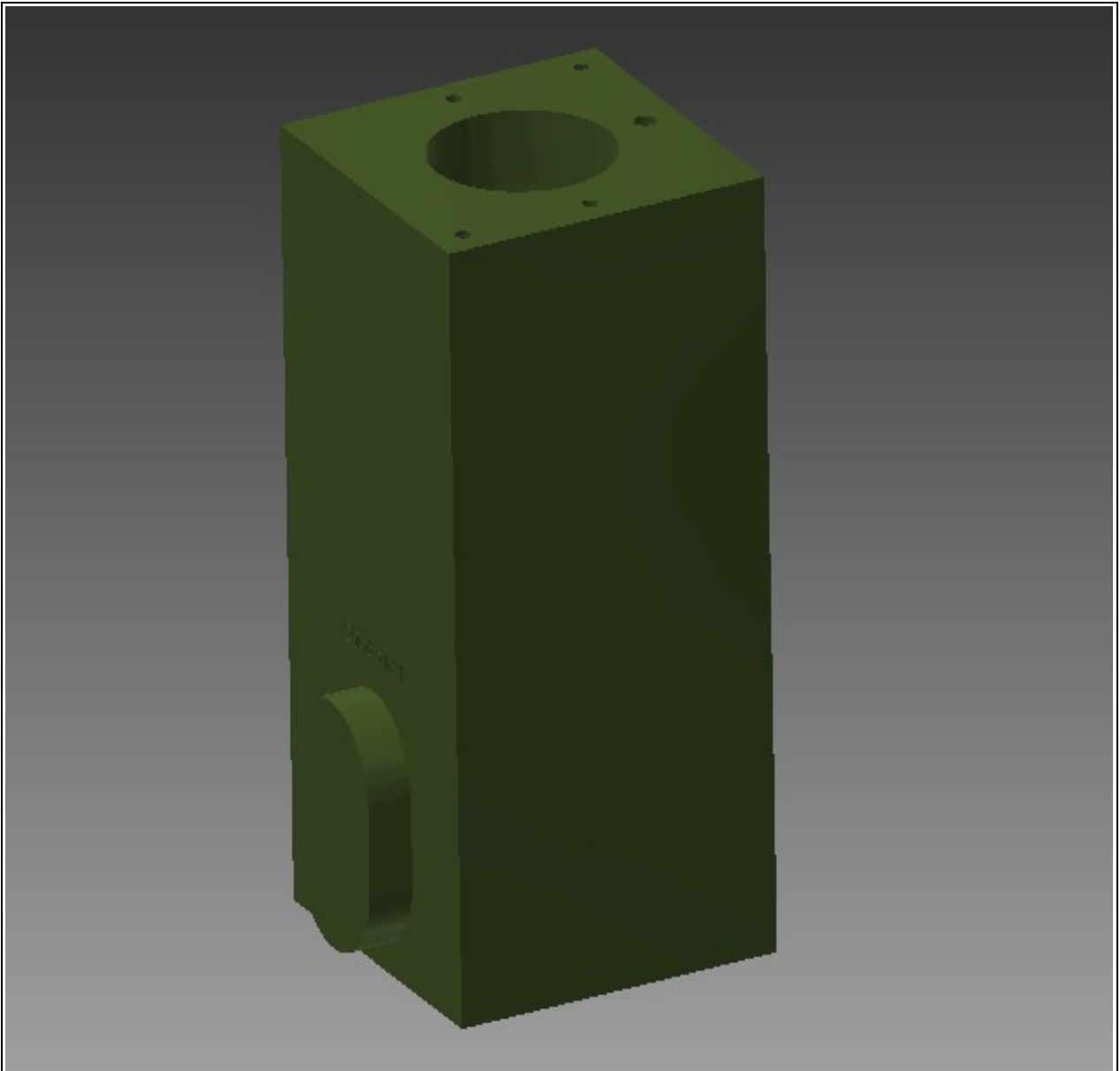


Figura 3.10.1.6 - Bloque del cilindro, pieza

La figura del bloque se pretende que sea, de color transparente para que se pueda observar el pistón en su recorrido.

3.10.2 Camisa

La camisa va encajada en el bloque, cogiendo las medidas de la figura 3.2.1, obtenemos la altura, tenemos que comprobar que durante el recorrido el pistón descubre las lumbreras del aire de barrido y que se mantiene en todo momento dentro de la camisa.



Figura 3.10.2.1 - Camisa, pieza

Para la creación de la camisa se ha empezado desde el perfil y revolucionando, ha servido como plantilla de trabajo el perfil del bloque, después se ha perfilado para las galerías de refrigeración, el apoyo de la camisa y las ranuras donde deben ir las juntas tóricas, que en este caso se han marcado pero estas juntas para la maqueta no se

incluirán.

Las lumbreras de admisión también han sido diseñadas según el modelo real, la forma de creación es hacer una lumbrera para acto seguido crear un patrón circular alrededor del eje que sea de 360° con el número de operaciones a realizar.

Del mismo modo que el bloque, se pretende que esta pieza sea de un material transparente a fin de que podamos seguir el recorrido del pistón sin desmontar pieza alguna.

3.10.3 Tornillería

3.10.3.1 Tornillo A-6

El conjunto del bloque sólo necesita dos pernos y dos arandelas, aunque dadas las dimensiones del bloque necesitamos crear un perno adecuado a la pieza, el vástago del perno deberá medir 156 mm con la misma cabeza que los otros pernos.

3.10.4 Resumen y explosionado

LISTA DE PIEZAS			
Nombre	Nº explosionado	Nº maqueta	Descripción
Bloque cilindro 1	1	1	Plano 34
Bloque cilindro central	2	2	Plano 35 / 36
Bloque cilindro 3	1	1	Plano 37
Bloque cilindro 4	1	1	Plano 38
Bloque cilindro 6	1	1	Plano 39
Camisa	6	6	Plano 40
Tornillo A-6	12	12	Plano 93
Arandela A-1	12	217	Plano 93

Tabla 3.10.4.1 - Resumen bloque de cilindros

El plano correspondiente a la numeración y el despiece del cilindro es el plano 41.

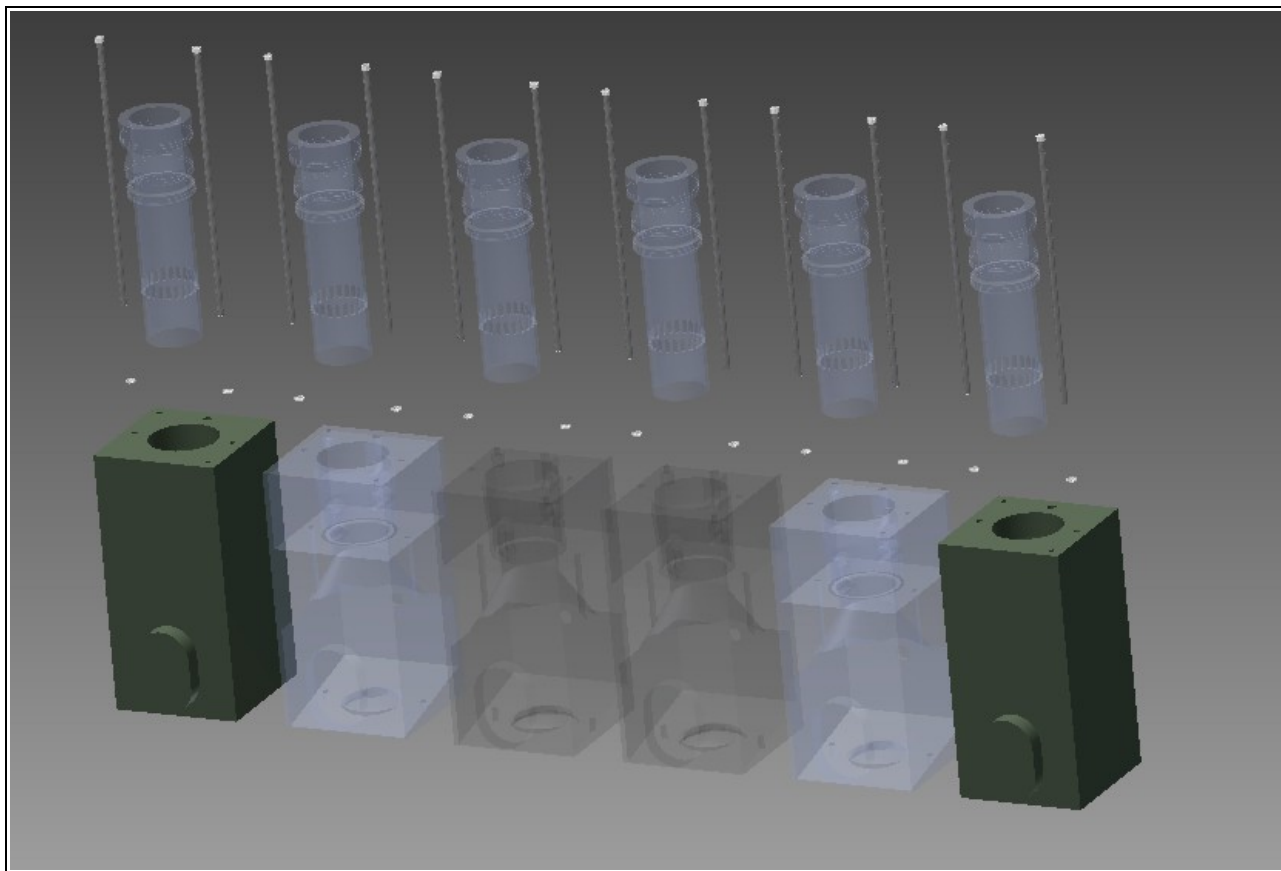


Figura 3.10.4.1 - Bloque de cilindros, explosionado

3.10.5 Ensamble bloques cilindro y piezas anteriores

Para ensamblar estas piezas tenemos que tener en cuenta el orden de los cilindros, ya que ahora mismo no tiene mucha importancia cambiar el orden de los cilindros, después si que la tendrá ya que cada cilindro tendrá su propio sistema de sujeción para los elementos posteriores.

Una vez hemos insertado los bloques, proseguimos con las camisas y la tornillería, ensamblarlos unos con otros no requerirá mucho esfuerzo prácticamente son las opciones de restricción concéntrica y nivelación.

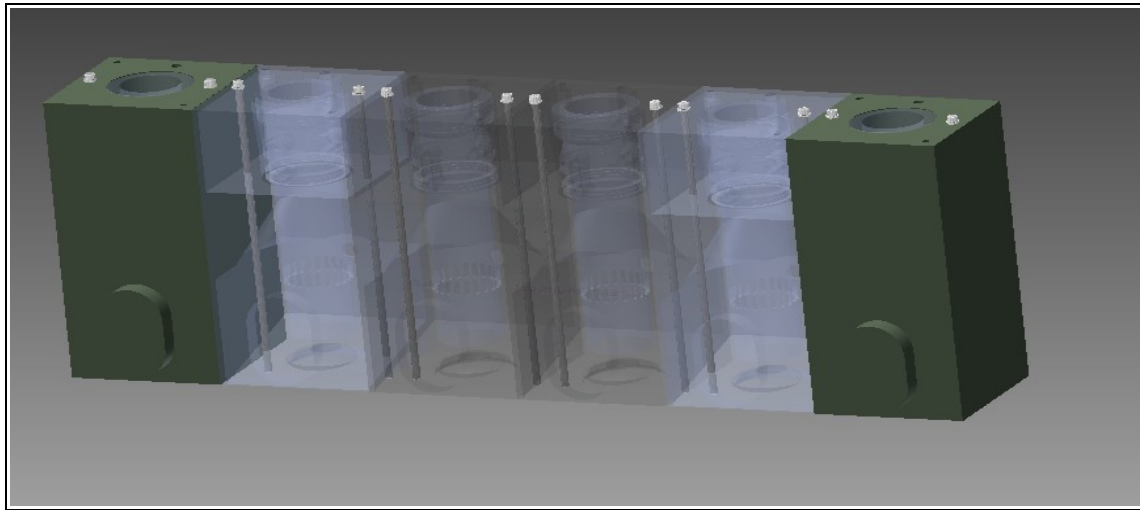


Figura 3.10.5.1 - Bloque de cilindros, ensamble

Teniendo el bloque del cilindro, podemos seguir completando sobre la iniciación del ensamble del motor, el bloque de cilindro y la camisa son piezas clave para la colocación del pistón, si bien se hubiera podido insertar esos elementos en el ensamble usando el obturador del vástago como guía, en un montaje real el pistón va después del montaje del bloque de cilindro y de la camisa, así que respetaremos este orden de montaje.

Insertamos al ensamble del motor el ensamble del bloque de cilindros que contiene todos los elementos anteriores.

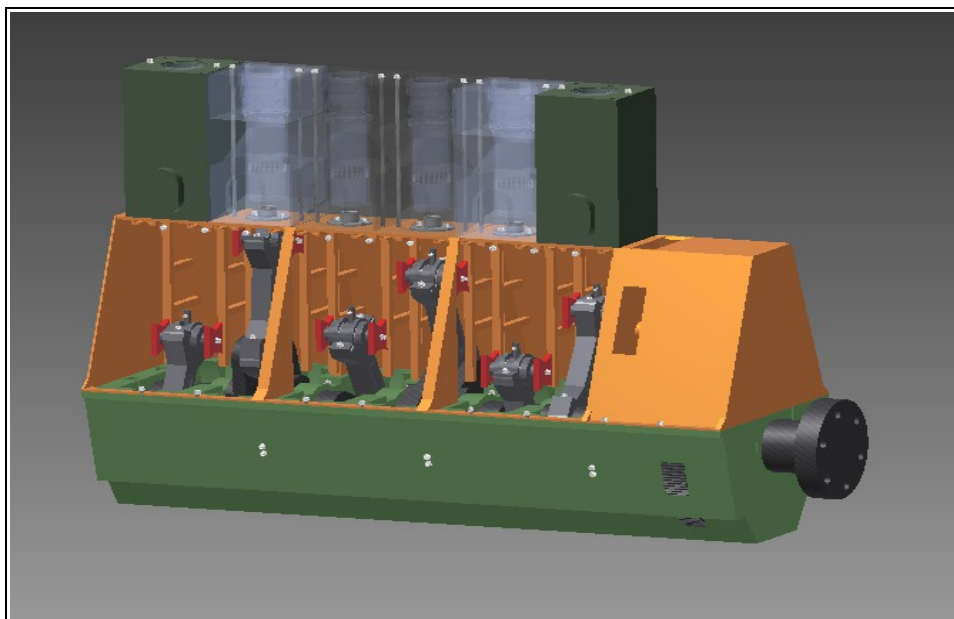


Figura 3.10.5.2 - Bloque de cilindros con motor, ensamble

Con el bloque de cilindros sobre el motor, insertamos el pistón, recordamos que este tiene una unión con la cruceta a través de un tornillo prisionero de manera que a la hora de ensamblar el pistón debemos dejar la abertura orientada hacia la tapa del bastidor.

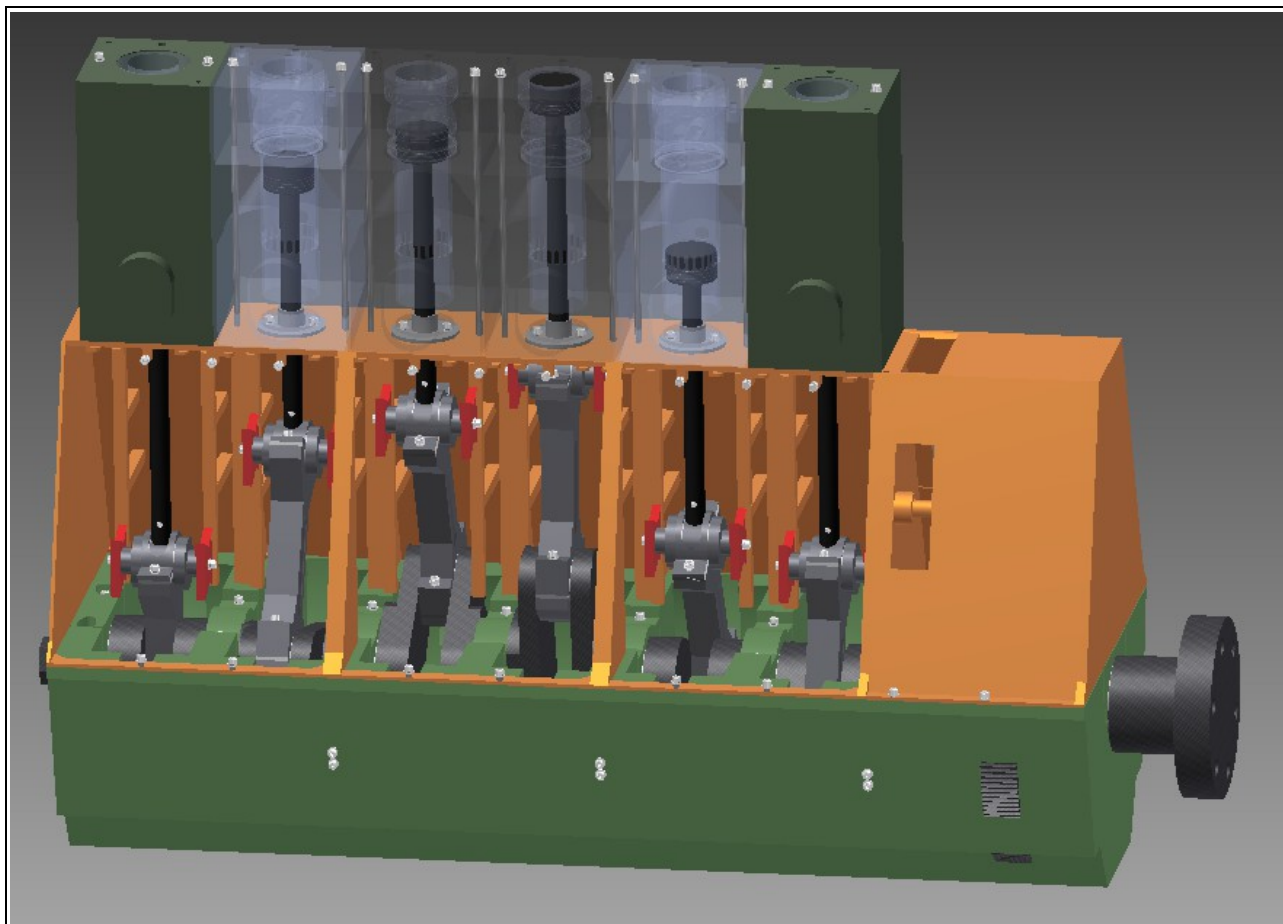


Figura 3.10.5.3 - Pistones con motor, ensamble

3.10.6 Ajuste pistón

Tenemos piezas que para elaborarlas necesitamos hacer una primera aproximación, ya que como tomamos las medidas a través de un esquema podemos llevar a error a la hora de medir ya que no dispongo de medios para medir la figura 3.2.1 de forma precisa, así que para que encajen dos piezas a la perfección puede ser necesario hacer una primera aproximación para más adelante ajustar la pieza con el resto de piezas creadas, es el caso del vástago del pistón que le dimos una longitud aproximada, ahora que tenemos las piezas que lo completan pulir el resultado.

En este caso el pistón tiene que ser rasante en su posición mas alta (PMS) con la parte superior del bloque y de la camisa, así que el primer paso será concentrarnos en un pistón y colocarlo en el PMS, tenemos varias formas de proceder, una posible es añadir una restricción para conseguir que el cigüeñal se mueva para que el pistón esté en su posición mas alta, la restricción podría ser una de tipo ángulo para que dos piezas formen un ángulo en concreto, como la bancada y una superficie de la biela que formen 90° como se muestra en la figura siguiente.

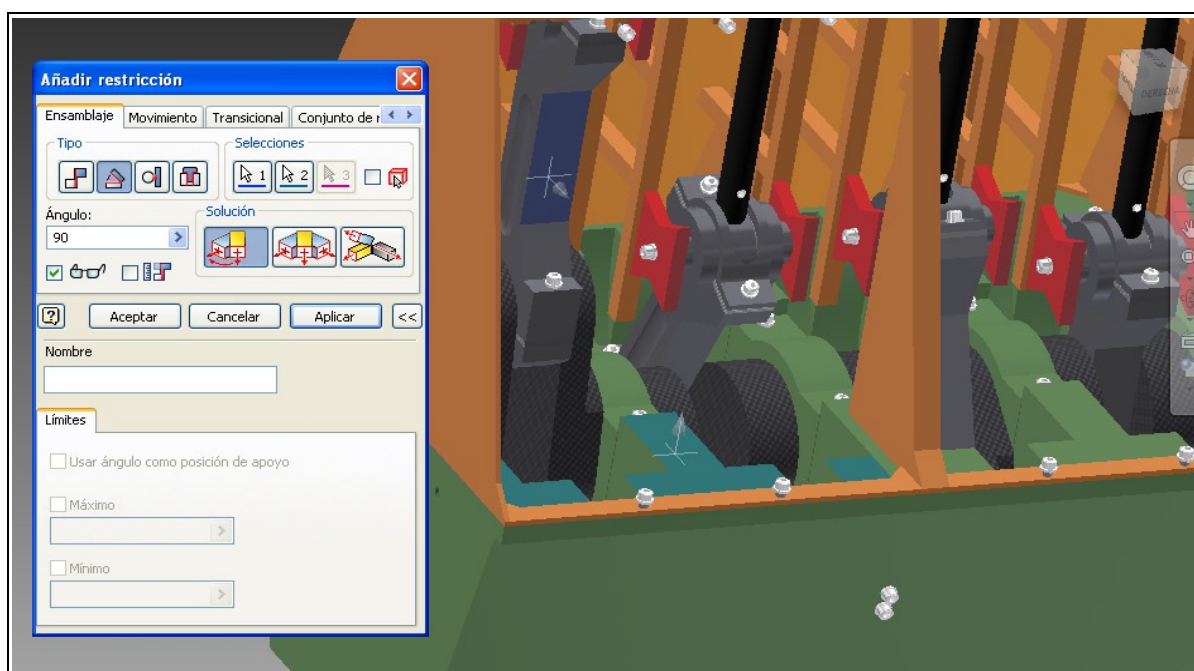


Figura 3.10.6.1 - Bancada y biela, restricción angular

He hecho uso de la superficie recta de la biela para forzar el movimiento del cigüeñal y colocar al pistón en su posición más elevada.

El siguiente paso sería medir la distancia entre la parte superior del pistón y la parte superior de la camisa o bloque, en este caso para obtener una visión más cómoda he ocultado el bloque, dejando a la vista la camisa y el pistón así tenemos una visión algo más clara.

Con la herramienta de medir distancia aplicamos en las dos superficies y se nos indicará una línea de color con la distancia tomada además de una ventana con la distancia exacta, en la imagen se ha dado un valor arbitrario para mostrar como se debería

visualizar, sabiendo esta medida se debería anotar con todos los decimales o copiar en un archivo de texto.

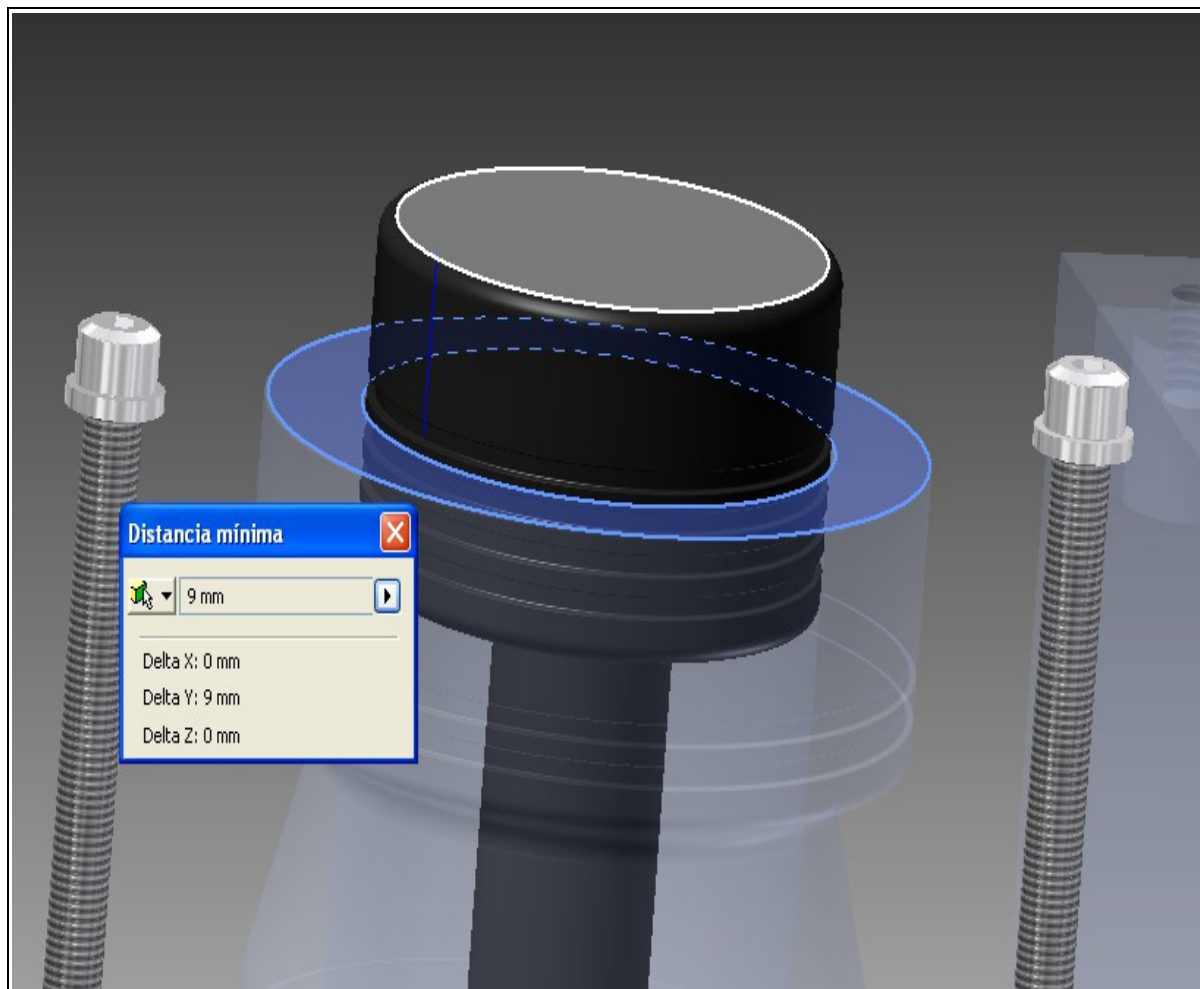


Figura 3.10.6.2 - Pistón y camisa, detalle distancia

El último paso sería el de proceder a modificar el pistón desde el boceto inicial, una vez modificado y guardado debería aparecer el nuevo pistón con las últimas medidas, si tenemos ensambles con la pieza nos pedirá que actualicemos el ensamble por las piezas afectadas.

Una vez acabado el proceso debemos verificar que el resultado final es el esperado y que ambas piezas estén al mismo nivel. Además la restricción de ángulo, bien la podemos desactivar para poder utilizarla más adelante, suprimir o utilizar para simular el movimiento del cigüeñal y los componentes ligados para comprobar el comportamiento.

3.11 Dámper

3.11.1 Disco principal del dámpner

Necesitamos añadir un elemento que elimine o absorba las vibraciones axiales, este elemento es el dámpner, que irá colocado a la proa del cigüeñal, gracias a que en la proa se añadió un prisma hexagonal como unión el ajuste entre el cigüeñal y el dámpner será simple y funcional, necesitando sólo de un tornillo.

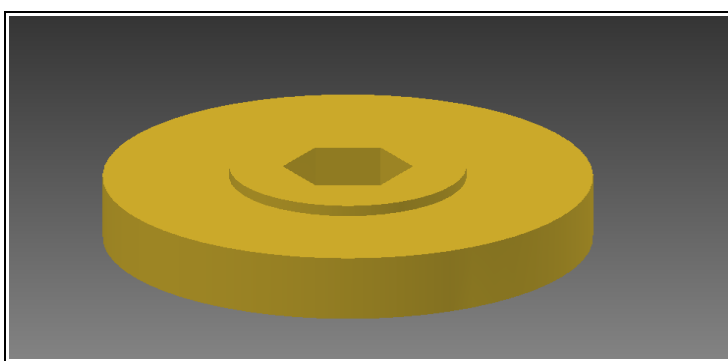


Figura 3.11.1.1 - Dámper, pieza

3.11.2 Tapa del dámpner

La tapa del dámpner será la cubierta que tenga el dámpner, deberá estar fijada a la bancada, se ha procedido a que la bancada de proa tenga unas aletas para ayudar a la tapa del dámpner a su colocación.

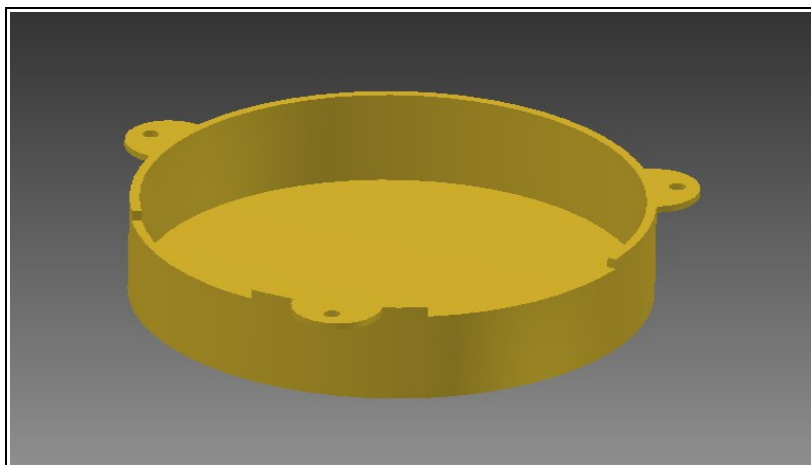


Figura 3.11.2.1 - Tapa del dámpner, pieza

Para calcular la altura de la tapa del dámper tenemos que tener en cuenta que el dámper llevará un tornillo A-1 con una arandela para su unión al cigüeñal, debemos respetar ese espacio para no solapar piezas entre sí.

3.11.3 Tornillería

Para la unión del dámper y la de la tapa reutilizaremos tornillos creados con anterioridad como el tornillo A-1 y la arandela A-1.

3.11.4 Resumen y explotado

LISTA DE PIEZAS			
Nombre	N� explotado	N� maqueta	Descripción
Dámper	1	1	Plano 42
Tapa del dámper	1	1	Plano 43
Tornillo A-1	4	54	Plano 93
Arandela A-1	4	226	Plano 93

Tabla 3.11.4.1 - Resumen dámper

El plano correspondiente a la numeración y el despiece del dámper es el plano 43.

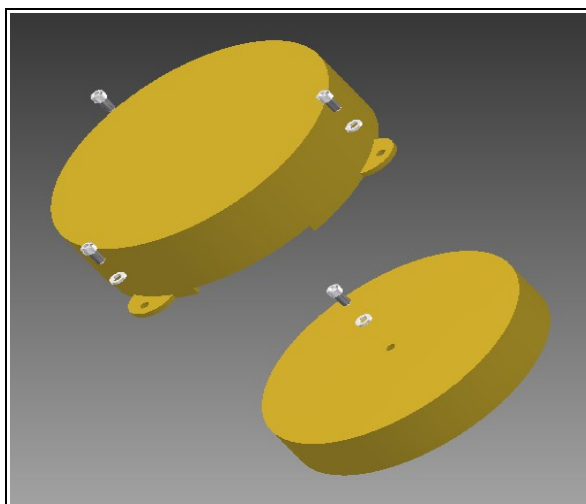


Figura 3.11.4.1 - Dámper, explotado

3.11.5 Ensamble dámper

El ensamble del dámper puede empezar con la pieza dámper, se añade el tornillo A-1 y arandela A-1 para la unión con el cigüeñal. Añadimos la tapa del dámper con restricción concéntrica y nivelamos las bases del dámper y de la tapa como muestra la figura X, por último añadimos los tornillos y arandelas de la tapa que permitirán unirlos a la bancada.

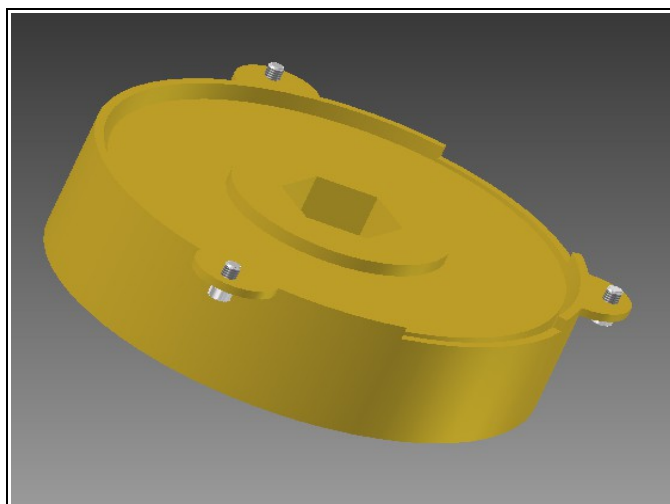


Figura 3.11.5.1 - Dámper, ensamble

Las aletas de la bancada junto con las ranuras de la tapa nos facilitan el ensamble.

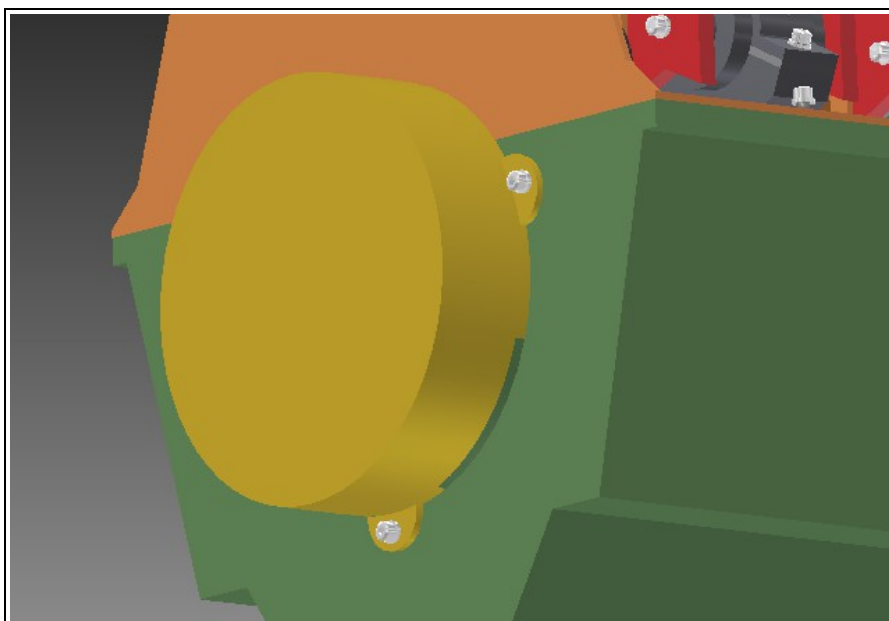


Figura 3.11.5.2 - Dámper con motor, ensamble

3.12 Culata

3.12.1 Culata

La culata es el elemento que cierra el cilindro por la parte superior, además de alojar piezas fundamentales como la válvula de escape o el inyector.

Para diseñar la culata nos fijamos en la parte superior del bloque del cilindro, así nos delimita la planta e indica donde tenemos el sistema de fijación del bloque, para tener en cuenta la cabeza de los tornillos y salvarlos.

La culata como el bloque del cilindro y otras muchas piezas, tendrá un diseño base más sencillo o complicado según la pieza, pero que se volverá a trabajar más adelante para añadir más piezas, puede ser como sistema de fijación o como para modificación para el aporte de un elemento adicional.

De modo que el diseño base de la culata será de la forma siguiente, tenemos la planta delimitada, un cuadrado de 73,8 x 73,8 mm, lo convertimos en un cubo con alzado de 52,64 mm marcado por la proporción del esquema. Marcamos donde deben ir los pernos de sujeción y las muescas para los pernos del bloque.

Con el espacio restante debemos cuadrar el conducto de evacuación de los gases, de la refrigeración, posición de la válvula e inyector, además de dar solución a la sujeción de piezas futuras, por lo que la colocación de un elemento no debe de entorpecer la colocación de otro elemento ni de su sujeción, así que aunque no sepamos exactamente donde estarán ubicadas futuras piezas hemos de considerar posibles emplazamientos con lo que ello representa, un ejemplo podría ser la sujeción del balancín el cual debe tener un grosor mínimo además de no interferir en otros elementos . El primer planteamiento es susceptible de ser modificado y en este trabajo se expone el planteamiento final, se han omitido los planteamientos iniciales e intermedios para no alargar el trabajo y la posibilidad de confundir al lector.

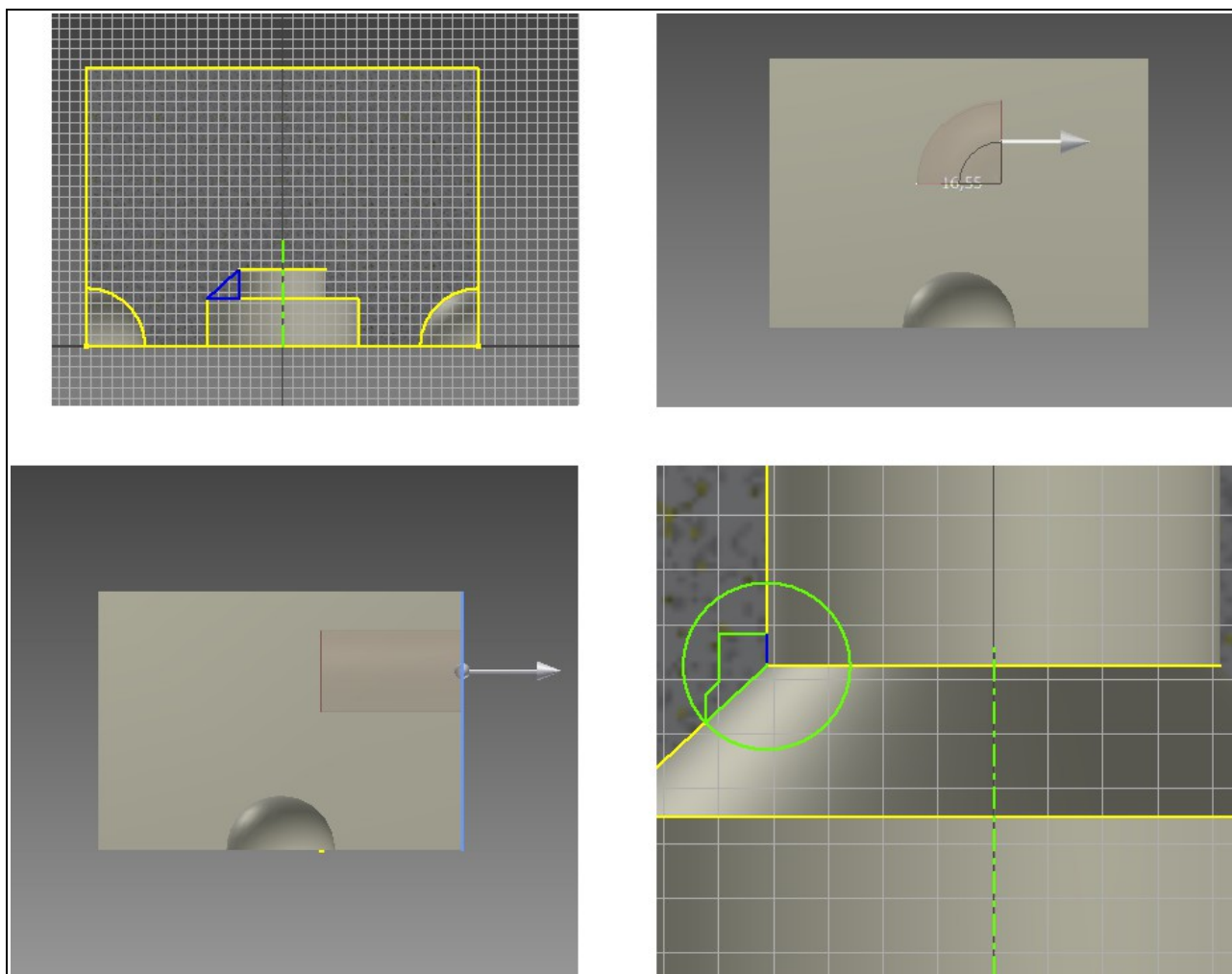


Figura 3.12.1.1 - Culata, procesos elaboración conducto gases

Cuando tenemos el cubo pasamos a trabajar sobre el conducto de los gases de escape, la idea sobre la cual se hace el conducto es la de crear un espacio muerto suficiente para el levantamiento de la válvula y que los gases puedan fluir con libertad hacia el exterior del cilindro, la manera de reconducir los gases cuando se abra la válvula será por medio de un cono a modo de embudo, la manera de lograr estos primeros pasos puede ser con dos extrusiones cilíndricas de diferentes diámetros y el cono haciendo una revolución de corte con un perfil triangular como se muestra en la primera imagen de la figura 3.12.1.1. Proseguimos el conducto hasta un codo de 90° con salida horizontal, con una extrusión de corte cilíndrica y una revolución de corte también de perfil circular pero con el eje desplazado como muestra la segunda imagen de la figura 3.12.1.1.

Una vez tenemos el codo simplemente extrusionamos hasta el final de la pieza, para el asiento postizo de la válvula necesitamos hacer una revolución alrededor de donde deba reposar el asiento, este asiento se colocará a presión se le ha dado un ángulo de contacto con la válvula de 45 °. Por el eje vertical del conducto tenemos que hacer un orificio por el que pase la guía de la válvula y la válvula de escape.

Para el circuito de refrigeración de la culata, dada su complejidad se hará por fases o tramos, ya que tenemos que envolver el circuito de escape trabajando internamente la pieza sorteando diferentes elementos.

Ahora que partimos del conducto de los gases de escape podemos cincelar el conducto de refrigeración de manera que dejaremos un grosor que oscilará en ciertas partes pero siendo el mínimo de 2 mm. Para la galería de alrededor de la base de la válvula de escape necesitamos una reserva importante de fluido para la disipación de calor ya que es la zona de la culata más próxima a la explosión del cilindro, así mismo habrá un grosor de 4 mm desde la base de la pieza a la base de la galería para dar fuerza a la estructura, aparece como la primera imagen de la figura 3.12.1.2.

El siguiente paso puede ser elaborar la galería final de refrigeración de la culata antes de ser evacuada, esta galería esta situada alrededor del conducto horizontal, la forma de hacer la galería puede ser una revolución con el perfil que muestra la segunda imagen de la figura 3.12.1.2, el eje será el mismo que el del conducto horizontal.

Ahora que tenemos la galería inicial y final trabajaremos la zona intermedia, en la que debemos sortear el orificio vertical para la guía de la válvula, buscamos hacer una galería intermedia que envuelva el orificio para refrigerar la parte superior del codo de los gases de escape y la propia válvula de escape, una forma de conseguirlo es hacer una revolución de dos perfiles distintos a 180° así rodeamos mejor el conducto ya que el propio codo a 90 ° del conducto nos impide que la galería intermedia propuesta para esta zona tenga el mismo perfil en una revolución (imagen 3 de la figura 3.12.1.2).

Tenemos las galerías principales de refrigeración de la culata creadas, por lo que creamos conductos entre las galerías, en la imagen 4 de la figura 3.12.1.2, vemos que el método

usado es hacer un barrido de una elipse a través de un perfil.

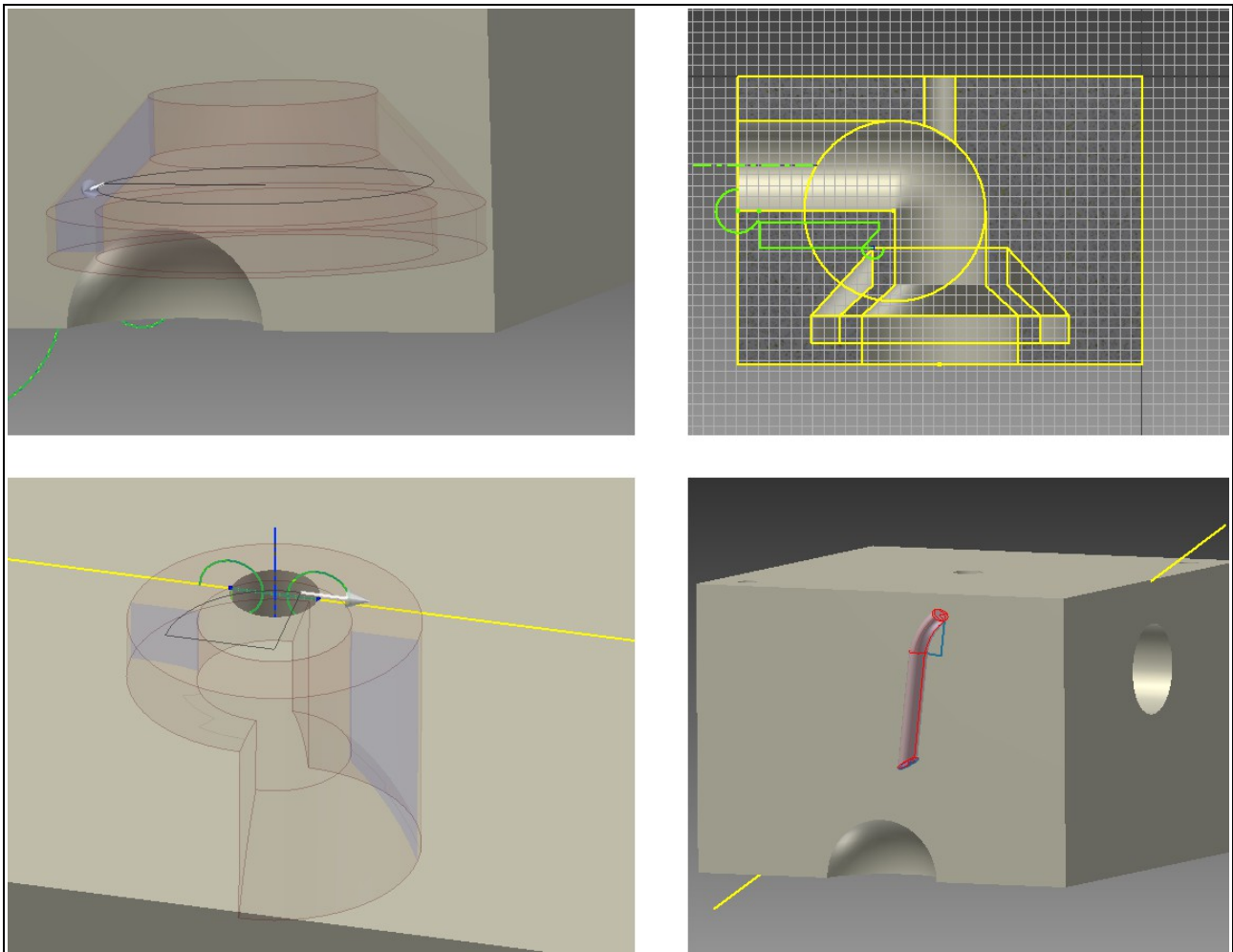


Figura 3.12.1.2 - Culata, procesos elaboración conducto refrigeración

De esta forma unimos la galería intermedia de refrigeración con la de la base, seguimos el mismo modo para unir la galería intermedia con la final, y el mismo proceso para comunicar la galería inicial de refrigeración con el bloque de cilindros, atinamos para que el conducto sea coincidente con la salida de refrigeración del bloque. Y la salida del conducto de refrigeración de la culata se realizará por la parte posterior partiendo de la galería final.

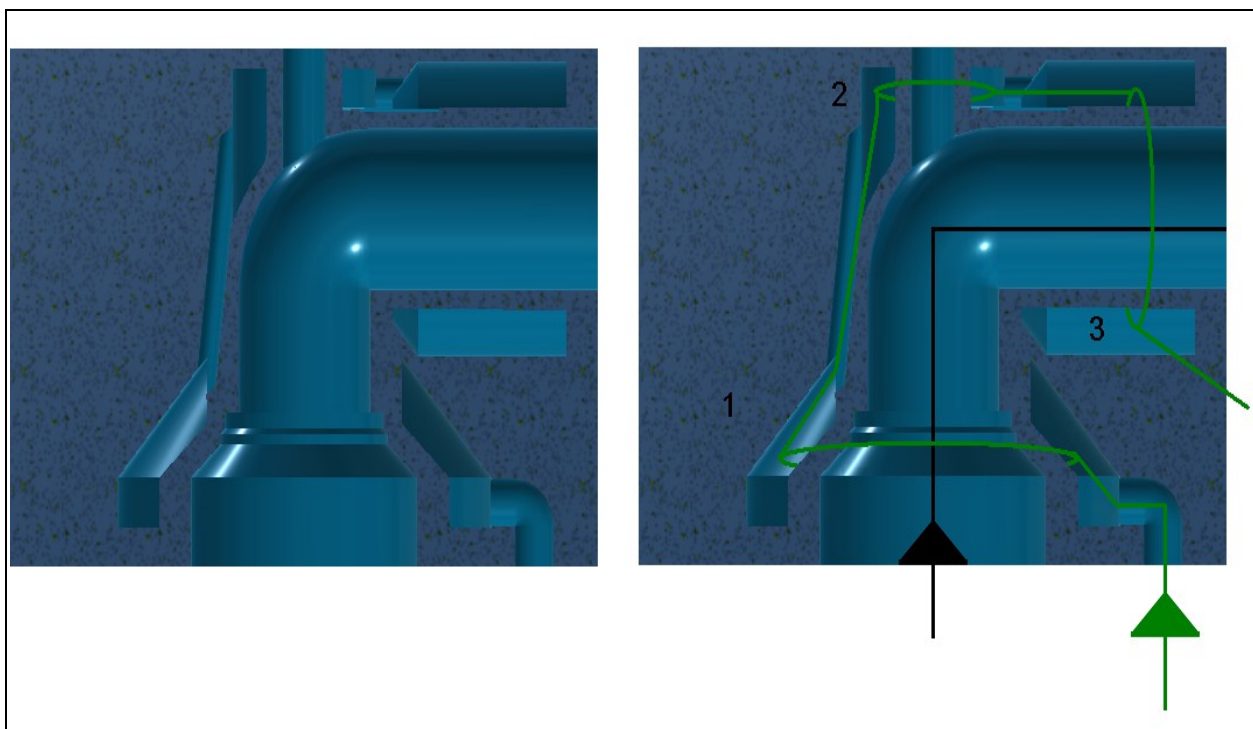


Figura 3.12.1.3 - Culata, sección media y recorrido de fluidos

Los conductos internos de la culata quedan como se ilustra en la figura 3.12.1.3 donde queda reflejado todas las operaciones anteriores en la vista de la culata seccionada por un plano vertical, el recorrido de color negro muestra el conducto de los gases de escape, mientras que el recorrido de color verde muestra el circuito de refrigeración, la entrada por la parte inferior que viene de la salida de la parte superior del bloque de cilindros, entra en la galería inicial de refrigeración de la culata, en el dibujo como número 1 rodeando la parte de la cámara de combustión y el asiento de válvula, un conducto interno transporta el fluido refrigerante de la galería inicial (1) a la intermedia (2), donde envuelve las paredes de la guía de la válvula y la parte superior del conducto de los gases, otro conducto hace pasar a la galería final (3) para refrigerar el último tramo del conducto de los gases de escape figura 3.12.1.3.

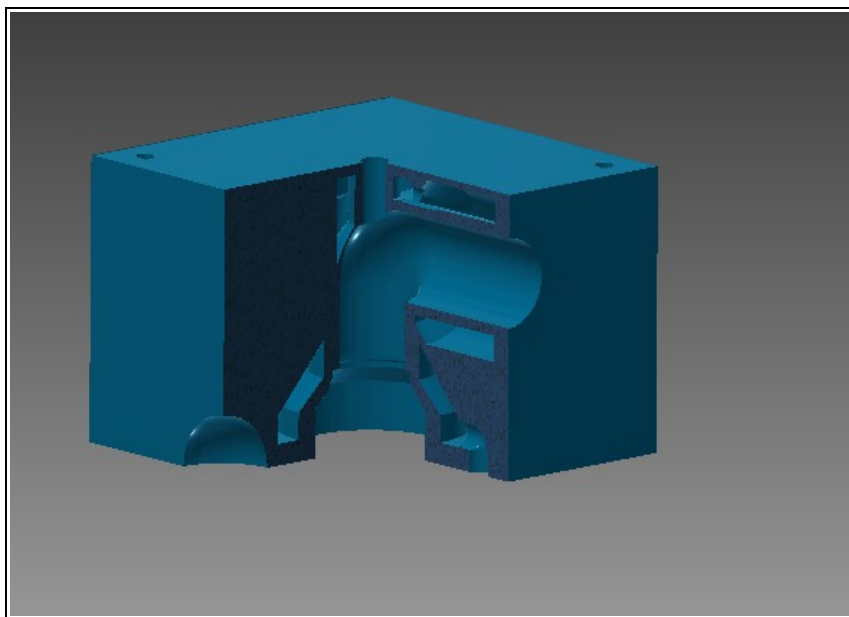


Figura 3.12.1.4 - Culata vista 3/4

3.12.2 Asiento de válvula

La siguiente pieza es el asiento de válvula, necesaria para cerrar herméticamente la cámara de combustión y no deformar la culata, he optado por un asiento de válvula postizo que irá colocado a presión en su posición.

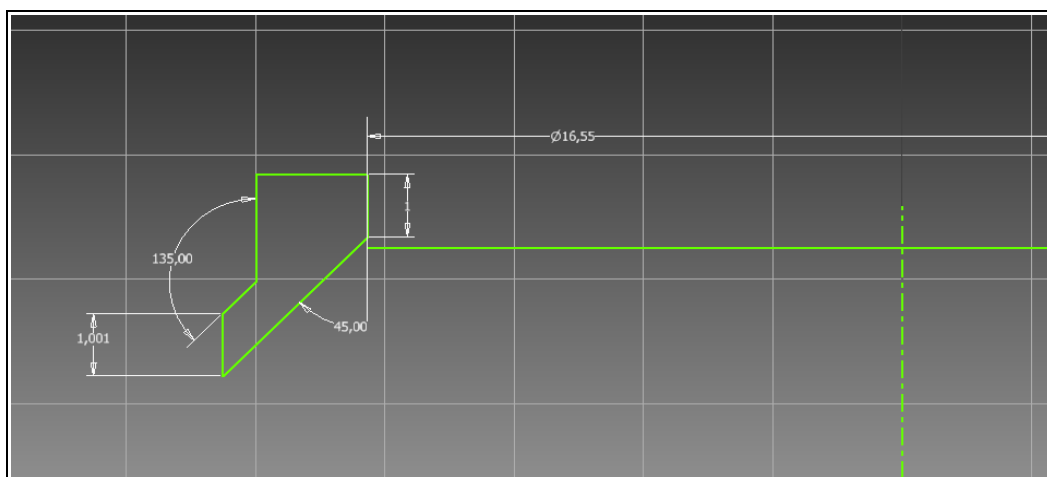


Figura 3.12.2.1 - Asiento de válvula, boceto

Para su elaboración hemos cogido el perfil donde irá apoyado el asiento de la válvula, con

los diámetros apropiados y un ángulo de apoyo de 45° , a partir del perfil creamos un eje auxiliar por donde marcaremos la revolución completa.

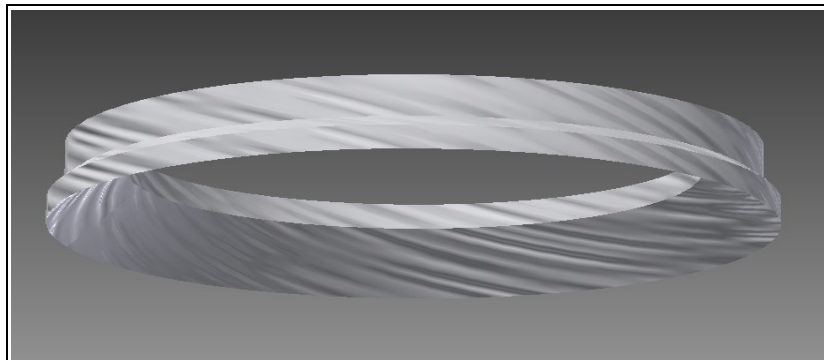


Figura 3.12.2.2 - Asiento de válvula, pieza

3.12.3 Válvula de escape

La válvula de escape es el elemento que permite la evacuación de los gases en la cámara de combustión mediante el movimiento que tiene gracias a un actuador, en este caso de tipo mecánico, el balancín efectuará una fuerza en la cola de la válvula en un momento determinado permitiendo la evacuación de los gases y para el retorno de la posición previa de la válvula comunmente se usa un resorte.

Conociendo estos datos más el diseño de la culata y el asiento, podemos hacer el diseño de la válvula, y gracias al esquema inicial aproximamos la cola de la válvula, más tarde tendré que revisar su longitud y adaptarla para que todos los elementos tengan un ajuste óptimo.

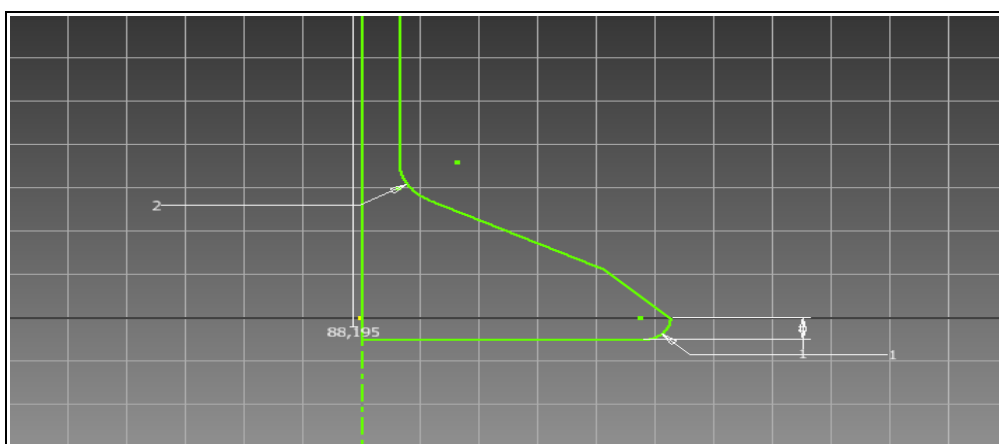


Figura 3.12.3.1 - Válvula de escape, boceto

Para la válvula también nos interesa hacer un boceto para revolución, ya que este método es el más apropiado dado que de una operación se obtiene la pieza entera.

El extremo de la cola será redondeado, ya que esta parte será la que haga contacto con el balancín y de esta manera facilitamos el movimiento, un poco más abajo deberemos hacer una muesca para la colocación del anillo cónico, que será el encargado de que la fuerza que hace el resorte sobre el platillo de válvula haga desplazar el platillo solidariamente con la válvula hasta la posición inicial, previa a la abertura de válvula.

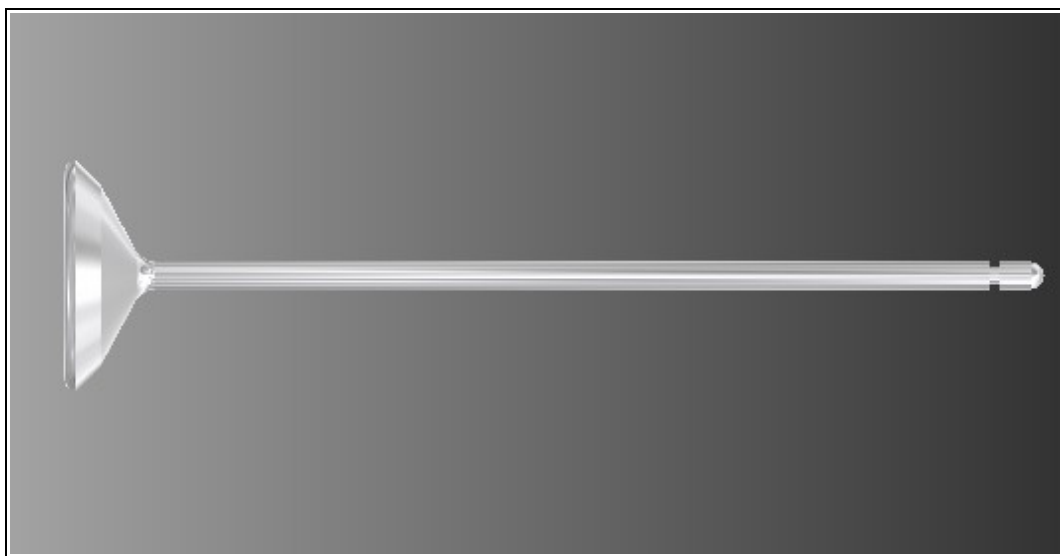


Figura 3.12.3.2 - Válvula de escape, pieza

3.12.4 Resorte de la válvula de escape

El resorte de la válvula de escape en el modelo mecánico que se quería crear es fundamental, el modelo de la maqueta pretende ser una maqueta móvil y para ello requeríamos un actuador de retorno siendo el resorte elemento por excelencia tratándose de un estilo clásico, un actuador hidráulico o similar es incluso más sencillo de diseñar y elimina más piezas, sin embargo para el uso de maqueta para que sea más visual encuentro que un punto a favor es ver el movimiento de los diferentes elementos y un actuador más automatizado pierde este punto al no poder recrearse el movimiento si la maqueta fuera impresa en 3D.

Para la elaboración del resorte hemos pinchado en la opción de espira en la pestaña de

modelado, y con una base circular y una altura conseguimos que el resorte tenga las características que buscamos.

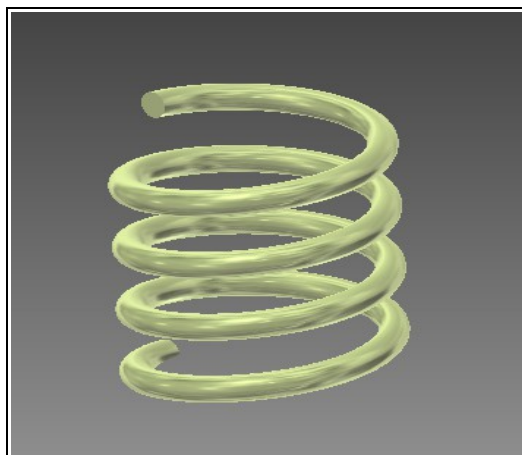


Figura 3.12.4.1 - Resorte, pieza

3.12.5 Platillo de la válvula de escape

Para poder contener adecuadamente el resorte colocamos el platillo de la válvula, el cual tiene un diámetro interior algo superior al diámetro exterior del resorte, este elemento irá colocado sobre el resorte y unido a la válvula mediante un sistema de compresión del propio resorte.

Para la creación del platillo, no tenemos muchas dificultades ya que se trata de una pieza bastante simple, tenemos en cuenta el diámetro interior, una altura suficiente del borde para la sujeción del resorte y un agujero en la base que tendrá un perfil cónico para acomodar el anillo cónico que rodeará y a la vez sujetará a la válvula. Esta operación se podrá realizar revolucionando con la opción de corte.

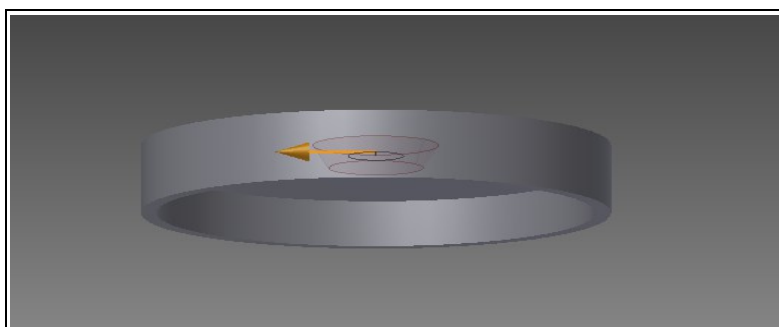


Figura 3.12.5.1 - Platillo válvula, revolución interior

3.12.6 Anillo cónico

Este elemento irá dividido en dos, cada parte será igual a la otra para formar un tronco de cono para facilitar su montaje y desmontaje, el perfil cónico debe encajar en el platillo de la válvula y la parte interior será adaptada para acoplarse a la muesca de la cola de la válvula.

Por lo tanto revolucionaremos el perfil del tronco de cono a 180°, más adelante en el ensamblaje habrá que comprobar que las uniones sean adecuadas y que no se superponen partes de material de una pieza sobre otra.

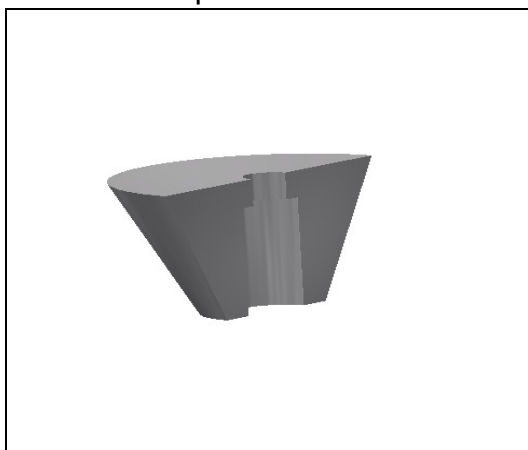


Figura 3.12.6.1 - Anillo cónico, pieza

3.12.7 Guía de la válvula

La válvula de escape necesita de una guía por la que atraviesa parte de la culata, esta guía garantiza un cierre hermético de la culata además recoge el resorte en su base.

Una manera de hacer esta pieza es partiendo del platillo de la válvula, de esta forma sustituyendo el agujero interior por un cilindro con un diámetro interior del mismo tamaño que la cola de la válvula prácticamente contaríamos con la pieza acabada. Perfilamos una parte del cilindro que va dentro del conducto de los gases en forma cónica para reducir la resistencia al avance de los gases, de esta forma reducimos la erosión del tramo en la pieza y no reducimos la energía cinética que pudieran tener para la turbosoplante.

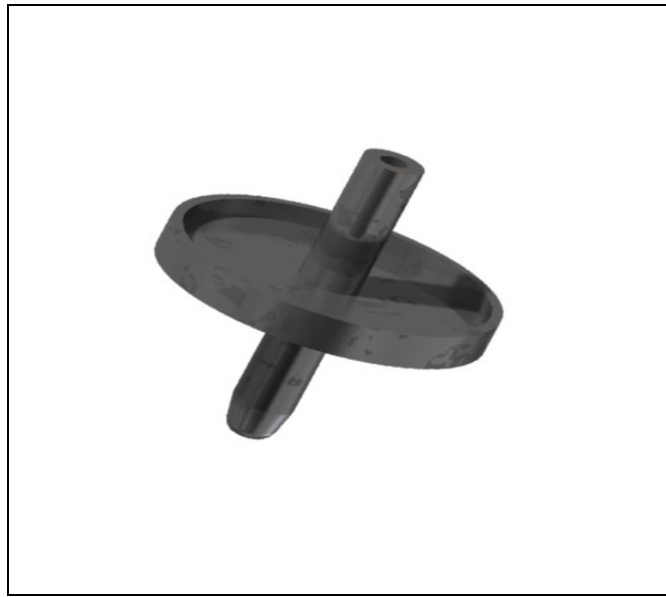


Figura 3.12.7.1 - Guía de la válvula, pieza

3.12.8 Tornillería

Para el anclaje de la culata necesitaremos dos arandelas A-1 y dos tornillos A-8.

3.12.8.1 Tornillo A-8

El tornillo A-8 es necesario para la fijación de la culata sobre el bloque, tiene una longitud de vástago de 59 mm.

3.12.9 Resumen y explosionado

LISTA DE PIEZAS			
Nombre	Nº explosionado	Nº maqueta	Descripción
Culata 1	0	2	Plano 45
Culata 2	0	2	Plano 46
Culata 3	1	2	Plano 47
Asiento de válvula	1	6	Plano 48
Válvula de escape	1	6	Plano 49
Guía de válvula	1	6	Plano 52
Resorte de la V. escape	1	6	anexo I
Platillo de la V. escape	1	6	Plano 50
Anillo cónico	2	12	Plano 51
Tornillo A-8	2	12	Plano 93
Arandela A-1	2	226	Plano 93

Tabla 3.12.9.1 - Resumen culata

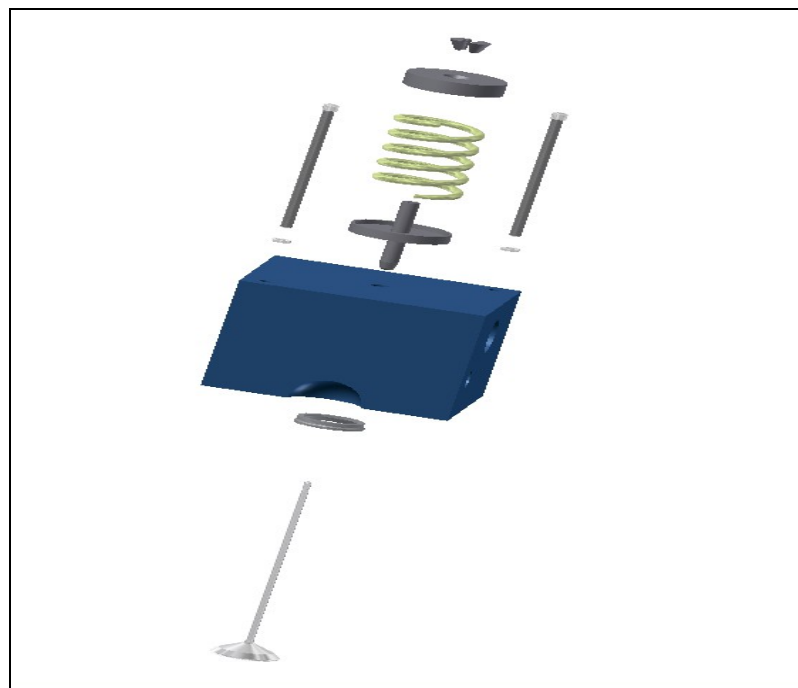


Figura 3.12.9.1 - Culata, explosionado

En la tabla 3.12.9.1 tenemos las piezas que forman el conjunto de la culata, la cantidad de piezas que tiene el explosionado de la figura 3.12.9.1 para poder comprender mejor la situación de cada pieza con el resto, y el número del plano de las piezas. El plano correspondiente a la enumeración y el despiece de la culata es el plano 53.

3.12.10 Ensamble culata

Con la culata nos sucede igual que en el caso del bloque del cilindro, por ahora las distintas culatas son iguales, pero más adelante se modificarán para que puedan albergar diferentes piezas.

Para empezar con el ensamble de la culata insertamos la pieza principal, la culata, el siguiente paso puede ser insertar el asiento de la válvula de escape sobre el espacio practicado para ello, a continuación insertamos la guía de la válvula en el orificio sobre la culata, con la base preparada insertamos el resorte de la válvula, al ser un elemento de espira para colocarlo en su posición correcta podemos hacer click en la restricción de coincidencia para apoyar sobre la base que sería la de la guía de la válvula y a continuación una tangencia de las paredes interiores de la base de la guía con el resorte. El siguiente paso sería introducir desde abajo la válvula de escape, físicamente la válvula se introduce hasta que haga tope, virtualmente la forma que se ha procedido es la de crear un plano horizontal tanto en el asiento de la válvula como en la propia válvula, estos planos se han calculado para que coincidan en el punto de que la válvula quede cerrada. Este método es funcional en el sentido que nos sirve ahora para unir piezas y calcular más adelante la colocación del balancín y el alzamiento de la válvula, sin embargo la operación se desactivará para introducir otra restricción que si permita el movimiento.

Con la válvula de escape introducida agregamos el platillo de la válvula, este platillo debe estar ligeramente por debajo de la muesca de la cola de la válvula, en la realidad esta operación se hace con una herramienta específica que comprime el resorte para poder introducir los anillos cónicos, que es el siguiente paso a realizar, introducimos dos anillos cónicos, y los unimos con restricciones de concentricidad y coincidencia en la base de la muesca y del anillo. Unimos con tangencia el platillo a los anillos, es este momento en la

realidad la descompresión del resorte por parte de la herramienta hace que el conjunto quede unido de igual forma, virtualmente tenemos el conjunto firme.

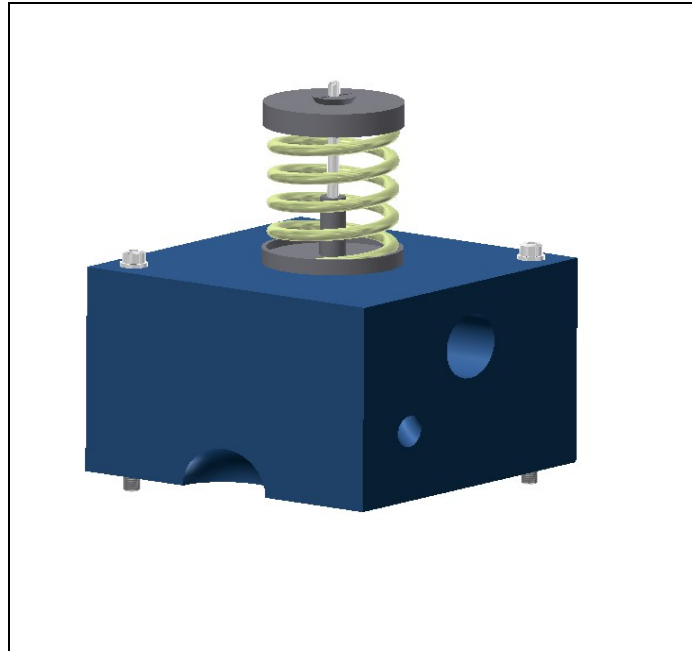


Figura 3.12.10.1 - Culata, ensamble

Sólo quedaría añadir las arandelas A-1 y pernos A-8 para que fuera fijado al bloque del cilindro.

Cada ensamble se coloca en su lugar, ensamble culata 1 sobre bloque 1, culata 2 sobre culata 2, y así sucesivamente.

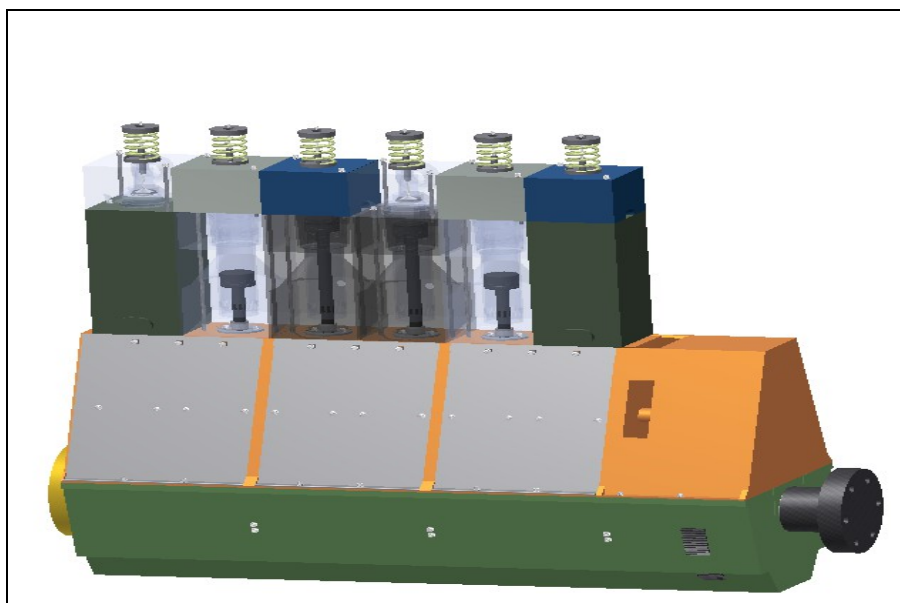


Figura 3.12.10.2 - Culata con motor, ensamble

3.13 Tren de engranajes

Como primer paso en este apartado nombraremos los elementos fundamentales de los engranajes. Con ellos se facilitará la creación y reproducción de los engranajes. El diámetro exterior D_e , D_p el diámetro primitivo, D_i diámetro interior, P paso de los dientes, es muy importante que las ruedas que engranen tengan el mismo paso circular. Espesor del diente e , altura del pie del diente h_p , altura de la cabeza del diente h_c .

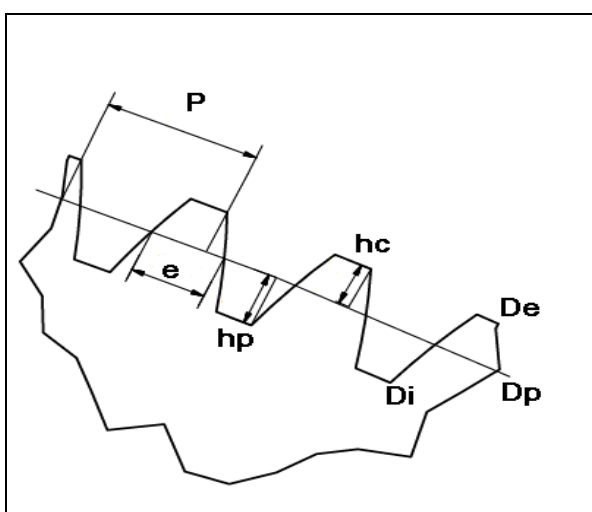


Figura 3.13.1 - Elementos fundamentales de los engranajes

3.13.1 Engranaje 1

El primer engranaje lo encontramos en el propio cigüeñal, transmite el movimiento gracias al tronco hexagonal del cigüeñal en el cual va encajado.

Tenemos una herramienta que nos permite crear engranajes, la encontramos dentro del menú del ensamblaje. Sólo se utilizará engranajes rectos.

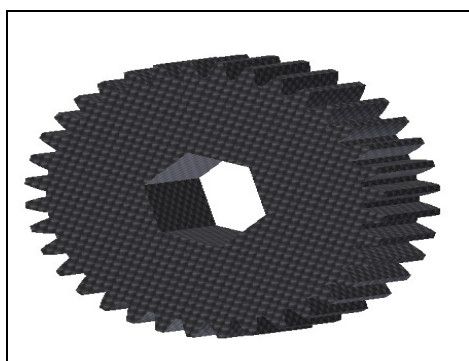


Figura 3.13.1.1 - Engranaje 1, pieza

3.13.2 Engranaje 2

El engranaje 2, es un engranaje intermedio de más diámetro y con más dientes. Esta rueda dentada debe girar libremente es por ello que en su centro tiene un agujero preparado para alojar un rodamiento de barras, el rodamiento se instala en su posición del bastidor para luego acomodar la rueda dentada.

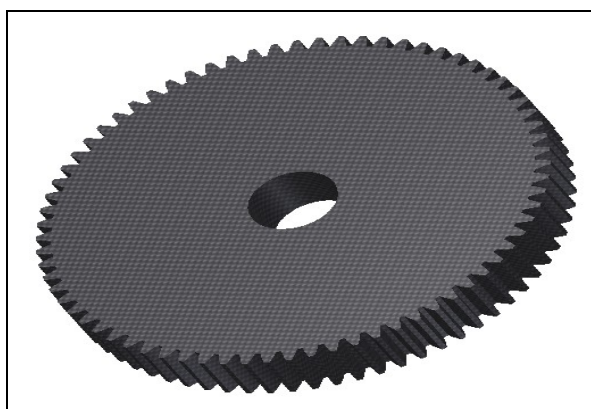


Figura 3.13.2.1 - Engranaje 2, pieza

3.13.3 Rodamiento engranajes

Este elemento permite que el engranaje gire con total libertad para que pueda transmitir el movimiento de una rueda dentada a otra.

Se ha elegido un rodamiento de barras ya que el rodamiento debe tener poco diámetro y 20 mm de profundidad.

Para empezar el rodamiento crearemos las paredes interior y exterior a la vez revolucionando desde el eje del rodamiento, estas paredes están diseñadas para que dentro de ellas se coloquen las barras que harán que gire el engranaje impidiendo que puedan salir cuando esta la pieza colocada.

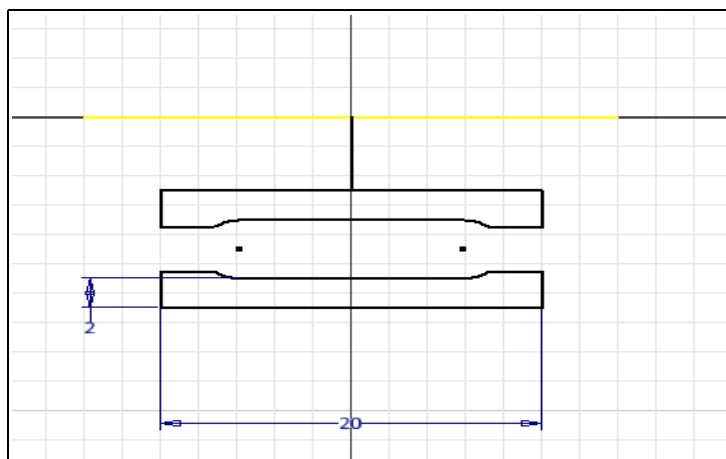


Figura 3.13.3.1 - Rodamiento, boceto

Cuando tenemos las paredes, a partir de un plano que pase por el centro de la pieza creamos una barra, la cual nos viene delimitada por el contorno que dejan las paredes interior como exterior, una manera de hacer la barra del rodamiento es a partir de una revolución.

Tenemos la revolución creada con una barra, tenemos la opción de crear un patrón circular alrededor de un eje, lo que significa que a partir de una opción de una pieza de estas características podemos replicar la barra a diferentes posiciones paralelas, a una misma distancia del eje y con la misma profundidad añadiendo la cantidad de barras que queremos añadir.

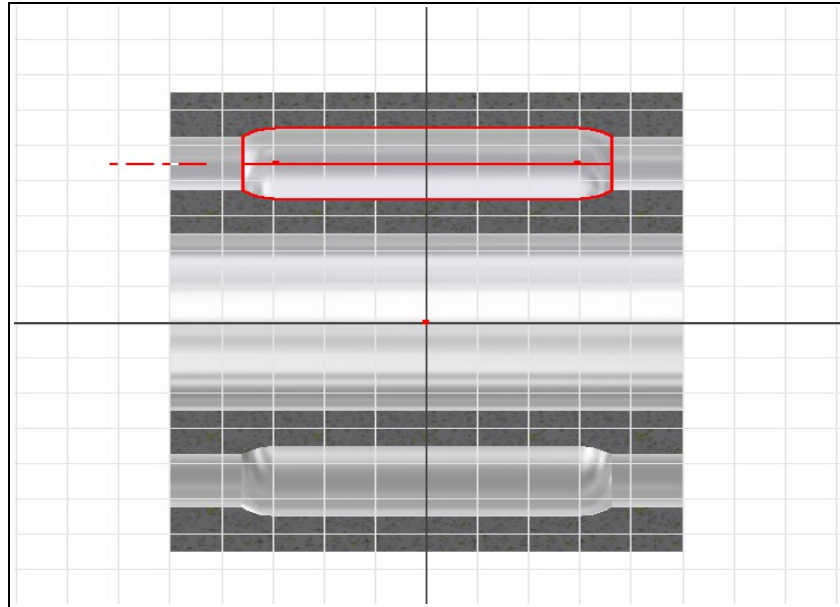


Figura 3.13.3.2 - Rodamiento, sección plano medio

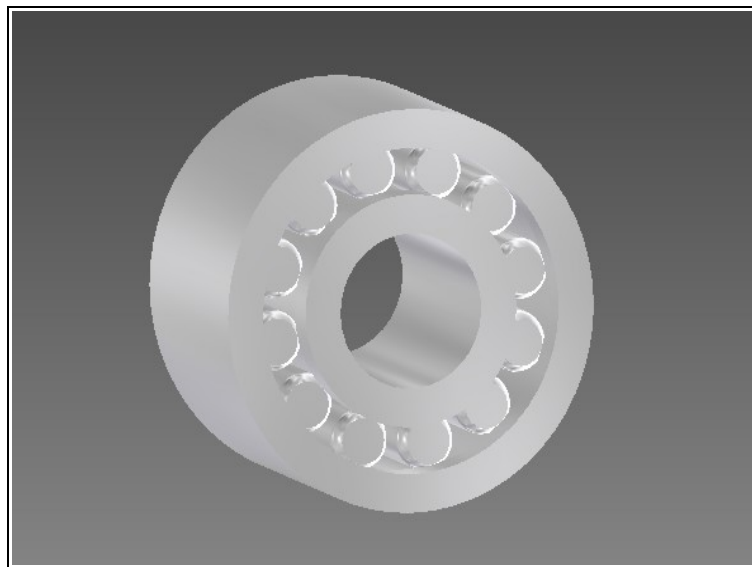


Figura 3.13.3.3 - Rodamiento, pieza

3.13.4 Engranaje 3

El engranaje 3, será del mismo tamaño que el engranaje 1 añadiendo que también tiene un rodamiento para girar libremente.

3.13.4.1 Modificación bloque de cilindro 6

Se hace necesario modificar el bloque del cilindro número 6 para sustentar el engranaje intermedio 3 con su rodamiento. Para la colocación del eje donde debe ir, dibujamos sobre el boceto desde el eje de la base del engranaje que ya tenemos colocado es decir el anterior (engranaje 2) una circunferencia cuyo radio es la resultante de la suma de los radios de los engranajes involucrados en este caso 108mm. Con esta circunferencia visualizamos las posibles posiciones a la que podemos colocar el eje de la base del nuevo engranaje, sabiendo esto sólo tenemos que elegir donde nos puede convenir más su colocación, se ladeará para acercarse al engranaje al siguiente que será el engranaje de levas, el eje de esta rueda dentada tiene que tener una distancia adecuada ni muy alejada ni demasiado cercano al bastidor, hemos de pensar que las levas girarán y no deben tropezar con el bastidor y que hemos de colocar elementos de sujeción.

3.13.5 Engranaje del eje de levas

Esta rueda dentada es del mismo tamaño que la del cigüeñal. Le distingue del resto que tiene una extrusión hexagonal que encaja en el eje de levas, a través del tornillo prisionero afianzamos la unión.

3.13.6 Resumen

LISTA DE PIEZAS			
Nombre		Nº maqueta	Descripción
Engranaje 1		1	Plano 54
Engranaje 2		1	Plano 55
Engranaje 3		1	Plano 57
Engranaje levas		1	Plano 58
Rodamiento engranajes		2	Plano 56

Tabla 3.13.6.1 - Resumen tren de engranajes

Para este conjunto de piezas no tenemos explotado porque no hace falta.

3.13.7 Ensamble tren de engranajes

Empezaremos ensamblando el engranaje del cigüeñal, denominado como 1, bastará con hacer coincidencia en las caras hexagonales del engranaje y del cigüeñal además de colocarlo a la profundidad que le corresponde.

Una vez colocada la primera rueda dentada, colocamos los rodamientos sobre sus bases, que están en el bastidor y en el bloque del cilindro. Continuamos insertando el engranaje 2 con restricciones de concentricidad y nivelación, la rueda tendrá un grado de libertad que le permite girar, las ruedas se han diseñado de tal forma que sea fácil su entendimiento, el engranaje 2 tiene el doble de diámetro que el engranaje 1, esta relación interviene en la rotación y la transmisión de una a la otra, de modo que cuando la rueda 1 gire a una velocidad x , la rueda 2 dada esta relación lo hará a la mitad. Esta relación la tenemos que poner de manifiesto de algún modo, así que en las restricciones buscamos la pestaña de movimiento, opción de rotación, y nos aparece relación ponemos 0,5 clicamos sobre el engranaje 1 y luego el 2, de modo que cuando giremos manualmente una rueda veamos que giren las dos de una forma natural es decir que los dientes encajen.

De modo similar insertamos el engranaje 3 y de levas, aunque entre ellos, al tener el mismo tamaño la relación es de 1, lo indicamos en el programa de la misma manera. El engranaje de levas lo insertamos y de momento lo dejamos ahí aunque todavía no tengamos el soporte ni eje.

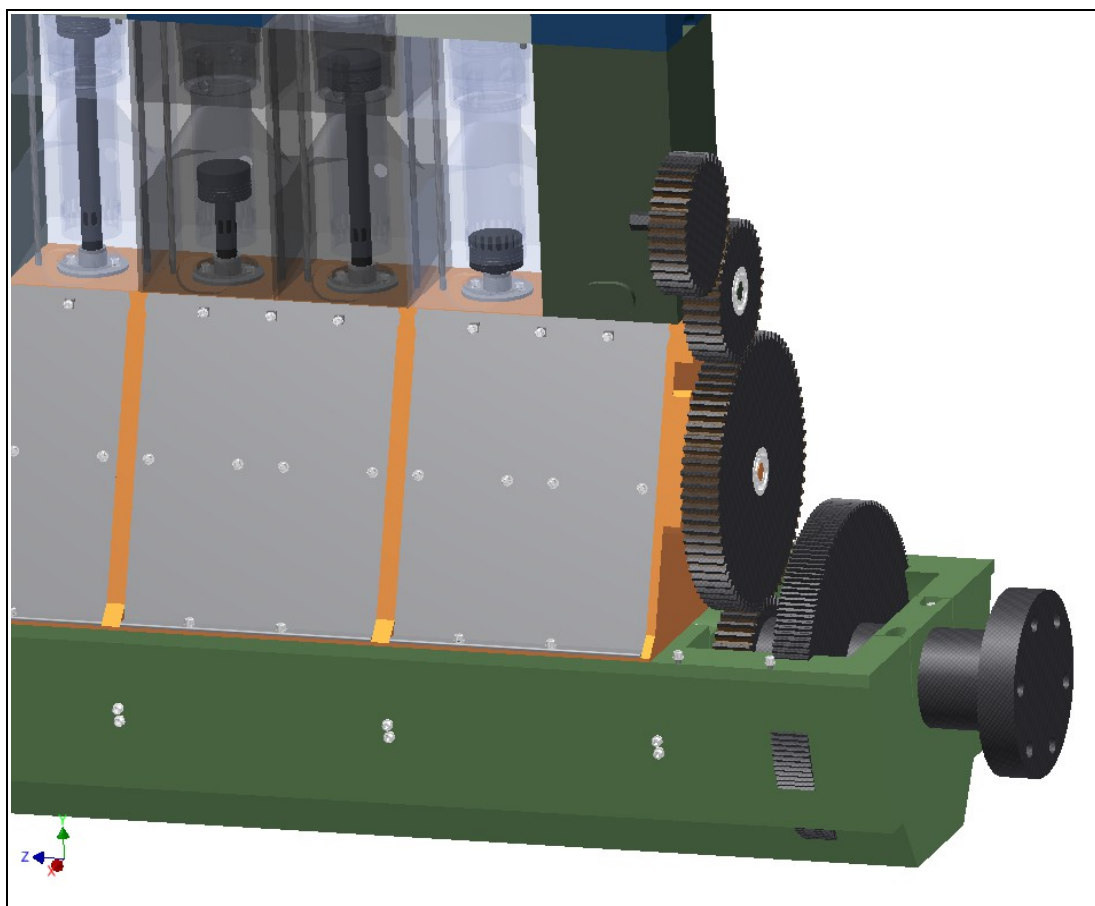


Figura 3.13.7.1 - Tren de engranajes con motor, ensamble

3.14 Eje de levas

Al tratarse de un motor de dos tiempos, el ciclo del motor se desarrolla en una vuelta del cigüeñal, por lo tanto el engranaje y eje de levas deben girar a la misma velocidad angular, es por ello que los dos engranajes tienen el mismo diámetro.

El eje de levas gira gracias a la transmisión del movimiento por otros engranajes, es un factor muy importante conocer cómo gira el cigüeñal, engranajes intermedios, etc. Ya que de esto depende hacia a que banda gira, sumado a la configuración del eje por el orden de encendido es esencial para tener una buena sincronización.

En la figura 3.14.1 tenemos el motor visto desde popa, el cigüeñal gira en sentido horario, si directamente acoplamos la hélice diríamos que es dextrógira, por los engranajes

intermedios vemos que el eje de levas, que estaría acoplado al último engranaje, gira en sentido antihorario .

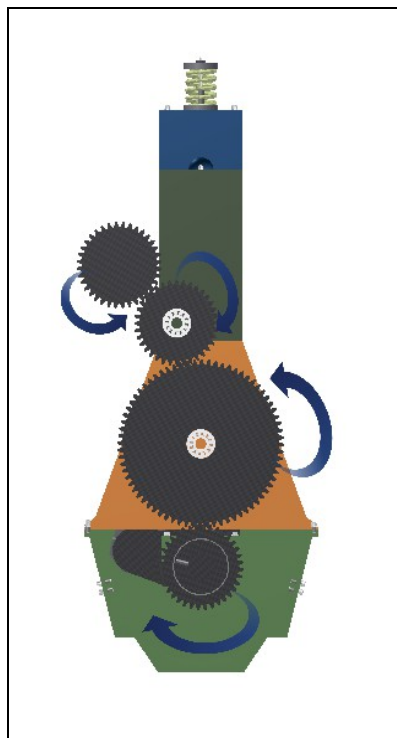


Figura 3.14.1 - Sentido de giro engranejes visto desde popa

3.14.1 Estructura del eje de levas

El eje de levas como el cigüeñal es una pieza con una longitud considerable, por las semejanzas que presentan las piezas se procederá a ser creado de manera similar, esto significa que se dividirá en partes que luego irán unidas mediante un tornillo prisionero, las partes entre ellas irán encajadas con un sistema de machihembrado de prisma hexagonal.

Al igual que en el cigüeñal la distribución será igual, dividimos cada parte para que englobe dos bloques de cilindro, y para cada bloque debe contener al menos la leva de la válvula de escape, la leva de la bomba de combustible, testigo y actuador de inyección además de los apoyos necesarios.

Cada bloque tiene 73,8 mm al tener cada pieza dos bloques hemos de distribuir los elementos en 147,6 mm.

La estructura genérica queda como muestra la figura 3.14.1.1, el total son 147,6 mm repartidos de esta manera.



Figura 3.14.1.1 - Distribución eje de levas

$$E \cdot 8 + LC \cdot 2 + LE \cdot 2 + A \cdot 2 = 147,6 \quad (3.13.8.1)$$

Siendo A, el apoyo del muñón que tendrá 10 mm, E, un espacio sin elementos de 10,95 mm, LE, leva de escape 10 mm, LC, leva de combustible de 10 mm. El espacio reservado para la leva de combustible se dividirá en 3 mm para el testigo de la inyección y 7 mm para la propia leva.

Para las partes que comienzan el eje y lo acaban, siendo el caso de eje levas proa y popa, tendrán 10 mm de un apoyo del muñón adicional.

3.14.2 Sincronización

La sincronización del motor nos cuenta en que momento se produce la admisión, escape, inyección...en definitiva el funcionamiento del motor, como es un motor maquetizado he optado por poner una distribución standard a la que nos hemos de ceñir para diseñar y ajustar varios parámetros del motor.

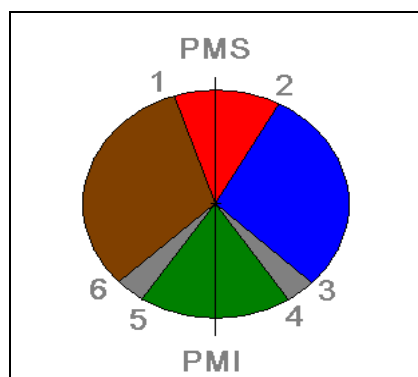


Figura 3.14.2.1 - Diagrama cíclico o de distribución

La sincronización que he elegido es la que tenemos en la figura 3.14.2.1, es un ciclo práctico en el cual tenemos en cuenta los reglajes de adelantos y retrasos pero suponiendo sin pérdidas de ningún tipo.

De 1 a 2 es la inyección de combustible dura 47° , donde 1 tiene un adelanto de 18 respecto al PMS, de 2 a 3 tenemos la expansión o trabajo útil dura 104° , de 3 a 6 tenemos el escape y dura 94° , de 4 a 5 tenemos el barrido o cruce de válvulas y dura 68° y finalmente de 6 a 1 la compresión de 115° .

Para ir por orden, comenzaremos por la inyección de combustible, a través de los engranajes hacen girar el eje de levas donde también encontramos las levas de la bomba de combustible, estas levas según su perfil hacen variar la inyección.

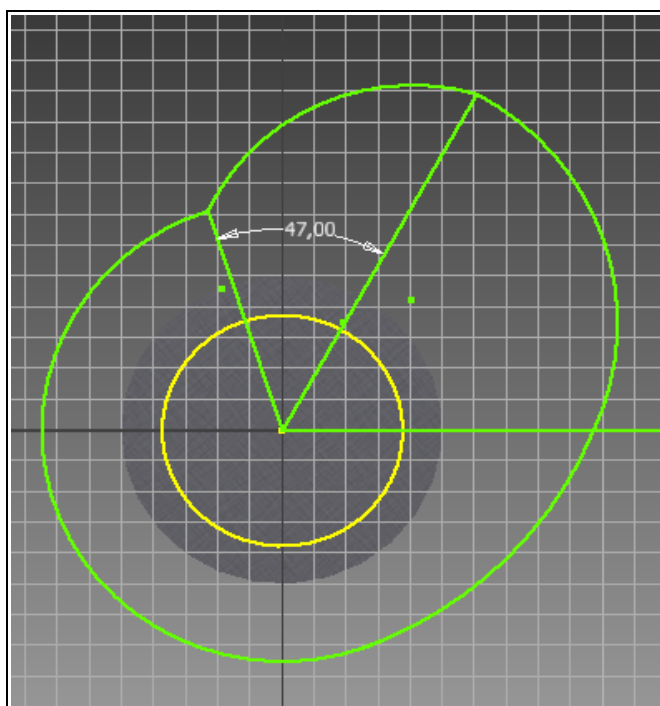


Figura 3.14.2.2 - Leva combustible, boceto

Dado que el cálculo de las levas de combustible es complejo y específico para cada motor he optado por tomar como ejemplo un perfil de leva conocido de un simulador para un motor sulzer 5 RTA 52 (ver bibliografía).

En la figura 3.13.9.2 observamos el perfil de la leva de combustible que es asimétrico, lo

que quiere decir que no actúa de la misma forma al subir que al bajar, el perfil de entrada suele ser calculado para que la subida de presión del combustible sea progresiva y rápida mientras que el perfil de salida persigue conseguir un corte efectivo de la inyección y evitar problemas de goteo.

La leva de combustible eleva un actuador para la bomba de inyección, haciendo que los inyectores funcionen mientras el actuador sube con la leva, tenemos los 47° de subida que son los grados que dura la inyección.

La posición de las levas como se ha mencionado anteriormente depende del giro del eje y del orden de encendido, sabiendo ambas, procedemos a determinar su posición.

De momento el eje no tiene relación con otros elementos, así que le podríamos suponer unos ángulos arbitrarios para empezar a situar y posicionar entre ellas, pero lo sincronizamos de manera que tomamos como referencia el cilindro uno dada la posición del PMS del cigüeñal.

La posición de las levas será como muestra la figura 3.13.9.3 elevando primero los 47° para luego descender el actuador, las levas irán desfasadas entre ellas según el orden de encendido, 1 - 5 - 3 - 4 - 2 - 6.

Colocando la leva en posición del PMS del cigüeñal, significa que tiene que haber transcurrido los 18° de avance a la inyección, a esta posición la llamamos 0° , el giro es hacia izquierdas mirando desde popa, desfasamos 60° con el siguiente cilindro, significa que girados 60° el cilindro 5 debe tener la leva de combustible en la misma posición que estaba la leva del cilindro 1 en la posición de 0° .

- Leva cilindro 1 : 0°
- Leva cilindro 2: 240°
- Leva cilindro 3: 120°
- Leva cilindro 4: 180°

- Leva cilindro 5: 60°
- Leva cilindro 6: 300°

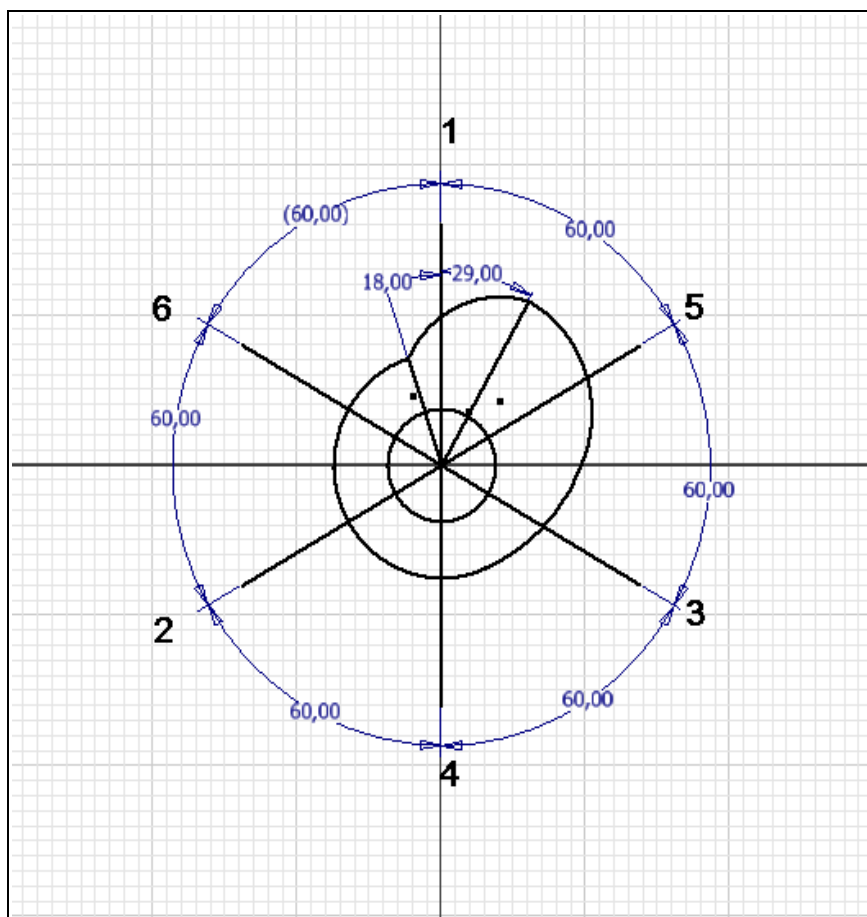


Figura 3.14.2.3 - Posición leva combustible para cada cilindro

Continuamos con las levas de las válvulas de escape, también las encontramos en el eje de levas que giran de la misma forma que las levas de combustible a izquierdas y se rigen de igual forma por el orden de encendido.

Observando el diagrama cíclico de la figura 3.13.9.4, vemos los puntos 3 y 6 que representan la apertura de la válvula de escape y el cierre respectivamente con unos ángulos de 133° y 227° contados a partir del PMS, significa que la válvula permanecerá abierta durante 94° .

El perfil de esta leva es simétrica, la barra empujadora subirá y bajará de la misma forma.

De igual forma que hicimos con las levas de combustible suponiendo el PMS desde el cigüeñal tomamos como referencia el cilindro uno en el momento que tenemos esta posición la leva de escape se encontraría en una posición inversa.

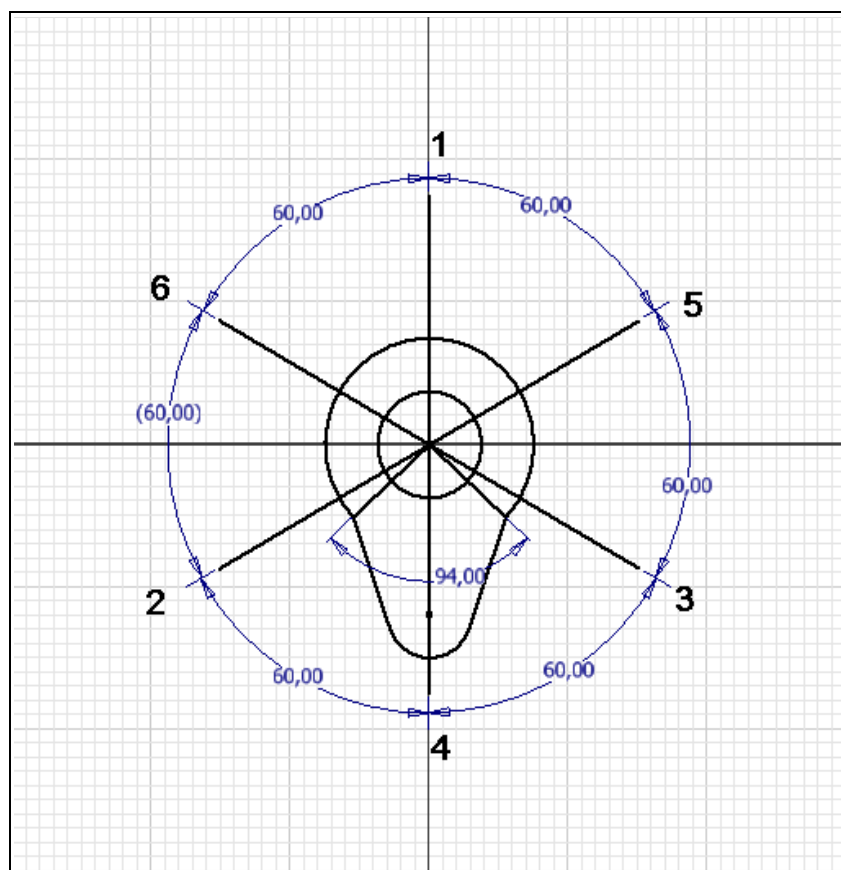


Figura 3.14.2.4 - Posición leva escape para cada cilindro

Tenemos la posición de las levas de combustible y de la válvula de escape, entonces cuando el pistón del cilindro 1 se encuentre en el PMS, las levas deberán estar como indican las figuras 3.14.2.3 y 3.14.2.4, y pasados 60° del cigüeñal el PMS se encontrará en el cilindro 5 donde las levas deben coincidir de la misma forma y consecutivamente. De esta forma tenemos sincronizadas la inyección y el escape.

El barrido se produce cuando las válvulas de escape están abiertas y las lumbreras de admisión se descubren para facilitar la expulsión de los gases de escape y llenan el cilindro con aire fresco, en nuestro diagrama cíclico están marcados desde el punto 4 hasta el 5 desde el PMS con 146° y 214° respectivamente con una duración de 68° .

Para recrear esta parte del diagrama necesitamos modificar la camisa para colar las lumbreras donde deben estar situadas.

3.14.2.1 Modificación camisa

Para situar las lumbreras de admisión para cumplir con el diagrama, tenemos que saber donde tenemos colocadas las lumbreras y donde deben estar situadas.

Para ello en el ensamble colocamos el pistón en el momento que debe descubrir las lumbreras (146° del PMS girado desde el cigüeñal) y medimos ahí donde está la lumbrera por la parte que debe ser descubierta (la parte superior de la lumbrera).

Esta distancia será la que deba moverse las lumbreras para cumplir con el diagrama, para modificarse entramos en boceto y se mueven.

Una vez realizada la modificación deberemos comprobar que realmente se ha procedido de forma correcta, así que creamos un plano vertical por medio del bloque de cilindros, otro horizontal longitudinalmente que pase por la parte superior de las lumbreras del primer cilindro, nivelamos el pistón para que coincida la cara del pistón con dicho plano, modificamos el cigüeñal para crear un sobresaliente que marque justo el plano medio del cigüeñal cuando está en el PMS (esta modificación es para una simple comprobación al acabar se desactivará). Finalmente medimos el ángulo formado por el plano vertical que creamos por la modificación del cigüeñal que nos marca el plano que corta por la mitad el cigüeñal, de esta forma medimos el giro del cigüeñal desde su PMS.

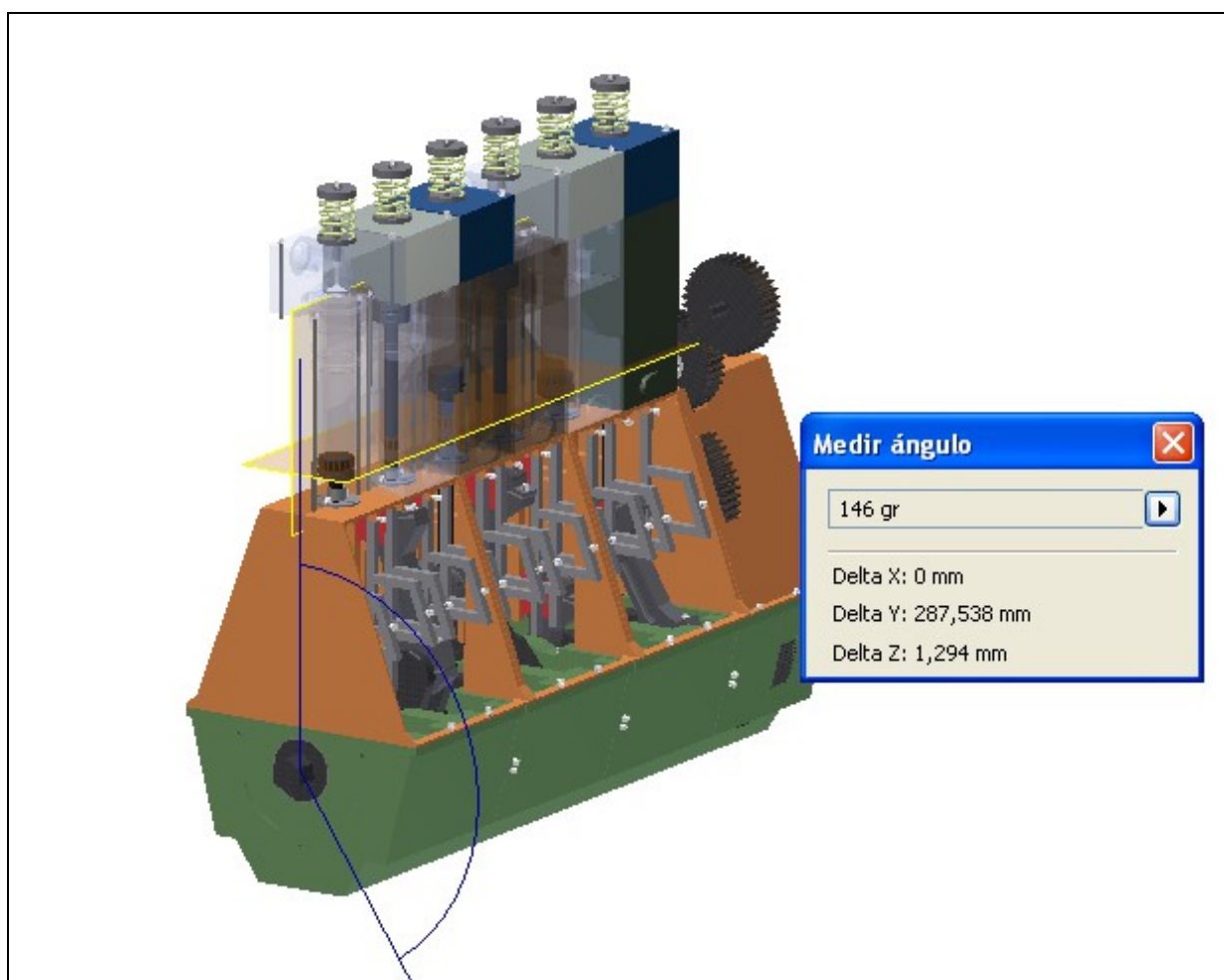


Figura 3.14.2.1.1: Comprobación ángulo apertura galería barrido

El resultado debe ser 146° , con esto ya cumplimos con el diagrama ya que sabemos que las lumbreras se descubren y se cierran de forma simétrica tenemos 146° a cada banda.

3.14.3 Eje levas proa

Tal y como se hizo con el cigüeñal el eje de levas se hará por partes y cada parte por capas, la estructura será la que ya se había mencionado, así que empezaré de proa a popa con el muñón de apoyo, el espacio y la leva de combustible.

La leva de combustible tiene un espacio reservado de 10 mm de espesor, en este espacio también engloba el testigo de la inyección del combustible, se ha diseñado de tal manera que los elementos adicionales sean ínfimos aprovechando los elementos que ya debían

ser contruidos, de este espacio 3 mm serán para el testigo el cual consiste en una rueda que al girar junto con el eje descubre el momento exacto de la inyección hasta que acaba con elemento de un color rojo vivo, tendremos unas marcas en la tapa que indican con más precisión el momento.

Al igual que la inyección el testigo durará 47° , pero estará desfasado de la leva de combustible 90° para cambiar el punto de vista a un plano horizontal.

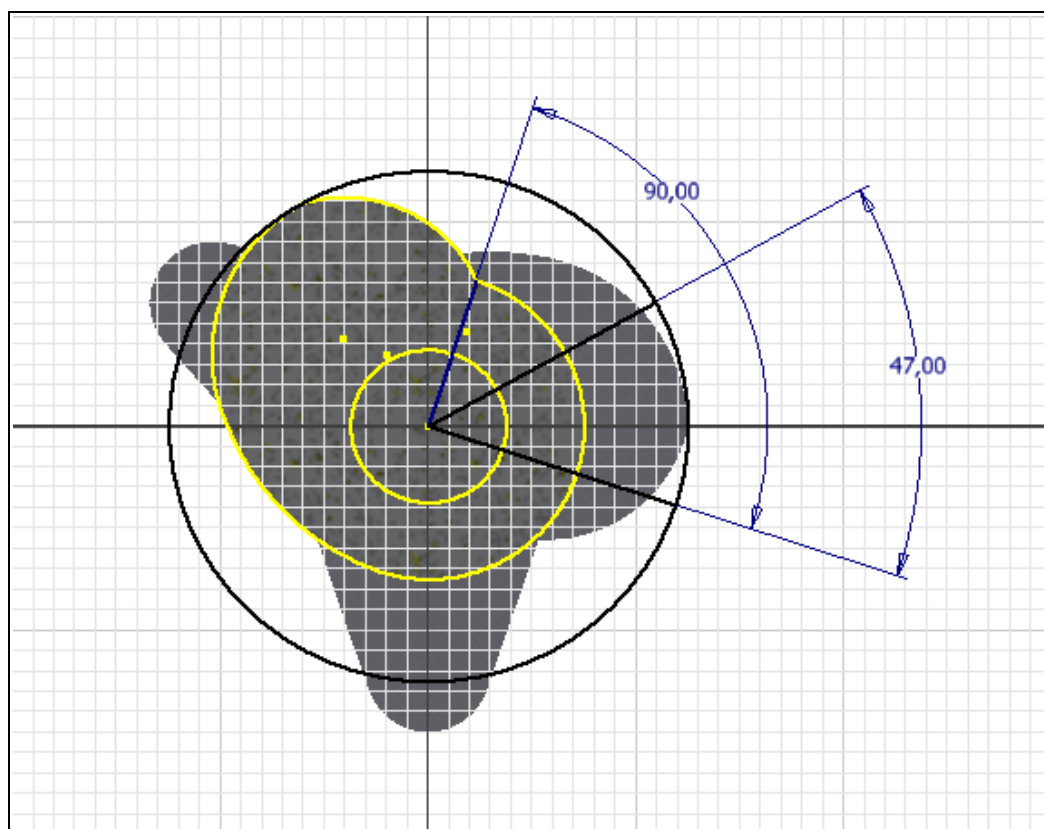


Figura 3.14.3.1 - Testigo inyección, boceto

Se trabajará capa por capa para poder desfasar levas de una manera más sencilla al igual que se hizo con el cigüeñal.

Para el sistema de unión y la transmisión del movimiento se utilizará el mismo sistema de machihembrado de cabeza hexagonal con unión por medio de un tornillo prisionero, el tornillo se situará en el espacio dedicado a los apoyos de los muñones.

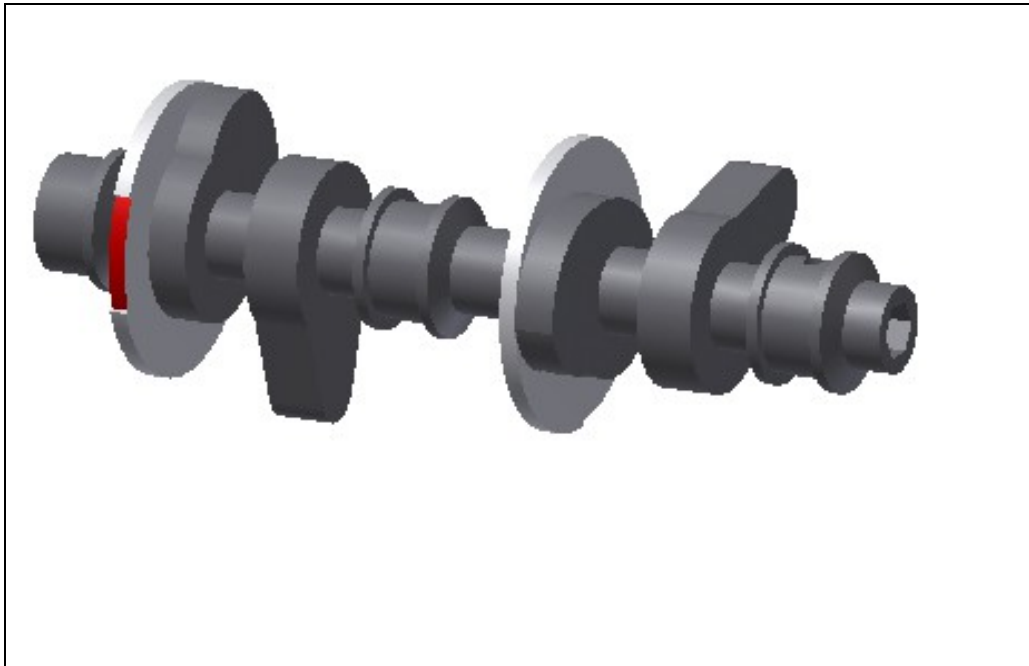


Figura 3.14.3.2 - Eje levas proa, pieza

3.14.4 Eje levas central

La siguiente pieza en la que trabajaremos será el eje de levas central, que comienza con una cabeza hexagonal macho y acaba con una cabeza hexagonal hembra.

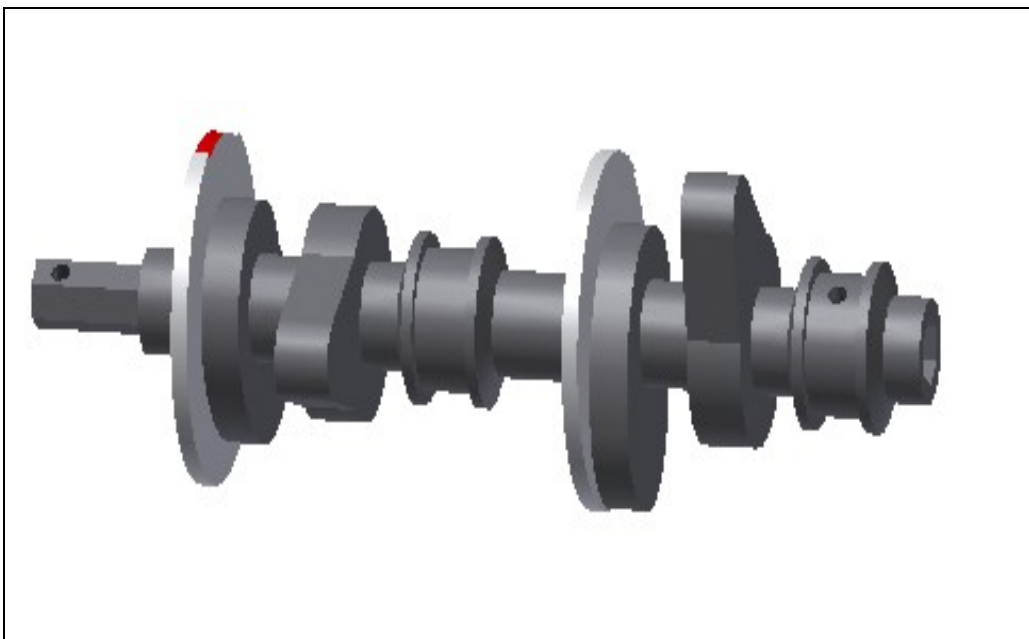


Figura 3.14.4.1 - Eje levas central, pieza

3.14.5 Eje levas popa

El eje de levas popa es el siguiente al central, es similar al central cambiando los desfases entre las distintas levas y que a continuación se le añadirá el engranaje que le transmitirá el giro.

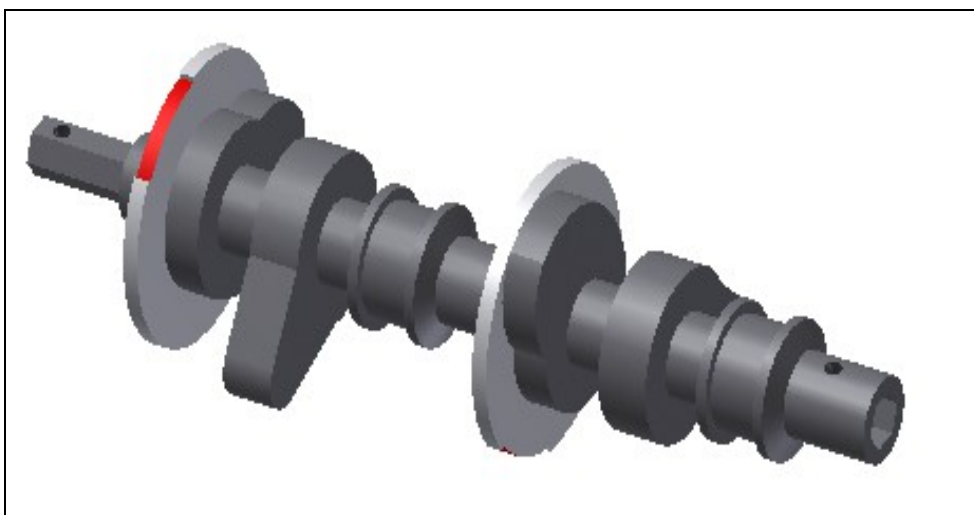


Figura 3.14.5.1 - Eje levas popa, pieza

3.14.6 Modificaciones bloque de cilindro

Cuando tenemos el eje, se nos presenta la necesidad de crear un apoyo para que el eje descansa, ya que el eje estará a la altura del bloque del cilindro, debemos diseñar unos brazos que se adecuen a la distancia que deba ser colocado para que coincida con el engranaje de levas.

Fijándonos en el eje de levas, todos los bloques deberán tener su brazo de apoyo, además los bloques 1 y 6 , tendrán un brazo extra, cada apoyo tendrá su semicojinete, y estos estarán ligeramente ladeados para facilitar el montaje ya que se preveé que pueda haber elementos en cotas superiores.

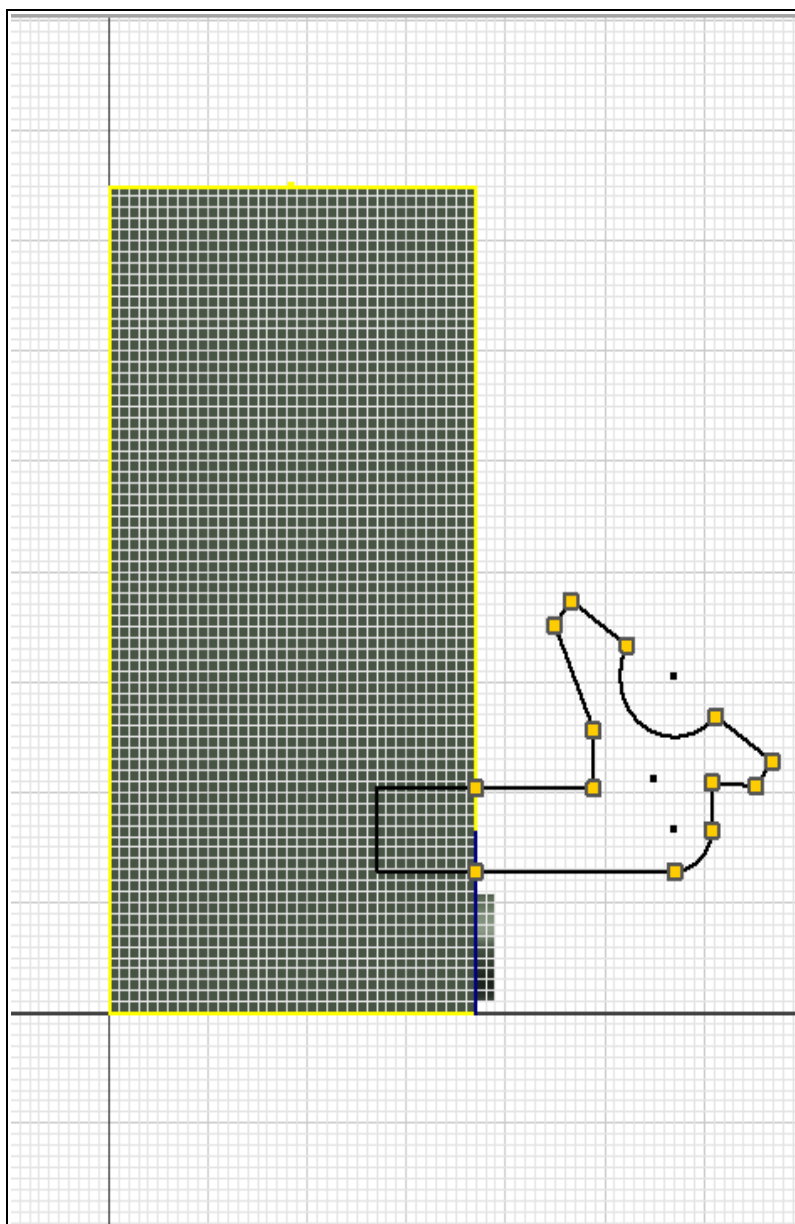


Figura 3.14.6.1 - Bloque de cilindro, boceto modificación

El eje, tendrá una carcasa que tapa el eje además de otras funciones las cuales se explicarán en los siguientes apartados, estas tapas tendrán unos apoyos bien como railes en los brazos que los guiarán hasta su posición final o simplemente unos sobresalientes que servirán para repartir la carga del peso y una correcta colocación, además de introducir sistemas de sujeción.

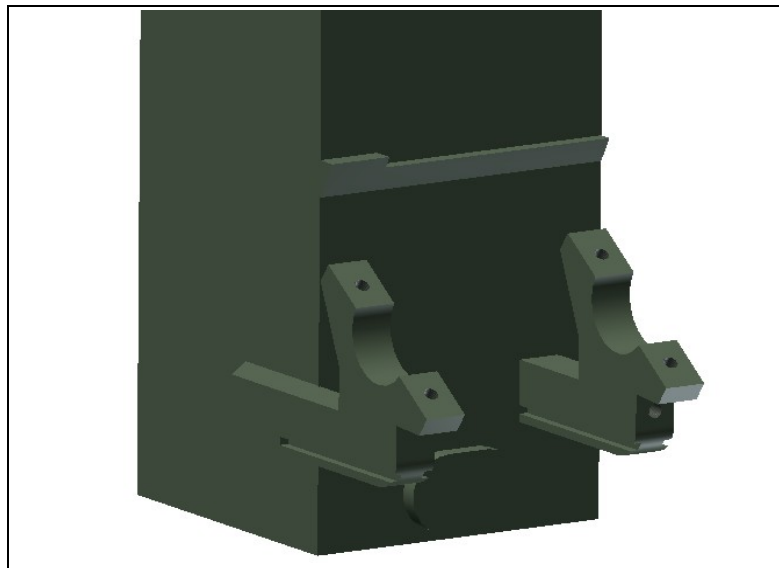


Figura 3.14.6.2 - Bloque de cilindro, modificación

3.14.7 Tapa eje de levas

La tapa del eje de levas en la maqueta tiene como misión proteger, hacer de soporte y guía de otras piezas además de tener un visor para el testigo de la inyección.

La tapa será en forma de U acostada con un refuerzo en la unión de las tres paredes, la dividiremos en tres piezas que toca a dos bloques por parte, tapa del eje de proa, central y popa, el diseño y la distribución es la misma exceptuando la parte inicial que debe envolver el primer apoyo y el de popa que recoge el último apoyo y tiene una muesca para librar el eje al estar unido al engranaje, este engranaje queda en el exterior de la tapa.

Las tapas tendrán unas aperturas en su parte superior para, permitir el paso y guiar tanto al actuador de la bomba de inyección como el taqué y barra empujadora.

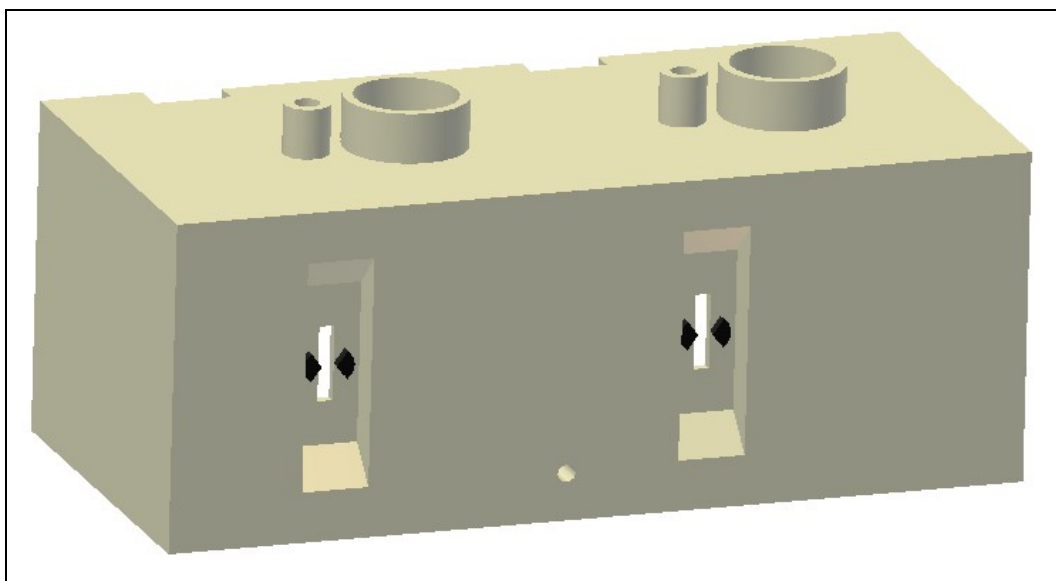


Figura 3.14.7.1 - Tapa eje levas, pieza

Cada tapa será fijada a través de un perno a uno de los brazos del bloque, junto a sus railes y apoyos, las tapas quedarán firmemente instaladas.

3.14.8 Semicojinetes levas

Necesitamos de los semicojinetes de levas para permitir el movimiento entre el eje y su soporte, donde el lubricante crearía un colchón reduciendo el desgaste pero no eliminándose, es por ello que los cojinetes son de fácil sustitución, para la maqueta los semicojinetes sirven para adecuar a la realidad, además de incorporar unas pestañas que nos sirven para fijar, en los modelos reales estas pestañas no existen, pero en la maqueta nos sirve para que durante el movimiento se mantenga en su posición.

3.14.9 Sombrero D-22

El sombrero D-22, es el sombrero que fijará el apoyo del eje de levas denominado así ya que se usará en distintas piezas y el diámetro interior es de 22 mm, al igual que los anteriores a este, sujetan el eje y el semicojinete. Para su creación recordamos que al colocar las pestañas de sujeción del semicojinete la base del sombrero queda ligeramente por encima del eje.

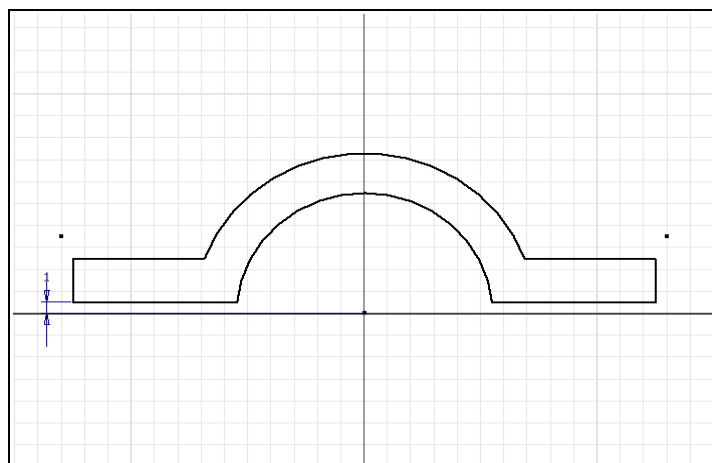


Figura 3.14.9.1 - Sombrerete D-22, boceto

3.14.10 Tornillería

Necesitaremos de 14 tornillos A-2 para fijar los sombreretes con los semicojinetes, tres tornillos P-1 para mantener unido el eje de levas y tres tornillos A-5 para las tapas del eje.

3.14.11 Resumen y explosionado

LISTA DE PIEZAS			
Nombre	Nº ensamble	Nº maqueta	Descripción
Eje levas proa	1	1	Plano 59
Eje levas central	1	1	Plano 60
Eje levas popa	1	1	Plano 61
Tapa eje levas proa	1	1	Plano 62
Tapa eje levas central	1	1	Plano 63
Tapa eje levas popa	1	1	Plano 64
Semicojinete levas	14	14	Plano 65
Sombrerete D-22	7	7	Plano 66
Arandela A-1	17	226	Plano 93
Tornillo A-2	14	38	Plano 93
Tornillo A-5	3	25	Plano 93
Tornillo P-1	3	11	Plano 93

Tabla 3.14.11.1 - Resumen eje levas

El plano correspondiente a la numeración y el despiece del eje de levas es el plano 67 .

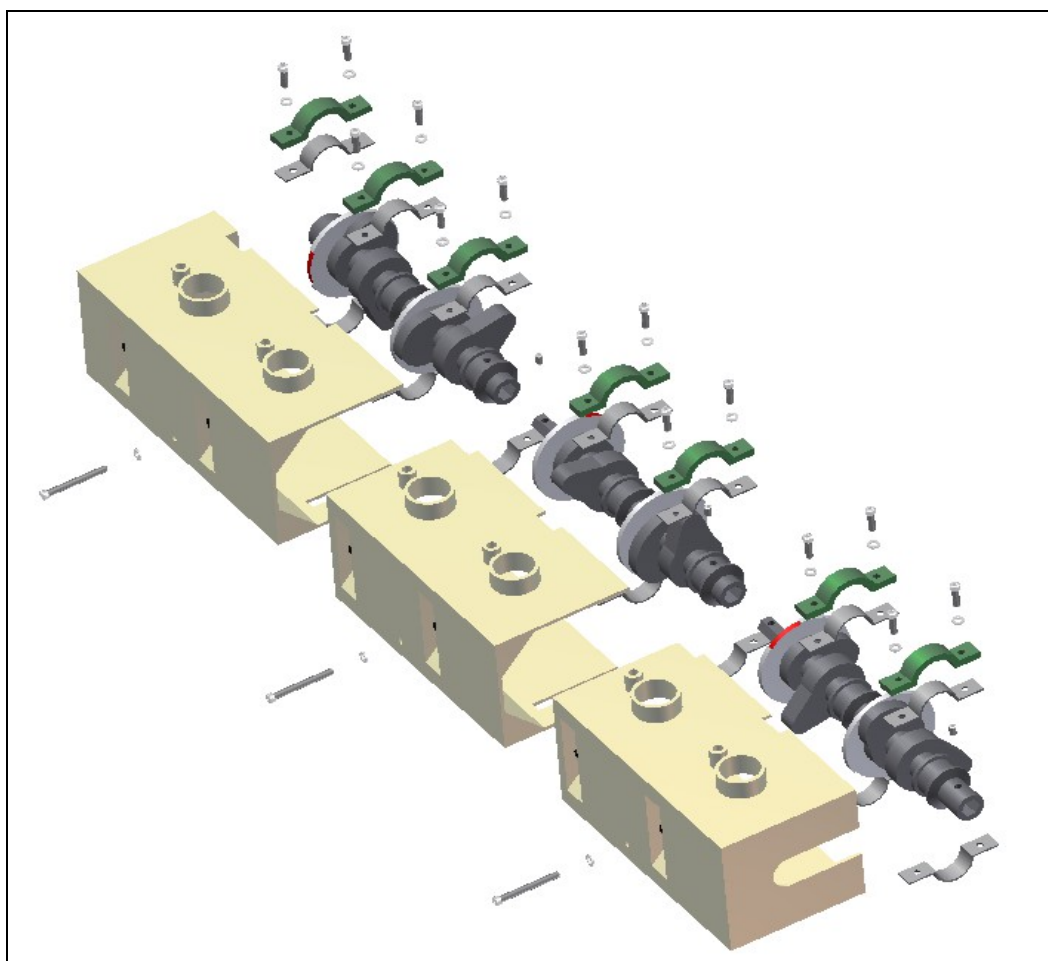


Figura 3.14.11.1 - Eje de levas, explosionado

3.14.12 Ensamble eje de levas

Lo primero que deberemos hacer será unir las diferentes piezas que configuran el eje de levas mediante el tornillo prisionero P-1, de los tres tornillos P-1 reservamos el que va colocado con el engranaje de levas para el final.

El eje ya estaría ensamblado entre sí, ahora lo deberíamos de colocar sobre el motor con sus respectivos componentes, para ello colocamos los semicojinetes en los brazos de apoyo de los bloques, después el eje de levas comprobando que la popa quede en la popa y la proa en proa, a continuación la parte superior de los semicojinetes y los

sombreretes de las levas, colocamos los 14 tornillos A-2 con sus arandelas A-1 y de esta manera tenemos fijado el eje.

Ahora añadiríamos el tornillo P-1 para unir el engranaje de levas con el eje, este paso es muy importante ya que sincronizamos el motor, desde el cigüeñal con las ruedas dentadas hasta las válvulas de escape y los actuadores de combustible. Antes de seguir comprobamos que las restricciones del ensamble permiten el movimiento correctamente entre todos los elementos anteriores excepto el engranaje de levas, quiere decir que girando el cigüeñal bien por simulación de restricción o manualmente se deben mover las crucetas, pistón, todo el cigüeñal, engranajes intermedios, etc.

Para ensamblar y sincronizar el eje con el resto de partes móviles, debemos fijarnos en un solo cilindro y hacerlo coincidir, seleccionamos el primer cilindro desde proa para ponerlo al PMS, ahora recordando el apartado anterior de sincronización del eje de levas 3.14.2 disponemos de los datos para la sincronización, ya que sabemos a cuantos grados deben estar bien la leva de combustible o la leva de escape que se pueden usar indistintamente, usaremos la leva de escape, viendo el apartado mencionado donde cuando tenemos el PMS del pistón provocado por el cigüeñal, la leva del cilindro 1 está en la posición inversa es decir marcaría el PMI de la leva, o dicho de otro modo la cresta de la leva se encuentra a 180° de la cresta de la muñequilla del cigüeñal, aprovechando esta situación nos dirigimos al ensamble del eje de levas, en la leva crearemos un eje ortogonal a la cara plana de la leva que pase por el centro de la parte circular de la cresta, es una manera fácil de encontrar el punto medio de la leva.

Una vez en el ensamble del motor junto con el eje, creamos un plano desfasado desde la cara plana del bloque de cilindros hacia el frente de 40,054 mm, por donde pasa el eje del eje de levas, hacemos coincidir el eje creado anteriormente con el plano de manera que la leva quede en posición de PMI como se muestra en la figura 3.14.2.1 .

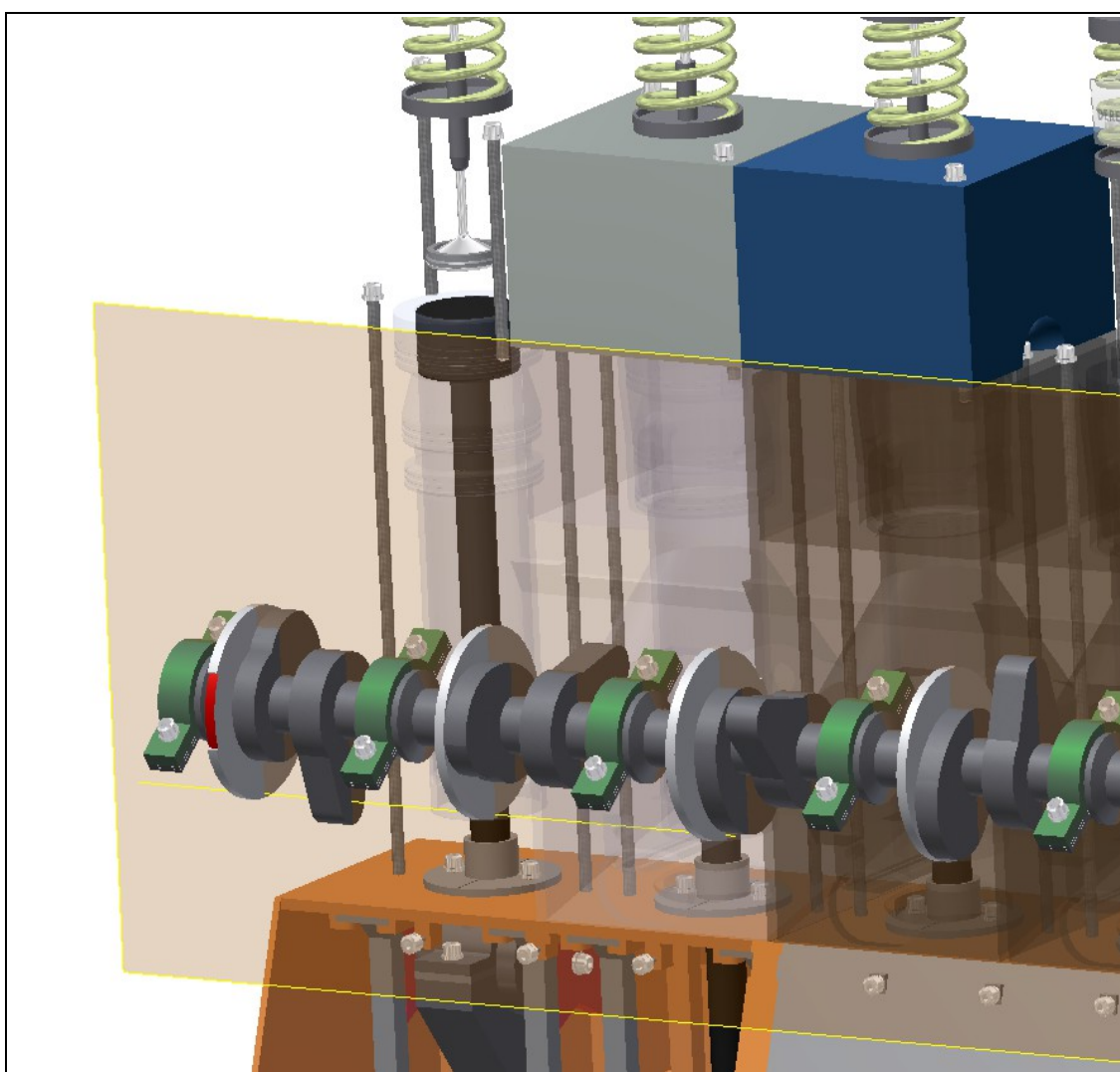


Figura 3.14.12.1 - Eje de levas, plano vertical

De esta manera forzamos a los conjuntos a que estén en la posición deseada de todos los elementos sincronizados para el cilindro 1 en el PMS. Salvo los piñones del eje de levas y el intermedio, ambos estarán fijos pero los dientes no encajarán.

Así que lo que se trata es de girar uno de los dos para que encajen, puede que la mejor manera sea la de ir a la pieza del engranaje de levas y girar sobre la pieza la extrusión hexagonal que se añadió para unir el engranaje al eje, de esta forma no alteramos ningún ensamble, si tenemos abiertos los ensambles del engranaje de levas y del motor al mismo tiempo para trabajar de una forma más fluida al modificar la rueda dentada en el motor tenemos que actualizar localmente para ver los resultados.

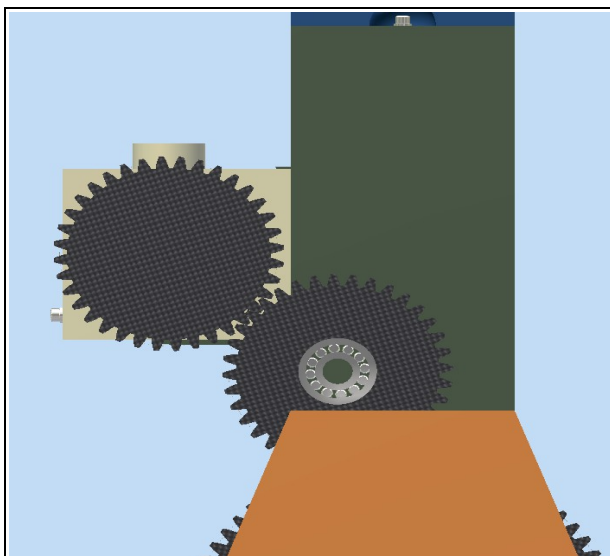


Figura 3.14.12.2 - Engranaje eje de levas posicionado

Por último ensamblamos la tapa levas proa, procurando encajar con cuidado las pestañas en los railes, al colocar la tapa insertamos el tornillo A-5 con su arandela, repetimos el proceso con las tapas levas central y popa, esta última comprobando que la muesca para el eje cumple con su misión de dejar libre un espacio entre ambos.

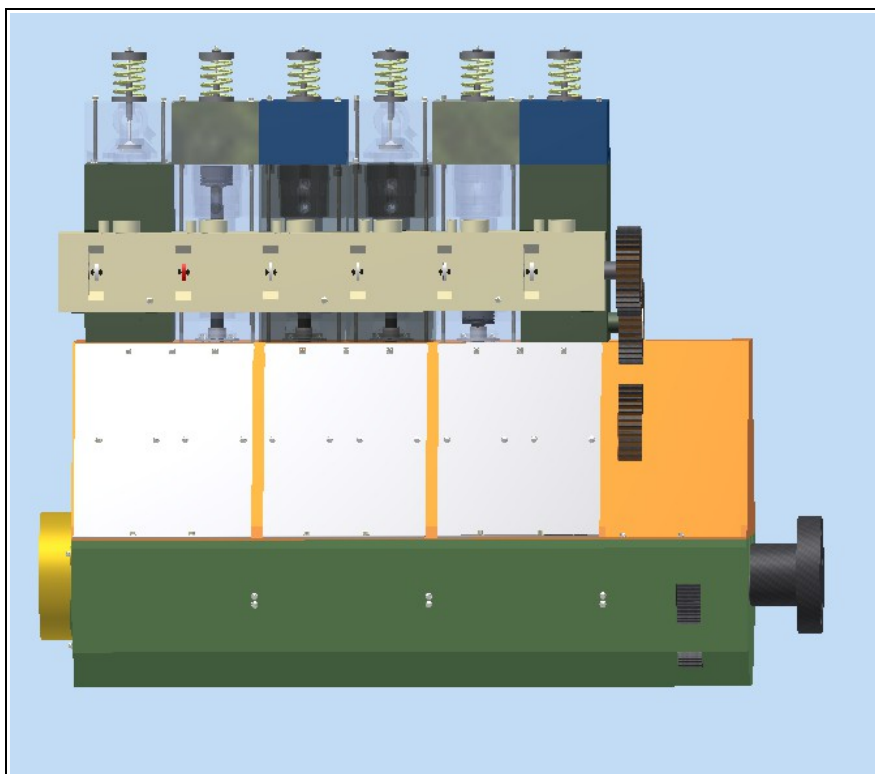


Figura 3.14.12.3 - Eje de levas, ensamble

3.15 Balancín

En este apartado trataremos de la colocación de unos elementos que transmitan el movimiento a la válvula de escape cuando requiera desde el eje de levas.

Al tratarse de un enfoque para una maqueta para uso didáctico el objetivo es mostrar el funcionamiento de algunas partes del motor de una forma lo más visual posible es por ello que se pensó en la colocación de balancines.

Antes de comenzar a diseñar piezas hay que tener una idea clara de lo que se quiere hacer y cómo, partimos de unos elementos que tendrán movimiento y este movimiento lo tenemos que usar para mover la válvula, la leva de escape tiene una alzada de 15 mm para que la válvula recorra 10 mm desde su asiento debemos encontrar el punto de apoyo del balancín, la válvula de escape en ningún caso saldrá de la cobertura de la culata en su parte inferior. Para ello se instalará una barra empujadora con taqué que transmitirá el alzamiento de la leva al balancín y este se moverá para empujar la válvula hacia abajo, el resorte hará fuerza hacia arriba llevando la válvula a la posición inicial.

Disponemos de la longitud desde el centro de la leva hasta el centro de la válvula 76,177 mm, para esta distancia sabemos que la alzada de la leva es de 15 mm y que queremos que la válvula baje hasta 10 mm. Con estos datos buscamos el punto de apoyo del balancín.

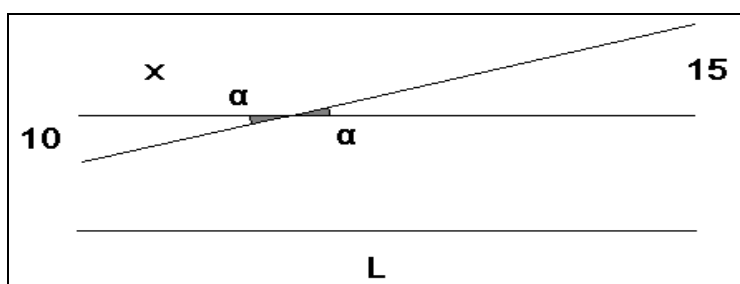


Figura 3.15.1 - Dibujo explicativo cálculo

$L = 76,177$ mm, buscamos x :

$$L = x \cdot (1 + 1,5) \quad (3.14.1)$$

$$x = \frac{76,177}{2,5} = 30,471 \text{ mm} \quad (3.14.2)$$

Según nuestros cálculos el punto de apoyo que tiene que haber del balancín se encuentra a 30,471 mm del centro de la válvula, y a (L - x) del centro de la leva.

Procedemos a verificar los cálculos.

Para obtener α :

$$\alpha = \text{arcotangente} \frac{\text{c. opuesto}}{\text{hipotenusa}} \quad (3.14.3)$$

$$\alpha = \text{arcotangente} \frac{10}{30,471} \quad (3.14.4)$$

De esta forma encontramos que $\alpha = 18,169^\circ$.

Verificamos que la alzada de la leva tiene que ser 15 mm:

$$\text{tangente} \alpha = \frac{\text{c. opuesto}}{\text{c. contiguo}} \quad (3.14.5)$$

$$\text{c. opuesto} = \text{tangente} \alpha \cdot (L - x) \quad (3.14.6)$$

$$\text{c. opuesto} = 18,169 \cdot 45,7062 = 15 \text{ mm} \quad (3.14.7)$$

De esta forma podemos situar el eje del balancín para que cuadre con nuestras premisas.

3.15.1 Modificación culata

La culata es la pieza sobre la cual irá apoyada el balancín, con el cálculo anterior conocemos la situación del eje, así que ya podemos trabajar en ella.

El balancín que se quiere crear será indivisible, cada culata tendrá su propio balancín con su eje, de hecho constará de la misma pieza eje y balancín para facilitar el ensamble y la impresión en 3D. De manera que el balancín quedará a un lado de su soporte, hacia el otro lado del soporte habrá un contrapeso, con este diseño creamos el apoyo del balancín en medio fijado por el sombrerete y equilibrado por el contrapeso, en definitiva fácil

montaje.

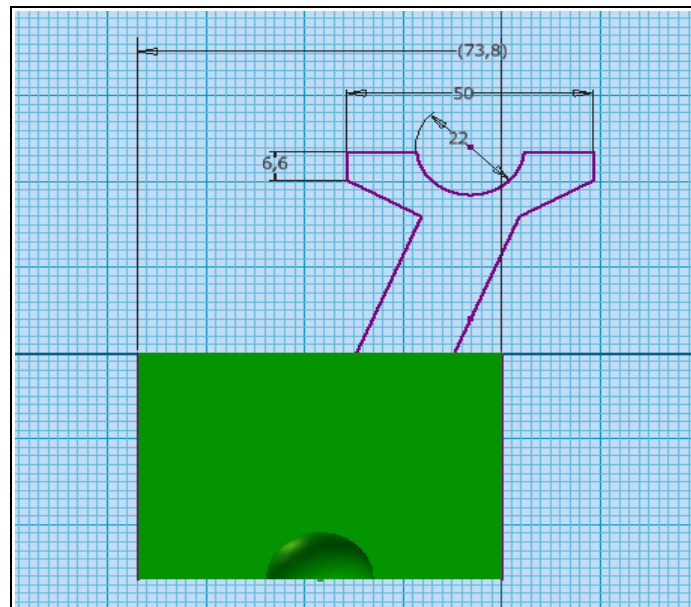


Figura 3.15.1.1 - Culata, boceto modificación

La pieza del balancín trae consigo otras piezas que tienen relación directa con ella, como pueda ser la barra empujadora, esta barra es la encargada de trasladar al balancín la fuerza proveniente del eje de levas para accionar la válvula, dicha barra en el modelo actual carece de soporte, es por eso que se hace necesario un añadido, será de una forma similar al soporte del balancín pero acondicionado a la barra.

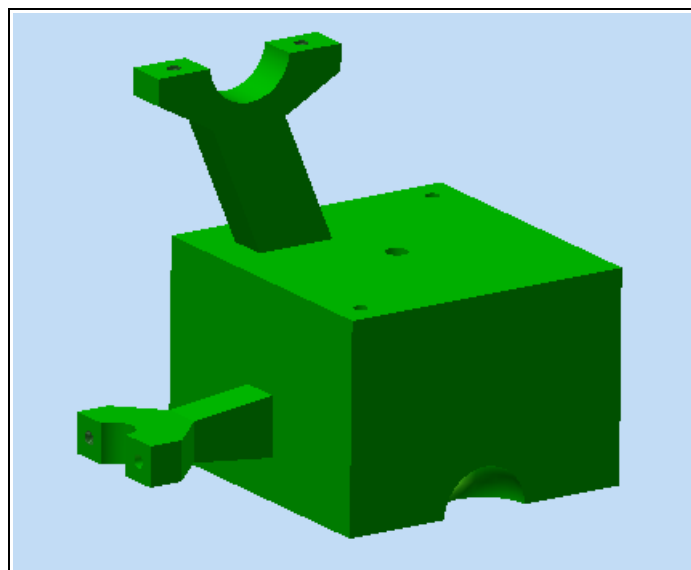


Figura 3.15.1.2 - Culata, pieza

3.15.2 Balancín

El balancín, al igual que el cigüeñal, una manera de ir creando es por mediación de capas, podemos empezar en hacer el contrapeso, el tope, el apoyo, otro tope y el cuerpo del balancín.

El cuerpo del balancín debe cumplir con los cálculos del apartado 3.15 , las distancias de esos cálculos están pensados para que sean desde la altura del mismo eje de apoyo del balancín, la parte de la barra empujadora será redondeada para cambiar la superficie de apoyo cuando la barra empujadora suba. En la otra parte del balancín tendremos un taladro con rosca, en este taladro irá un perno roscado un una tuerca, el perno se colocará a la altura del eje, se ha optado por recrear a un modelo real el poner un perno roscado para regular el balancín en este caso no haría falta al tratarse de una maqueta al no haber vibraciones excesivas, dilataciones térmicas o desgaste.

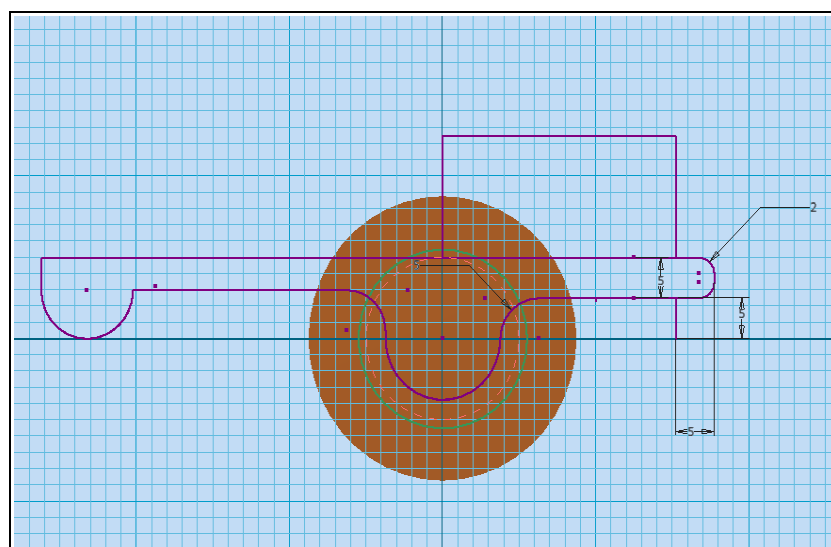


Figura 3.15.2.1 - Balancín, boceto

3.15.3 Sombrero de Balancín

Para el sombrero de balancín usaremos el mismo que para el eje de levas, modificado en que las bases interiores de las pestañas están al mismo nivel que el eje central del apoyo.

3.15.4 Barra empujadora

El conjunto se desplazará verticalmente mientras el rodillo seguidor gira sobre la leva.

La parte inferior de la barra se destina para el alojamiento del rodillo seguidor el cual irá unido por un sistema de tornillería, un poco por encima de esta parte la barra será cilíndrica de una anchura superior (este cilindro simula un taqué en apariencia), de manera que la tapa del eje de levas sirva para guiar la barra, las paredes del orificio de la tapa no son suficientes para guiar la barra, esta se ayudará de un apoyo extra en la culata con un sombrerete impidiendo que su recorrido se desvíe. Para acabar, la parte superior también acaba en forma semiesférica de manera que ayude al cambio de apoyo paulatino en su desplazamiento vertical.

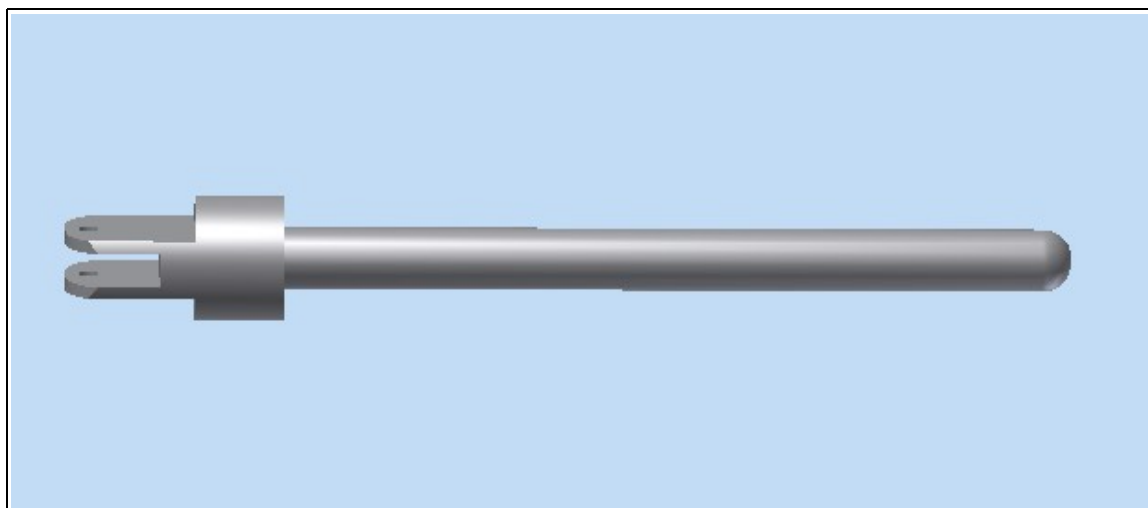


Figura 3.15.4.1 - Barra empujadora, pieza

3.15.5 Rodillo seguidor

Para que la barra empujadora pueda empujar, valga la redundancia, necesitamos de un elemento que se deslice o gire fácilmente por la leva evitando rozamientos y fricciones innecesarias, el rodillo seguidor es una rueda colocada sobre la leva, esta gira en el modelo real a altas revoluciones con lo que la barra puede sufrir unos saltos bruscos, para paliar estos saltos se utiliza un taqué como amortiguador, sin embargo para el modelo de la maqueta no hace falta.

El diseño de esta rueda es de los más sencillos que podemos encontrar en el proyecto junto a la arandela.

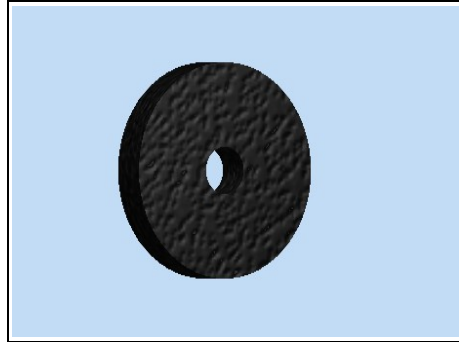


Figura 3.15.5.1 - Rodillo seguidor, pieza

3.15.6 Sombrero barra empujadora

El sombrero de la barra empujadora no es más que un sistema de guía para mantener la barra en su posición. Este sombrero es similar a los otros, pero cambia en que sólo necesitamos de un perno para su fijación en la otra parte del sombrero disponemos de una extrusión cilíndrica que encaja con el soporte, de manera que economizamos en piezas ya que este sombrero no realizará muchos esfuerzos.

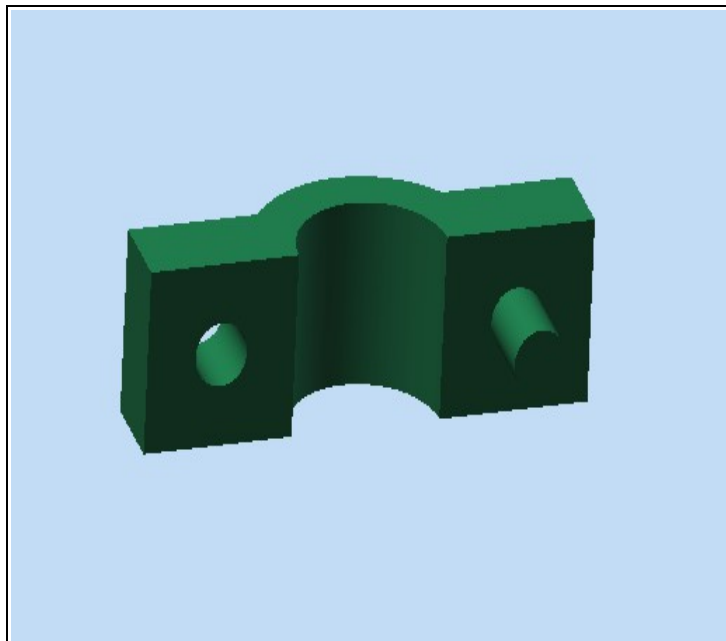


Figura 3.15.6.1 - Sombrero barra empujadora, pieza

3.15.7 Tornillería

Para fijar las distintas piezas usaremos la tornillería que ya tenemos creada, para los sombreretes del balancín y de la barra usaremos los tornillos A-4 con sus arandelas A-1.

3.15.7.1 Tornillo P-3

El tornillo P-3, es como los tornillos prisioneros anteriores pero su finalidad es distinta, nos sirve para regular la válvula de escape. Tiene una longitud total de 17 mm.

3.15.7.2 Tornillo A-11

Este tornillo se destaca de los anteriores por tener una longitud de vástago de 14,5 mm, y dentro de esta longitud el cuello de 10,5 mm y la rosca de 4 mm.

3.15.7.3 Tuerca A1

La tuerca que acompaña al tornillo P-3 es la A-1, además de servir para fijar el rodillo seguidor.

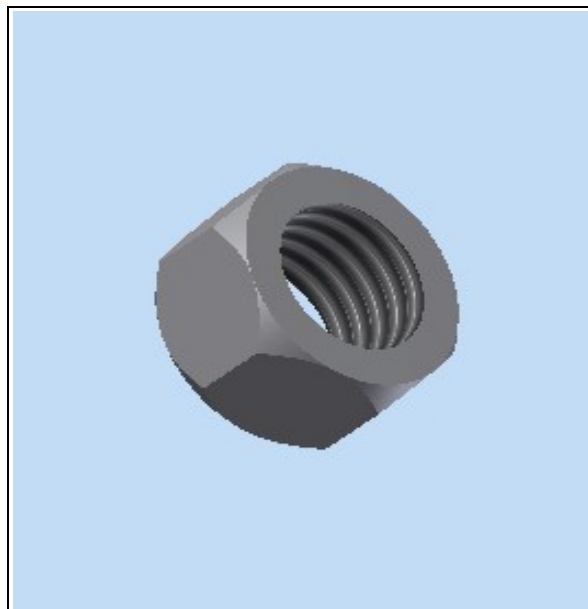


Figura 3.15.7.3.1 - Tuerca A-1

3.15.8 Resumen y explosionado

LISTA DE PIEZAS			
Nombre	Nº explosionado	Nº maqueta	Descripción
Balancín	1	6	Plano 68
Sombrerete Balancín	1	6	Plano 72
Barra empujadora	1	6	Plano69
Rodillo seguidor	1	6	Plano 70
Sombrerete barra empujadora	1	6	Plano 71
Tornillo A-4	3	36	Plano 93
Tornillo P-3	1	6	Plano 93
Tuerca A-1	2	12	Plano 93
Arandela A-1	5	226	Plano 93

Tabla 3.15.8.1 - Resumen balancín

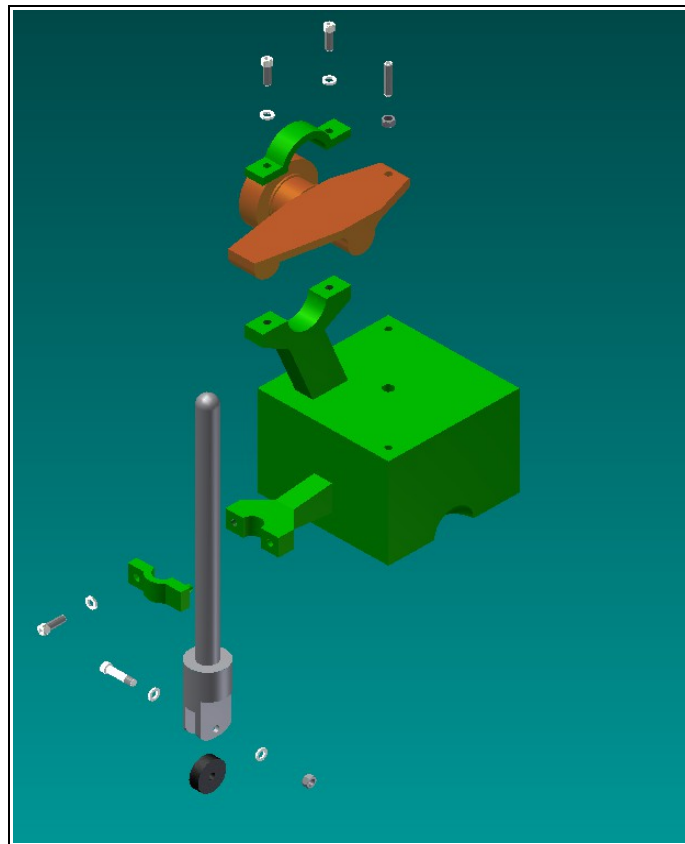


Figura 3.15.8.1 - Balancín explosionado

Para el explosionado se ha añadido la culata para situar los elementos, el plano de la enumeración y explosionado del balancín es el 73.

3.15.9 Ensamble balancín

Tal y como se muestra en el apartado anterior del explosionado se añaden los elementos, al tratarse de un conjunto de piezas que van montadas sobre una pieza base, en este caso la culata que ya está fijada al motor con otras piezas, se explicará el ensamble a partir de esa premisa, ya que algunos elementos necesitan de otros para su buena instalación.

La primera parte del ensamble la dedicamos a la barra empujadora, insertamos el rodillo seguidor, hacemos restricción de coincidencia concéntrica entre el eje del rodillo y el eje del agujero de la barra, la cara del rodillo la colocamos paralela a la cara plana de la barra y por último desfasamos un plano a 1,5 mm de la cara del rodillo hacia el centro, este plano le hacemos coincidir con el centro de la barra, ahora ya la tenemos colocada en su posición con el grado de libertad que le permite girar. A continuación añadimos las dos arandelas, el tornillo A-11 y la tuerca A-1 como sistema de fijación para el rodillo.

La barra será el primer elemento a ensamblar en el motor de este conjunto ya que el balancín hará de tope en la parte superior, de manera que la barra tendrá una restricción concéntrica en el agujero de la tapa de la leva que también le sirve de guía, con una de las caras planas le añadimos la restricción de ángulo para que quede alineada con la leva. El rodillo debe de recorrer la superficie de la leva para ello le daremos con la restricción transicional que nos sirve cuando debe recorrer una superficie con varios trazados, con la leva por ejemplo un trazado sería una cara de un cilindro con otra cara plana para acabar en otra cara de un cilindro aún más pequeño.

Con la barra en su sitio, colocamos el sombrerete de la barra de empuje en el apoyo de la culata y lo fijamos con el tornillo A-4 y su arandela A-1.

A continuación insertamos el balancín, el balancín debe ir apoyado en su soporte, insertamos el sombrerete del balancín con dos tornillos A-4 y dos arandelas A-1 y las

fijamos. El tornillo P-3 y la tuerca A-1 deben ir al orificio practicado en el balancín, para que queden en su posición podemos hacer pasar un plano horizontal por la mitad de la tuerca y otro plano horizontal desfasado de su parte baja hacia arriba 12,5 mm, los hacemos coincidentes y los colocamos sobre la cara plana del balancín, de esta forma estarán justo en su posición. El balancín por último le damos la restricción de tangencia entre las caras que deben estar en contacto de la barra de empuje y del balancín, con esta restricción estarán unidas y cuando el rodillo alcance la cresta de la leva la barra se desplazará verticalmente y empujará al balancín para poder empujar la válvula, el tornillo P-3 tendrá otra restricción de tangencia con el extremo de la cola de la válvula de esta forma el movimiento por fin se hace llegar a la válvula para que abra en el momento adecuado.

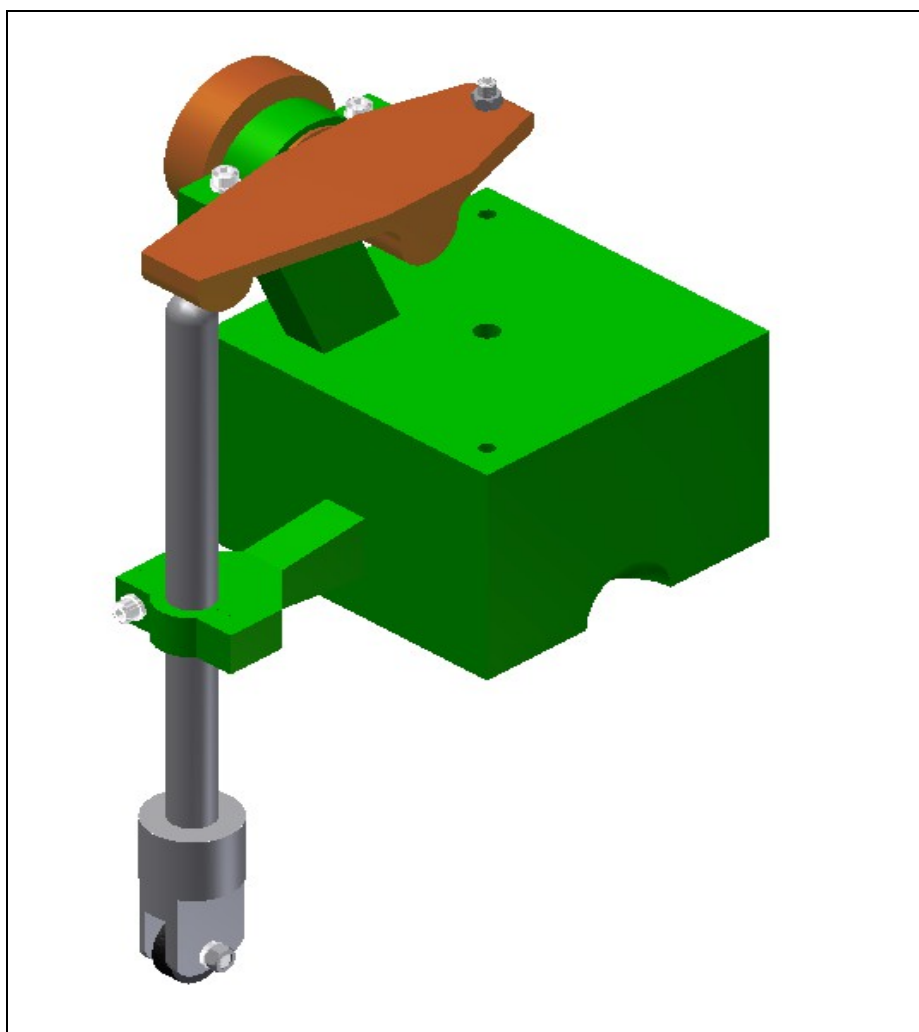


Figura 3.15.9.1 - Balancín, ensamble

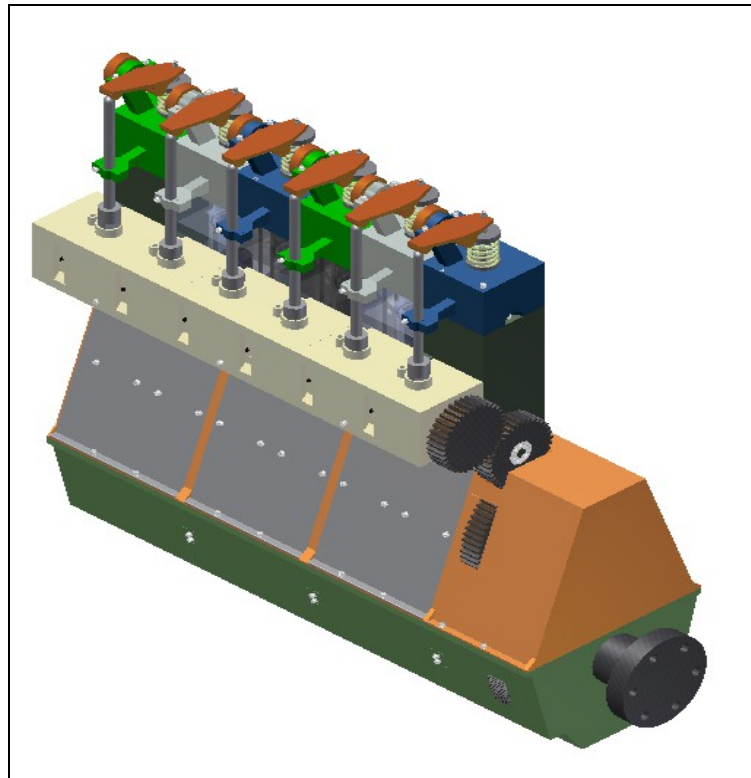


Figura 3.15.9.2 - Balancín con motor, ensamble

3.16 Sistema de refrigeración

El sistema de refrigeración está incompleto, el circuito completo comprendería las tomas de agua salada con sus filtros, bombas con sistema de duplicidad, tanque de expansión, termostatos, intercambiadores de calor, etc.

Para tener una visión más amplia respecto a la refrigeración se hará un breve repaso de como puede ser. Tenemos dos opciones, que el buque comprenda un sistema de refrigeración por agua de mar o un sistema de refrigeración central.

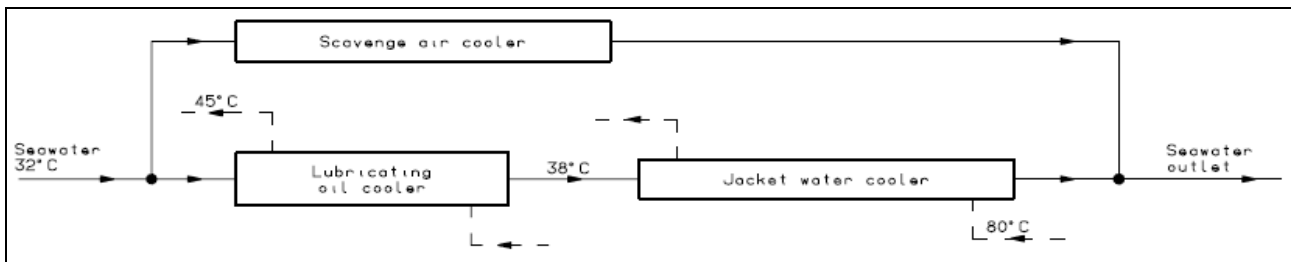


Figura 3.16.1 - Sistema refrigeración por agua de mar - Fuente: [Referencia 1]

El sistema refrigerado por agua de mar lo observamos en la figura 3.16.1, el agua de mar refrigera directamente los intercambiadores principales de los sistemas del aire de barrido, del aceite lubricante y el agua de camisas.

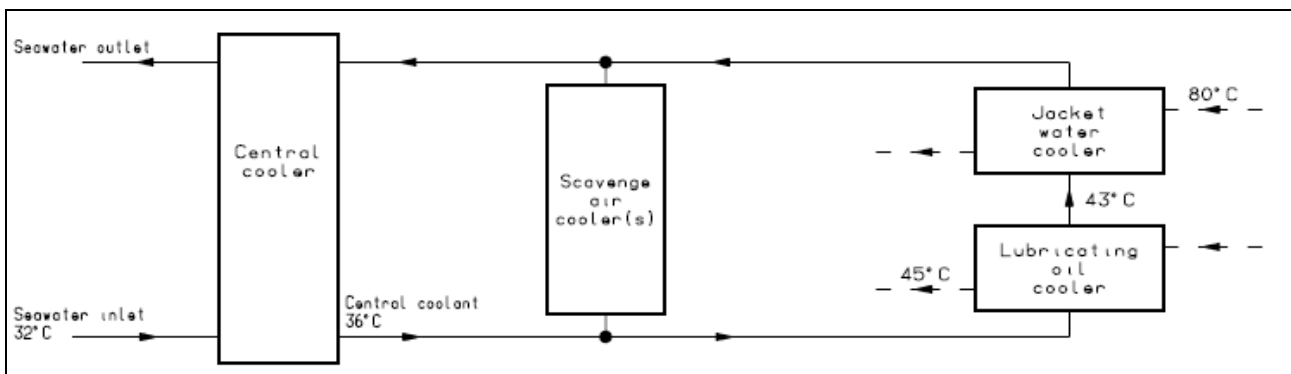


Figura 3.16.2 - Sistema refrigeración central - Fuente: [Referencia 1]

Mientras que en la otra figura 3.16.2, observamos la diferencia con el otro sistema de refrigeración, el agua de mar refrigera un circuito de agua dulce el cual refrigera a su vez otros sistemas, tenemos un fluido que hace de intermediario para el transporte de energía en forma de calor de un sistema hacia el exterior.

Para el proyecto nos centramos en la refrigeración del aire de barrido y del agua de camisas.

3.16.1 Refrigeración aire barrido

Debido a la configuración del modelo de la maqueta, el intercambiador de calor real al que tenemos en la maqueta se diferencian mucho, se ha diseñado como un intercambiador de calor concéntrico en vez de serpentines de fluido refrigerante que pasa a través del conducto del aire de barrido por simplificar circuitos y piezas además de que resulta

mucho más visual.

El intercambiador del aire de barrido se explicará en la pieza del colector de aire de admisión apartado 3.17.7 y 3.17.8 ya que conforman la misma pieza.

3.16.2 Refrigeración agua de camisas

Independientemente de como sea el sistema de refrigeración deberemos tener la temperatura del agua de camisas controlada en su circuito.

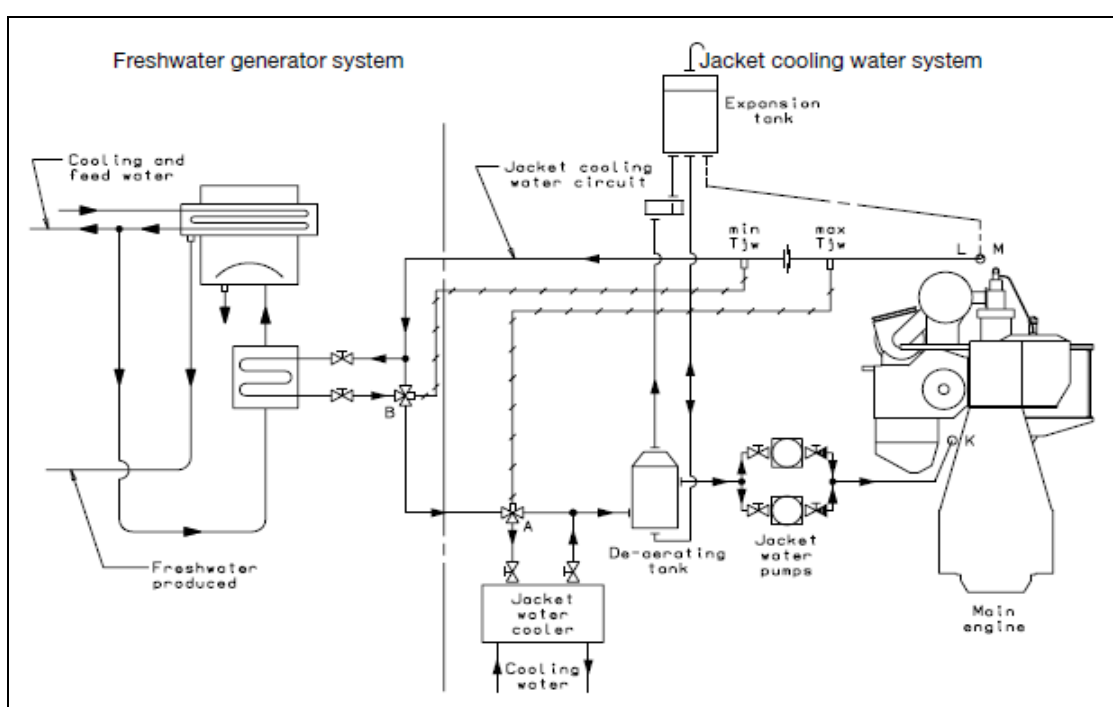


Figura 3.16.2.1 - Circuito refrigeración camisas - Fuente: [Referencia 1]

Comentando brevemente el circuito, este se puede llenar en el tanque de expansión donde debido a los cambios de dilatación de los fluidos mantiene un margen para que estos se puedan expandir además de mantener una pequeña presión de la columna de agua debido a que este tanque suele estar unas cubiertas por encima del resto de componentes del circuito. Entre el tanque de aireación y el tanque de expansión tenemos la alarma de nivel. Para prevenir la acumulación de aire el tanque de aireación conecta con el de expansión y evacúa el posible contenido de aire.

Si el buque cuenta con un generador de agua dulce, el agua de camisas puede calentar el agua salada para generar agua destilada que más tarde se tratará. En el intercambiador del generador y del principal del sistema tenemos sendas válvulas de tres vías conectadas a un termostato que permitirán el paso hacia el intercambiador o by-paseará según el caso, debe tener el sistema bombas con motor eléctrico para la circulación del fluido y puede tener un sistema de precalentamiento para el arranque del motor.

En el modelo real, como se muestra la figura 3.16.2.2, el bloque de cilindros tiene una entrada y salida de líquido refrigerante al igual que la cuala, para el modelo se ha simplificado tal y como se vió en los apartados 3.10.1 y 3.12.1 s bloque de cilindro y culata respectivamente, el sistema contará una única entrada de fluido y una sola salida, los colectores se han sobredimensionado y se han acercado al motor para poder acercar así la turbosoplante y crear un modelo algo más compacto.

Los colectores han sido divididos en colector refrigeración admisión popa y proa y colector refrigeración salida, los colectores alimentan a tres bloques de cilindros y culatas.

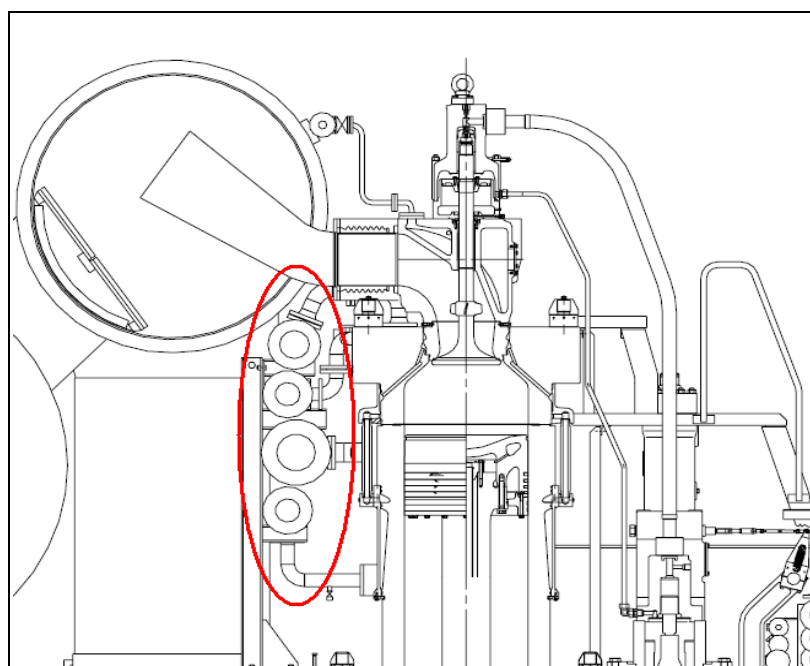


Figura 3.16.2.2 - Colectores refrigeración en sección motor S 70 MC-C - Fuente: [Referencia 3]

3.16.2.1 Colector de refrigeración admisión popa

Para estos colectores tomamos como referencia los orificios de la entrada del refrigerante en el bloque, el colector será un cilindro que recorre casi por completo los tres bloques de cilindros con orificios y apoyos para cada bloque que alimenta, además tendrá un orificio por la parte inferior para que se le acople el conducto que suministra el líquido refrigerante.

Este colector se fijará mediante dos tornillos en el primer y último cilindro al cual abastece, tiene unas pletinas para ayudar a su fijación.

El orden de creación ha sido la extrusión del cilindro hueco a la medida, a través de un plano tangente al cilindro para crear los orificios y las conexiones de los tubos y más tarde el sistema de fijación.

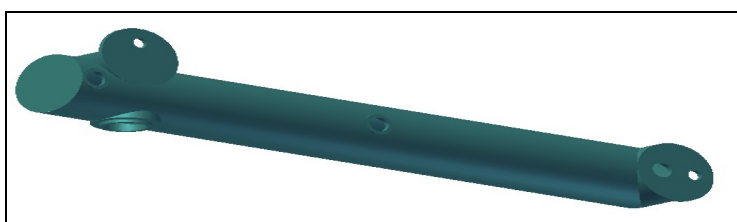


Figura 3.16.2.1.1 - Colector refrigeración admisión popa, pieza

3.16.2.2 Colector de refrigeración admisión proa

Este colector se diferencia del anterior de que es simétrico al de popa, por lo tanto los pasos para su creación han sido los mismos pero variando el lado en el que se trabajaba.

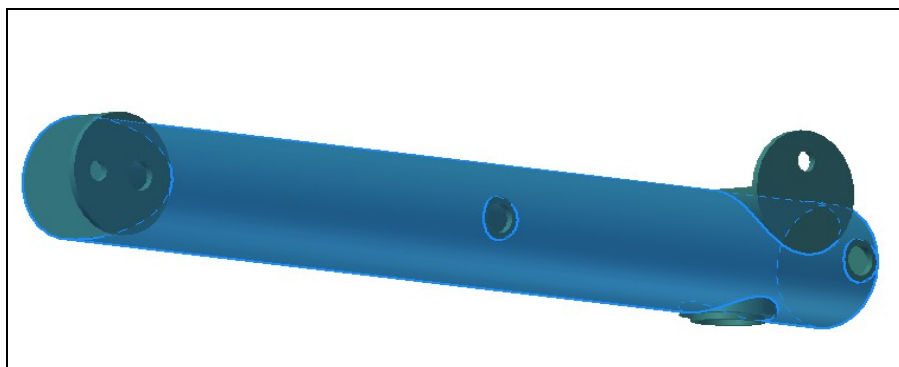


Figura 3.16.2.2.1 - Colector refrigeración admisión proa

En la figura 3.16.2.2.1 observamos con un azul claro como la superficie del cilindro ha sido modificada al crear los orificios y las extrusiones necesarias para coser de nuevo la superficie.

3.16.2.3 Colector refrigeración salida

En este caso tenemos un único colector de salida que se usará tanto en el grupo de proa como de popa, es mayor que el de admisión ya que al aumentar la temperatura el volumen también aumenta, los colectores tanto de admisión como de salida han sido sobredimensionados para un mejor manejo.

El colector de refrigeración se ha hecho como los anteriores elaborando primero el cilindro hueco, para continuar con el orificio de la primera culata y sus extrusiones, después a raíz de desfasar planos verticales podemos usar la opción de simetría para realizar los orificios restantes y por último las superficies de apoyo, se ha hecho una muesca a una superficie de apoyo para no interferir con otras piezas.

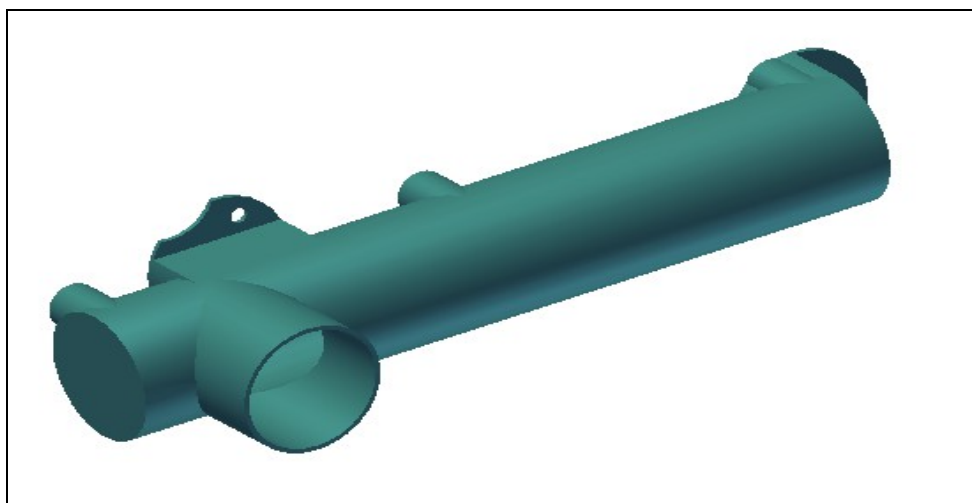


Figura 3.16.2.3.1 - Colector refrigeración salida

3.16.3 Modificación bloque de cilindros y culata

Cada colector se sustenta con dos tornillos y dos arandelas, las piezas a modificar serán los bloques de los cilindros 1,3,4 y 6 y las culatas 1 y 3.

Como la pared del cilindro donde debe sujetarse el colector tiene un espesor de 2 mm, tenemos que aportar más material para que se pueda hacer un orificio con rosca donde poder agarrar el tornillo, así que con referencia al orificio de la refrigeración calculamos los centros, una vez localizados creamos una extrusión de 6 mm de diámetro con una profundidad de 6 mm, en el siguiente paso creamos una extrusión de corte en ese mismo centro con 3,3 mm de diámetro y 4,5 mm de profundidad.

En las culatas al ser piezas macizas no hace falta el aporte de material, se calculan los centros y directamente se extrusiona con corte 3,3 mm de diámetro y 4,5 mm de profundidad.

3.16.4 Tornillería

Cada colector tendrá 2 tornillos del tipo A-1 con dos arandelas A-1.

3.16.5 Resumen

LISTA DE PIEZAS			
Nombre		Nº maqueta	Descripción
Colector ref. adm. popa		1	Plano 152
Colector ref. adm. proa		1	Plano 152
colector ref. salida		2	Plano153
Tornillo A-1		54	Plano 93
Arandela A-1		226	Plano 93

Tabla 3.16.5.1 -Resumen sistema de refrigeración

Este sistema no cuenta con explosionado ya que se trata simplemente de fijar con tornillería al bloque o culata.

3.16.6 Ensamble sistema de refrigeración

Tenemos un sistema con pocas piezas y bastante fácil de ensamblar ya que tenemos superficies planas en el exterior del motor.

Las primeras piezas a ensamblar pueden ser los colectores de refrigeración de admisión de popa y proa, restringimos con la opción de coincidencia opuesta sobre las caras planas del colector y del bloque, el siguiente paso puede ser la nivelación del colector podemos hacer uso de la cara lateral del colector y la cara del bloque y como última restricción del tipo coincidencia también sobre los ejes de los orificios de manera que el colector no tiene ningún grado de libertad, queda totalmente definido en esa posición. Todos los colectores pueden colocarse de igual manera eligiendo como última restricción el eje que le toca.

Los tornillos podemos colocarlos con el ensamble ya preparado de forma que al colocar los ensambles la unión entre perno y arandela ya está hecha y de esta forma nos la ahorramos y economizamos tiempo.

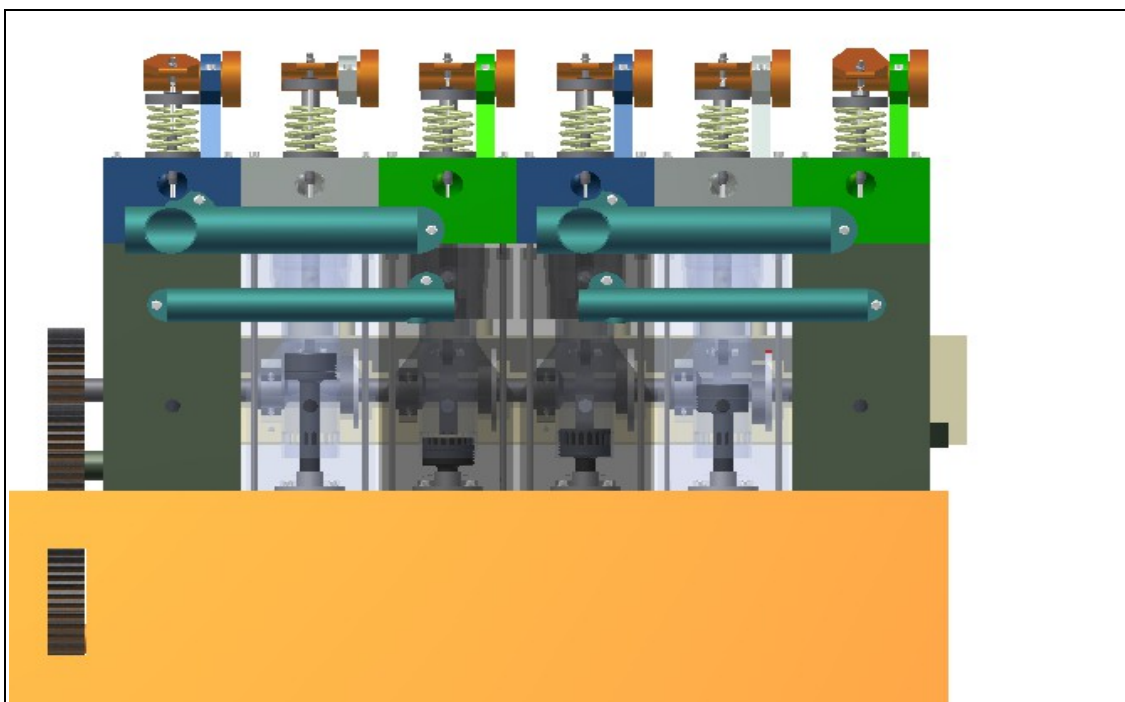


Figura 3.16.6.1 - Sistema de refrigeración ensamble

3.17 Admisión y escape

En este apartado se hablará acerca del sistema de la admisión de aire fresco y la expulsión de gases de escape del motor, como en muchos otros aspectos no profundizaremos en el sistema, además el circuito escogido tiene similitud con el original pero en ningún caso pretende ser una copia, es más se ha dado un toque personal a ciertos elementos como el compresor que atiende a que sea un ejemplo práctico visual, sin embargo su aplicación directa a un modelo a escala podría no ser del todo eficiente.

El circuito llevará, como una versión de su homólogo, dos turbosoplantes, una para cada tres cilindros, cada sistema del turbocompresor contará con un colector de barrido refrigerado, como es bien sabido refrigeramos el aire para reducir su volumen y así poder introducir más cantidad de aire dentro del cilindro, al mismo tiempo si tenemos más aire usaremos más combustible y de esta forma se aumenta la potencia. Los colectores de escape y los conductos cierran el número de piezas del sistema.

Los cambios más significativos entre el modelo real y la maqueta pueden ser el cambio de diseño de la turbosoplante, seguido de la supresión del desnebulizador (en inglés demister) que es la pieza encargada de la separación del líquido en vapor para impedir que entren al cilindro pequeñas gotas de agua, la supresión también de malla o rejilla protectora situada en el colector de escape para evitar elementos no deseados en la turbo soplante que pueden ocasionar serias averías y el sistema de refrigeración del aire de barrido que se ha simplificado a una tubería que atraviesa el colector de barrido.

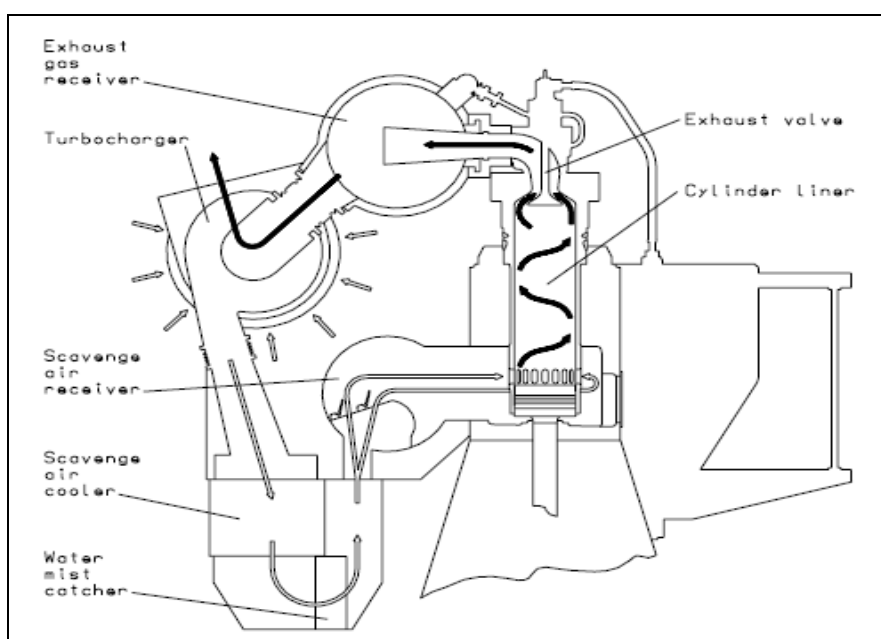


Figura 3.17.1 - Circuito barrido-escape en sección motor - Fuente: [Referencia 1]

El circuito comienza con el filtro de aire atmosférico para pasar a la turbo soplante, el aire se comprime y va a parar al intercambiador de calor donde se enfría, el desnebulizador elimina las gotas de agua y pasa al colector de barrido de aire de barrido preparado para entrar al cilindro cuando el pistón descubra las lumbreras de admisión, el aire entra y es comprimido por el pistón, cerca del PMS el combustible es inyectado y se produce la combustión, la válvula de escape abre para permitir la salida de los gases de escape y el barrido del cilindro por el llamado "cruce de válvulas" para mejorar el rendimiento volumétrico. Los gases son conducidos al colector de escape donde una rejilla protege la entrada de la turbosoplante para impedir el acceso de elementos extraños, los gases entran en la parte de la turbina donde esta alcanza elevadas rpm, al estar la turbina y el compresor unidos por el mismo eje, el compresor gira comprimiendo el aire de entrada.

Los gases salientes tienen múltiples usos ya dependen de las instalaciones donde se encuentre el motor, la colocación de ciertas válvulas como wastegate y by - pass del colector de escape saltándose el turbocompresor, o válvulas de drenaje del desnebulizador no se han colocado en el diseño como el sistema auxiliar del turbocompresor accionados por motores eléctricos y unidos a los conductos por válvulas de no retorno.

3.17.1 Modificación bloque de cilindros y culata

Comenzamos este sistema por la turbosoplante y su colocación, al conformarse este ensamble por piezas voluminosas tenemos que diseñar un soporte para que pueda soportar el peso y que no quede demasiado alejado del bloque.

El turbocompresor irá colocado en los soportes de los bloques del cilindro 2 y 5 (se trata de la misma pieza), de esta manera quedarán centrados dentro de los 3 cilindros a los que suministra.

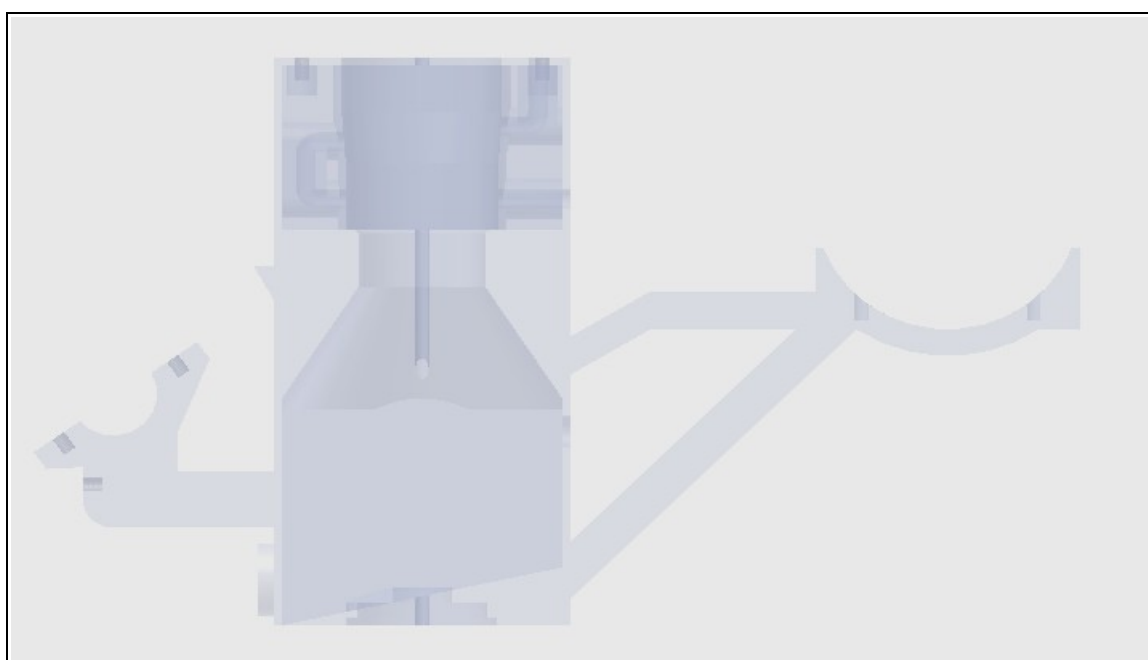


Figura 3.17.1.1 - Bloque de cilindro soporte, vista lateral

Con la colocación de las turbosoplantes tenemos la referencia de donde van a estar colocadas. Al igual que los colectores de refrigeración los de admisión y escape tendrán como medio de fijación dos tornillos cada uno, deberemos modificar los bloques de cilindro 1,3,4 y 6 y las culatas 1 y 3.

A diferencia de como se colocaban los colectores de refrigeración, los de admisión y escape són colocados a posteriori que los de refrigeración y que las turbosoplantes, esto significa que deben encajar en los orificios de entrada y salida de la turbosoplante y encajar en el modelo, para ello la forma en la que se colocarán será acercarlos y

desplazar verticalmente según corresponda con los de admisión vertical hacia arriba y escape vertical hacia abajo, el sistema de fijación de tornillos sobresaldrá hacia el exterior para hacer de tope, que ayuden en la colocación del colector y que sea una manera fácil de fijación.

3.17.2 Rodete turbina

El turbocompresor se compone de carcasa y rodete, el rodete en un lado actúa como turbina y en el lado opuesto como compresor, los hay de varios tipos, en este caso crearemos un turbocompresor de geometría fija, donde los alabes son fijos.

El rodete estará compuesto por una parte que funcionará como turbina y otra como compresor, las dos partes irán atornilladas por un tornillo prisionero de manera que queden unidas las dos partes. Empezaremos por el rodete turbina.

Aunque no sea una pieza con muchos pasos ni muchas acciones nos encontramos con una pieza que requiere unas extrusiones con perfil de hélice helicoidal, extrusiones no vistas hasta ahora y que representan una forma de trabajar algo distinta, como base crearemos un cilindro de 100 mm de diámetro y 2 mm de extrusión, en el centro otro cilindro de 40 mm de altura y 20 mm de diámetro. Para crear los alabes haremos un barrido de un rectángulo en el plano vertical utilizando un raíl guía que es una curva helicoidal.

Esta curva se crea a partir del boceto 3D con la opción de curva helicoidal.

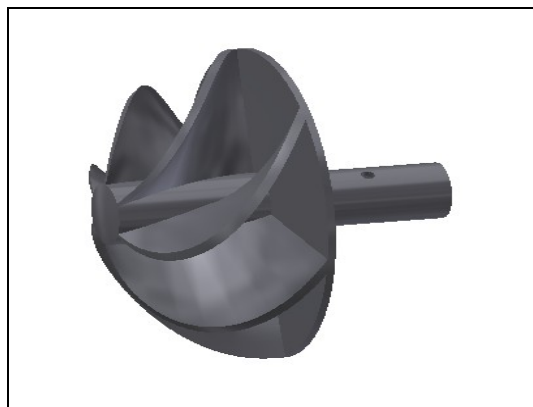


Figura 3.17.2.1 - Rodete turbina, pieza

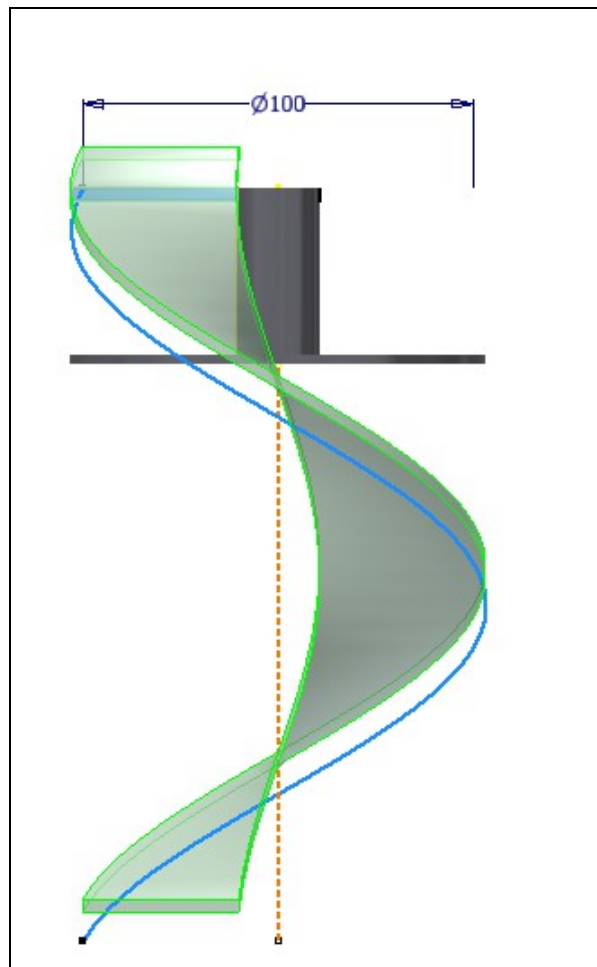


Figura 3.17.2.2 - Curva helicoidal, barrido

Cuando tenemos el barrido, le damos a opción de patrón circular y elegimos los filetes o alabes que queramos. A continuación eliminamos el material sobrante superior e inferior con extrusiones de corte, para terminar con la forma que tiene y que encaje con la carcasa, creamos un eje en el mismo eje del cilindro central y creamos una revolución de corte con la forma que tendrá el interior de la carcasa donde vaya alojado el rodete.

El siguiente paso será crear por la parte posterior un cilindro con sistema hexagonal hembra para que encaje con el rodete compresor.

El turbocompresor girará gracias a dos rodamientos, en la parte posterior de la base del rodete compresor y turbina, para ello debemos adecuar el espacio para el rodamiento.

3.17.3 Rodete compresor

La parte de elaboración del compresor es idéntico a la de la turbina, difiere en que tendrá la parte macho para la fijación.

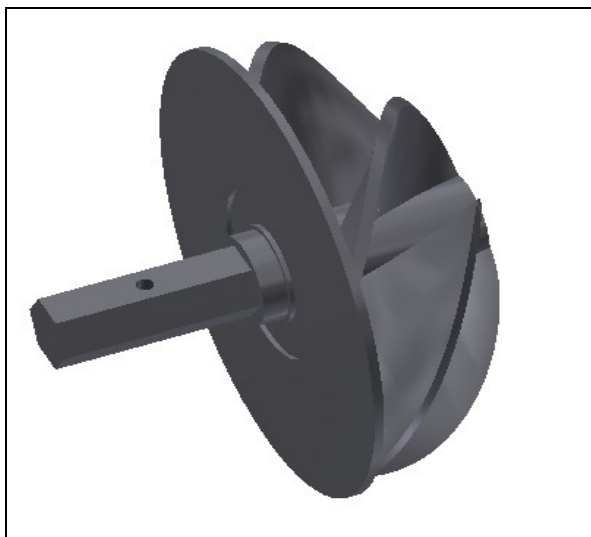


Figura 3.17.3.1 - Rodete compresor, pieza

3.17.4 Carcasa inferior turbocompresor

El turbocompresor necesita una carcasa , para facilitar en su montaje se ha dividido en dos partes, una parte inferior y una superior.

Para crear la carcasa y el turbocompresor en general, tenemos que entender las entradas y salidas del fluido, los gases de escape entran por la periferia y salen por el centro, mientras que el aire fresco entra por el centro y sale comprimido por la periferia en el lado opuesto.

Conociendo por donde pasan los fluidos, creamos la plantilla donde va ubicado el rodete la entrada de aire fresco con el conducto de periferia, rodamientos y eje. Pasamos un eje por el centro y revolucionamos 180 °.

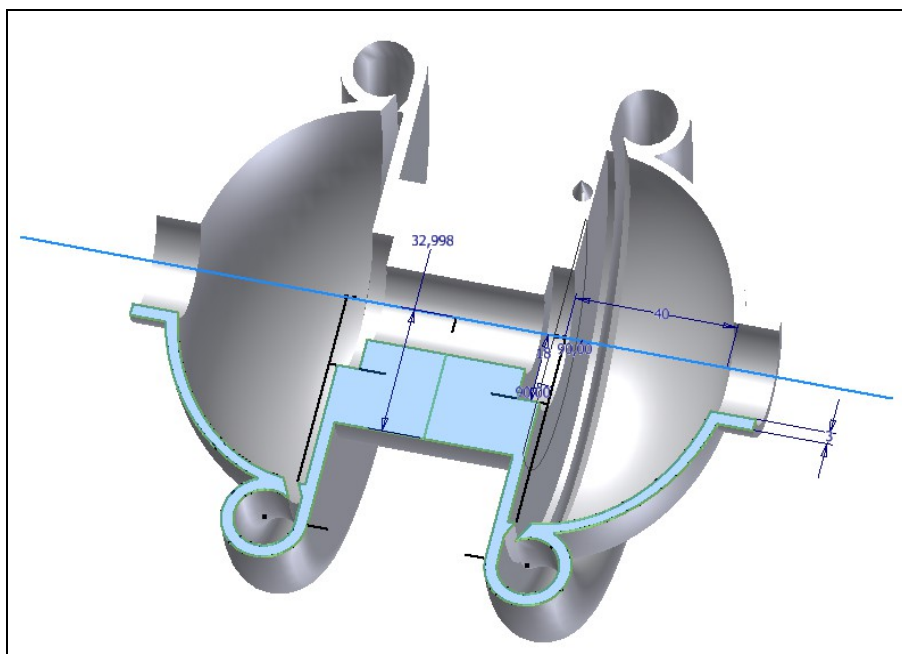


Figura 3.17.4.1 - Carcasa inferior, revolución boceto

A partir de la revolución creamos la salida para el aire fresco en la cámara de la periferia del compresor, además de preparar los orificios para la fijación de la carcasa.

3.17.5 Carcasa superior turbocompresor

Esta pieza, se colocará encima de la carcasa inferior para cerrar el turbocompresor, tiene el mismo diseño salvo que tiene una cara plana para ayudar al apoyo de la tornillería.

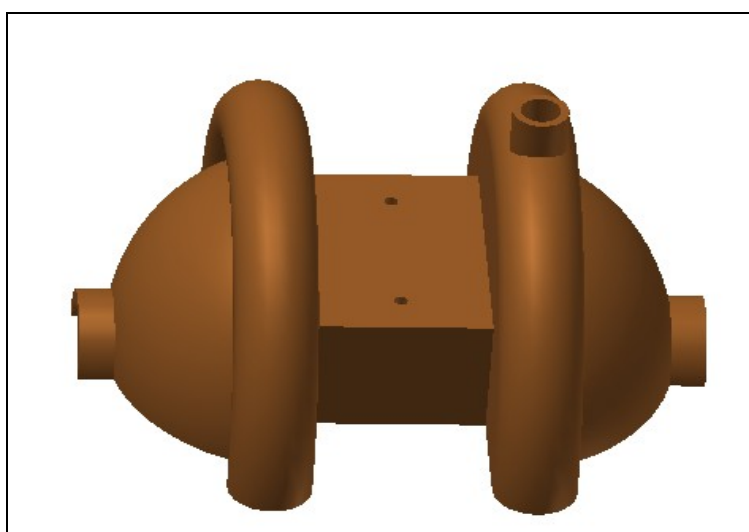


Figura 3.17.5.1 - Carcasa superior turbocompresor, pieza

3.17.6 Rodamiento turbocompresor

El turbocompresor contará con 2 rodamientos idénticos dentro, se han sustituido los cojinetes por rodamientos al tratarse de una maqueta se pretende que gire con más libertad, ya que al tratarse de una maqueta los cojinetes no recibirán fluido lubricante.

Los rodamientos se han elaborado de la misma forma que en el apartado 3.13.3 Rodamientos engranajes, a diferencia del mencionado se trata de un rodamiento de bolas y no de barras.

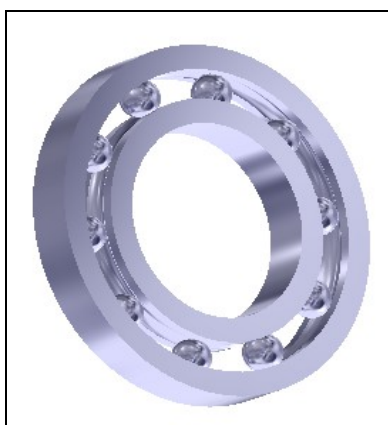


Figura 3.17.6.1 - Rodamiento turbocompresor, pieza

3.17.7 Colector barrido proa

Una vez el aire fresco ha entrado en el turbocompresor, este se comprime y pasa a un colector de aire de barrido donde se refrigera por agua salada, del colector pasará al bloque de cada cilindro y cuando las lumbreras se descubran por acción del pistón el aire pasará dentro del cilindro rápidamente por la diferencia de presión creando un barrido en el cilindro expulsando los gases.

Al igual que en los otros colectores ya creados, la forma de trabajar es semejante, primero creamos el colector como un cilindro hueco, y la toma de aire de la salida del turbocompresor para ello previamente hemos tenido que calcular en que posición tenemos que colocar el colector respecto a los otros elementos.

A diferencia de los colectores anteriores la distancia al bloque es mayor, y tenemos la necesidad de crear un conducto hasta la entrada del bloque, es de utilidad trabajar dentro del ensamble para tomar medidas y referencias. Primero creamos el orificio por el cual el fluido saldrá del colector, y para conducir el fluido del colector hasta el bloque crearemos un barrido, con un perfil cilíndrico creamos un plano vertical que pase por el centro del orificio y que pase por el recorrido que tengamos que hacer, dentro de este plano haremos un boceto con un carril que no hará de camino para guiar el barrido, la situación del orificio debe estar planificado de antemano ya que si el orificio del colector ya está encarado al orificio del bloque el acceso será más directo.

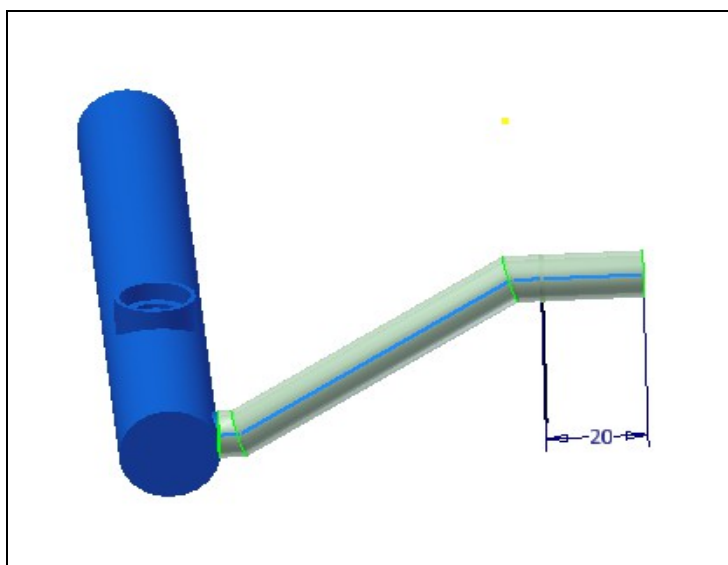


Figura 3.17.7.1 - Colector proa, barrido conducto

Una vez tenemos la primera conexión, se puede hacer simetrías a través de planos, de modo que en una operación englobamos todo el proceso de la conexión.

Cuando tenemos los tres conductos que llevan a los bloques, diseñamos el sistema de fijación del colector, como ya se ha comentado para colocar el colector de barrido lo instalaremos verticalmente de abajo hacia arriba, de manera que al subir la pieza el sobresaliente del bloque quede encajado.

Cuando tengamos el colector preparado, le haremos pasar un conducto de forma concéntrica por el colector para la refrigeración del aire de barrido, contará con una

entrada y una salida por la que circulará agua de mar, es el intercambiador de calor en el que se habla en el apartado 3.16.1.

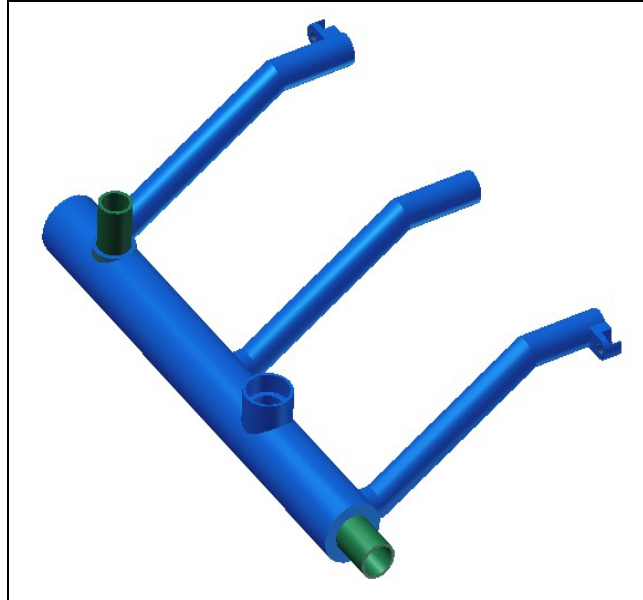


Figura 3.17.7.2 - Colector barrido proa, pieza

3.17.8 Colector barrido popa

El colector de barrido popa, se encargará de abastecer de aire comprimido a los cilindros 4,5 y 6. Esta pieza será simétrica al colector de barrido proa por lo que tiene el mismo proceso de elaboración.

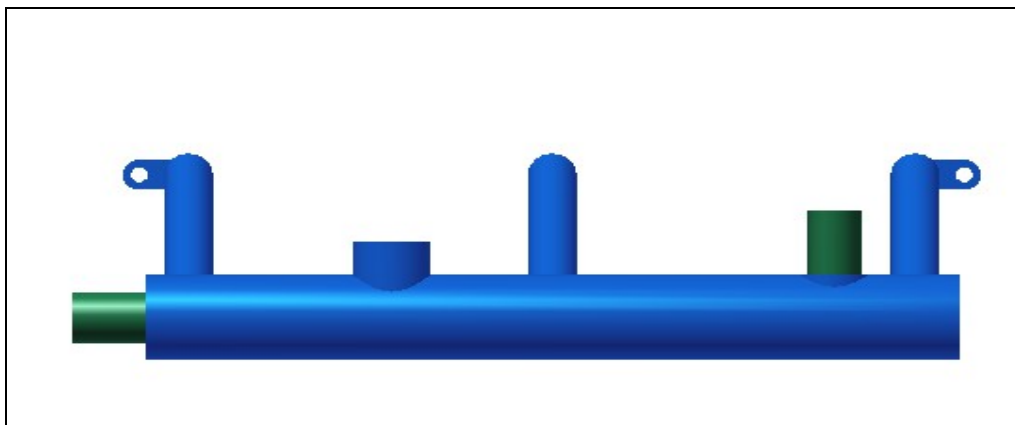


Figura 3.17.8.1 - Colector barrido popa, pieza

3.17.9 Colector escape proa

El colector de escape proa, será el que recoja los gases de las culatas 1,2 y 3. Su diseño será semejante a los colectores de admisión con la diferencia de que serán más grandes y serán colocados verticalmente de arriba hacia abajo.

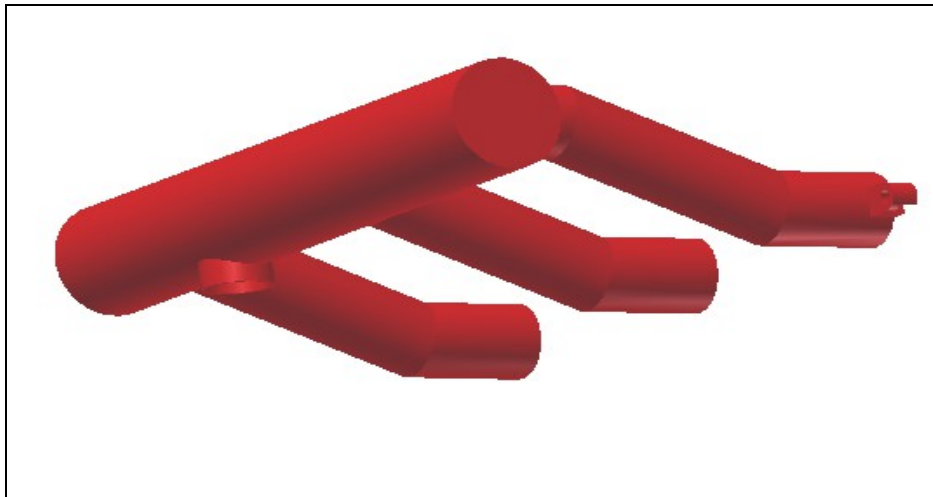


Figura 3.17.9.1 - Colector escape proa, pieza

3.17.10 Colector escape popa

El colector de escape de popa es simétrico al de proa, van a parar los gases de las culatas 4,5 y 6.

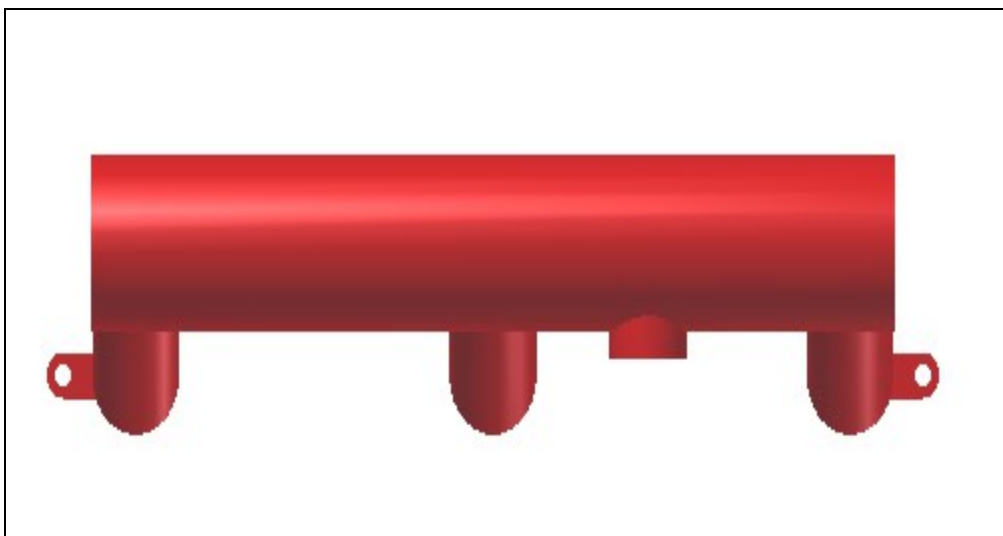


Figura 3.17.10.1 - Colector escape popa, pieza

3.17.11 Conductos admisión escape

Con el fin de facilitar reconocer las entradas y salidas de diferentes fluidos en el sistema se diseñarán unos tramos de diferentes conductos, para que se vea con claridad qué fluido entra y sale, los conductos irán acoplados al turbocompresor.

3.17.11.1 Conducto admisión

Se trata de un simple cilindro, pero esta pieza facilita a quien pueda observar el proyecto saber que fluido pasa por ese conducto.

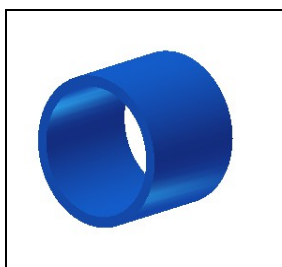


Figura 3.17.11.1.1 - Conducto admisión, pieza

3.17.11.2 Conducto escape inferior

El conducto de escape acoge las salidas de los gases de los dos turbocompresores, es una pieza muy visual preparada para ser colocada una vez los turbocompresores estén en sus respectivos lugares, de manera que su colocación tiene adaptarse a esta situación. Por ello se ha dividido esta pieza en dos partes superior e inferior de manera que encajen a presión gracias a unos labios acanalados en ambas piezas.

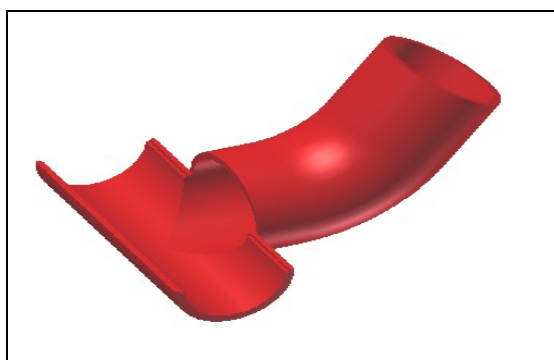


Figura 3.17.11.2.1 - Conducto escape inferior, pieza

3.17.11.3 Conducto escape superior

Esta pieza va colocada a presión sobre el conducto de escape inferior formando el colector de escape del motor.

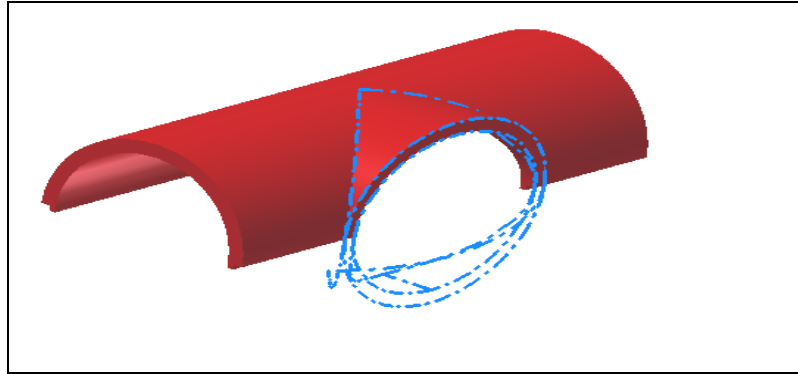


Figura 3.17.11.3.1 - Conducto escape superior

3.17.12 Tornillería

Para este sistema se han usado los tornillos A-1 y P-1.

3.17.12.1 Tornillo A-10

La creación de este tornillo se justifica para la fijación de los turbocompresores con el soporte, longitud de vástago 63,3 mm.

3.17.13 Resumen y explosionado

LISTA DE PIEZAS			
Nombre	Nº explosionado	Nº maqueta	Descripción
Rodete turbina	1	2	Plano 77
Rodete compresor	1	2	Plano 78
Carcasa inf. turbocompresor	1	2	Plano 79
Carcasa sup. turbocompresor	1	2	Plano 80
Rodamiento turbocompresor	2	4	Plano 81
Colector adm. proa	0	1	Plano 82
Colector adm. popa	0	1	Plano 83
Colector escp. proa	0	1	Plano 84
Colector escape popa	0	1	Plano 85
Tornillo P-1	1	2	Plano 93
Tornillo A-1	0	8	Plano 93
Tornillo A-10	2	4	Plano 93
Arandela A-1	2	12	Plano 93

Tabla 3.17.13.1 - Resumen sistema admisión escape

Se muestra un turbocompresor explosionado para comprender mejor el orden y el montaje plano 89, los colectores no se hacen necesarios plasmarlos de forma explosionada ya que sólo necesita de tornillos para su fijación y se podrá ver en el apartado de ensamble.

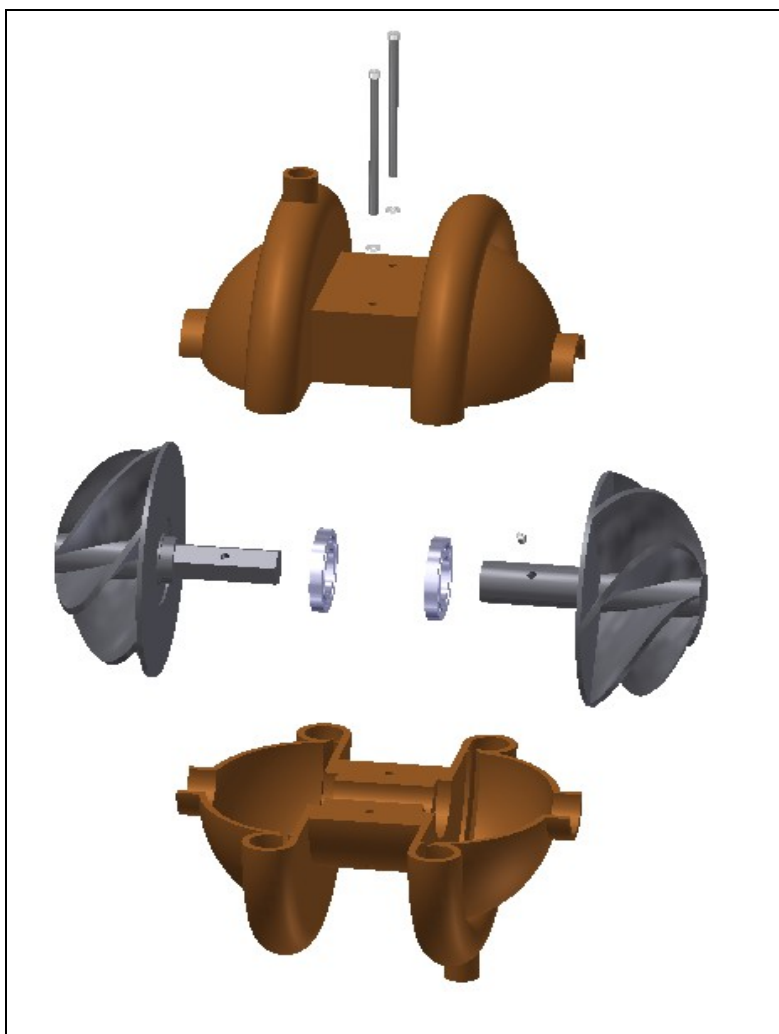


Figura 3.17.13.1 - Turbocompresor, explosionado

3.17.14 Ensamble sistema admisión escape

Para comenzar con el ensamblado, unimos los turbocompresores primero, tal y como vemos en el explosionado del apartado anterior para cada turbocompresor necesitamos el rodete compresor y turbina, insertamos dos rodamientos de turbocompresor y cada rodamiento lo ensamblamos en el eje en la cara interior de cada rodete, unimos las dos partes de los rodetes y con el tornillo prisionero P-1 los mantenemos fijos.

Ahora los rodetes unidos podemos insertarlos en la carcasa inferior, podemos distinguir la carcasa superior de la inferior en que la carcasa superior tiene la cara plana como apoyo de los tornillos, el rodete será ensamblado con una restricción de coincidencia de eje de

rodete - carcasa, y de coincidencia de contacto entre superficies quedando un grado de libertad para que pueda girar.

El último paso del turbocompresor es colocar la carcasa superior de forma semejante a como se fijó el rodete con la carcasa inferior, cuando tenemos el grupo del compresor lo tenemos que fijar al motor, la carcasa superior debe quedar hacia arriba, y el conducto de la carcasa superior de la periferia debe quedar en la parte interior esto es aproximadamente el turbocompresor de proa lo mantendrá a la altura de la tercera culata, y en el de popa cerca de la cuarta culata, se comprueban los tornillos del ensamble del turbocompresor.

En el paso siguiente se colocará los colectores de admisión, insertamos los dos colectores, el colector de proa tiene la entrada del agua de refrigeración de mar por el lateral que viene de la parte más a proa, el de popa la entrada la tiene en el lateral de popa, están diseñados para que encajen al colocarlos de abajo hacia arriba, introducimos la restricción concéntrica del conducto del turbo con el conducto del colector al que va a estar conectado, orientamos los colectores bien desde la superficie de apoyo con el bloque o bien desde el lateral con el bloque de cilindro, después la tercera restricción será la de coincidencia de superficies encontradas del turbocompresor y colector de manera que sube y se coloca en su posición final, los colectores de escape van ensamblados de la misma manera.

Los colectores tanto de admisión como de escape tienen un tope en el orificio que va encajado a la turbosoplante, de manera que al introducir el colector quede a la altura que debe estar, sumado a los topes del sistema de fijación y los orificios dispuestos a que sólo puedan encajarse para que se desplacen verticalmente para ser colocados, esto hace que sea fácil de colocar.

Los tornillos A-1 y arandelas A-1, serán las siguientes en encajar, más tarde los conductos de aire fresco en las aberturas del turbocompresor a proa y popa, los conductos de gases de escape en el centro entre los turbocompresores cierran el sistema de admisión escape, a simple vista gracias al color de los colectores azul aire fresco, verde marino agua salada

y rojo gases de escape muestran muy claramente los fluidos en los distintos conductos en un simple vistazo.

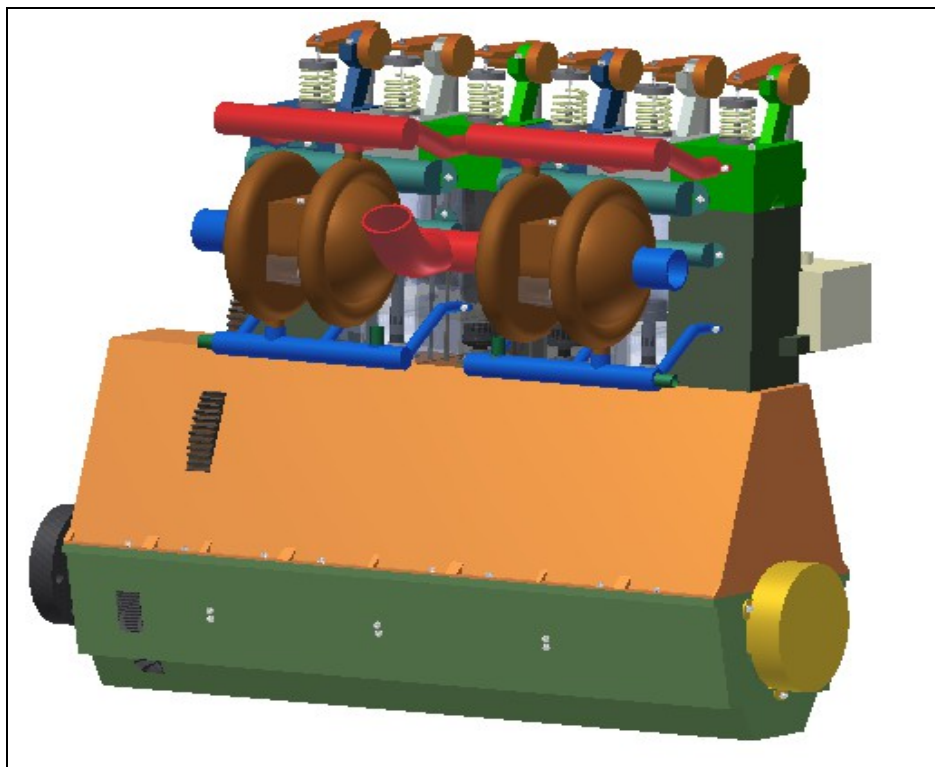


Figura 3.17.14.1 - Sistema admisión escape con motor, ensamble

3.18 Sistema de combustible

Se resumirá brevemente el circuito del combustible de un buque mercante cualquiera, partimos del tanque de almacenaje donde se almacena el crudo, desde este tanque se trasiega al tanque de sedimentación donde los lodos más pesados caen y se separa gran cantidad de agua contenida en el combustible por la diferencia de densidades. Desde este tanque el combustible pasa a las depuradoras de combustible donde tiene lugar otra "limpieza" de combustible se retiran sedimentos y agua a través de la fuerza centrífuga. Desde la depuradora se trasiega al tanque de servicio diario, que es el tanque del cual se toma el combustible para el motor y desde el cual parte el esquema de la figura 3.18.1.

En el esquema de la figura, tenemos dos tanques con dos combustibles MDO (marine diesel oil) y HFO (heavy fuel oil), el motor está preparado para funcionar con los dos

combustibles según situación de navegación, en puerto, puesta en marcha, etc.

Los tanques de diario tienen una válvula para permitir la salida de un tipo u otro de combustible, en la línea se encuentran las bombas de suministro y más adelante las de circulación, al igual que en otros tanques y en tramos de líneas después pueden pasar por un calentador, filtros y hacia la bomba unitaria de cada cilindro donde eleva la presión y pasa del circuito de baja presión al tramo de alta presión, de la bomba pasa al inyector donde atomiza el combustible para la combustión.

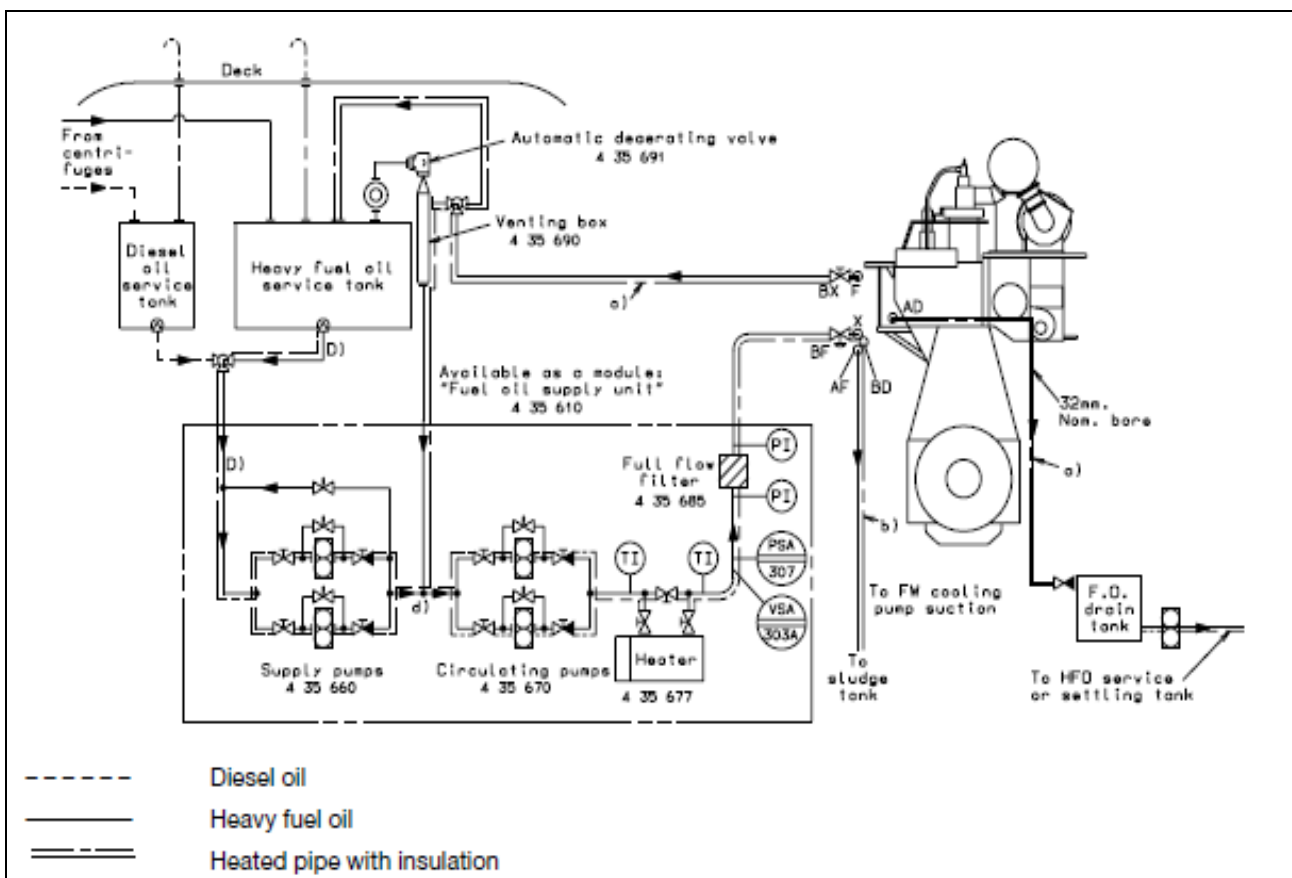


Figura 3.18.1 - Circuito sistema de combustible

El combustible de exceso pasa al venting box donde los gases, si los hubiera, se ventean y recircula la parte líquida del combustible para evitar cavitación en el sistema.

3.18.1 Modificación bloque de cilindros y culata

El sistema de combustible que se va a crear forma parte del motor, cuando el esquema de la figura x acaba en el motor ocurre que suministra combustible a la bomba unitaria de combustible de cada cilindro, esta bomba irá alojada en el frontal del bloque de cilindros, tenemos creado el pie de apoyo e irá sujeta a un perno el cual el orificio del sistema de fijación debe ser creado, para ello medimos de donde debe ir colocada la sujeción y creamos una extrusión de una superficie mayor y extrusionamos con un valor de 10 mm, para luego centrar el orificio del anclaje para un diámetro menor del que anteriormente se hizo, ahora 3,3 mm de diámetro y 8 mm de profundidad.

Modificación aplicada a los bloques de los cilindros 1,3,4,6 y soporte.

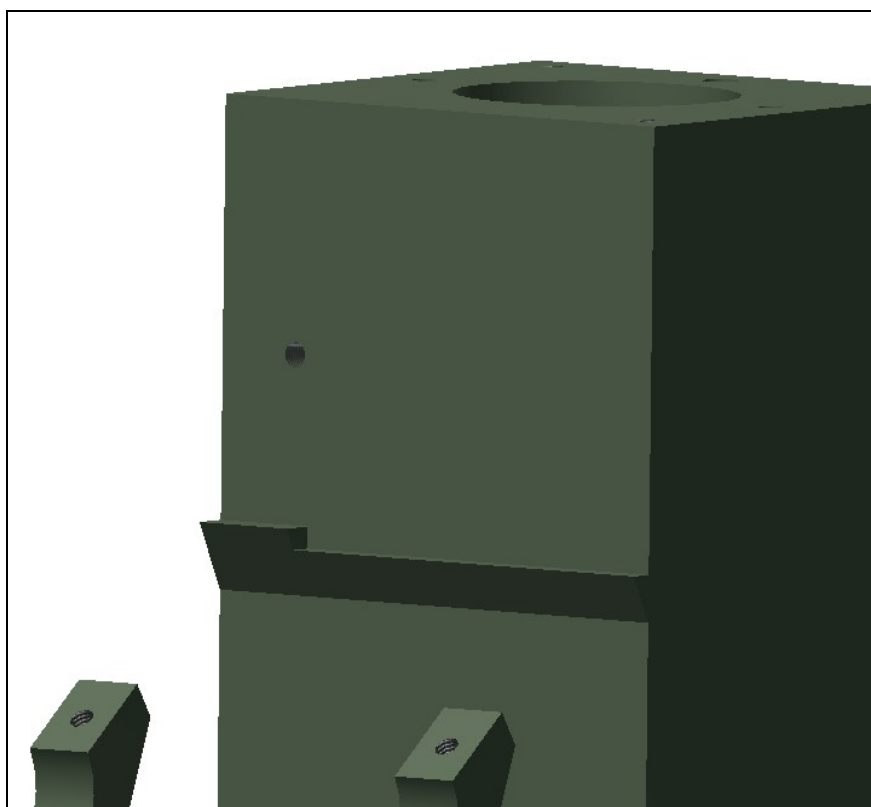


Figura 3.18.1.1 - Bloque de cilindro, modificación

Sabiendo situación de la bomba, nos centramos en el siguiente elemento fundamental de este circuito, el inyector, esta pieza es la encargada de atomizar el combustible en finas partículas dentro del cilindro para una combustión adecuada, recibe el combustible de la

bomba de inyección. Por lo tanto este elemento debe tener acceso a la cámara de combustión desde la culata.

El inyector irá fijado en la parte frontal de la culata por dos pernos, el inyector en forma de t necesita tener un buen ángulo de entrada a la culata, por eso debemos eliminar material de esta y dejar un apoyo en un cierto plano que permita al inyector dosificar el combustible en una posición tal que por efecto de turbulencia dentro del cilindro se forme una mezcla entre combustible y comburente apta.

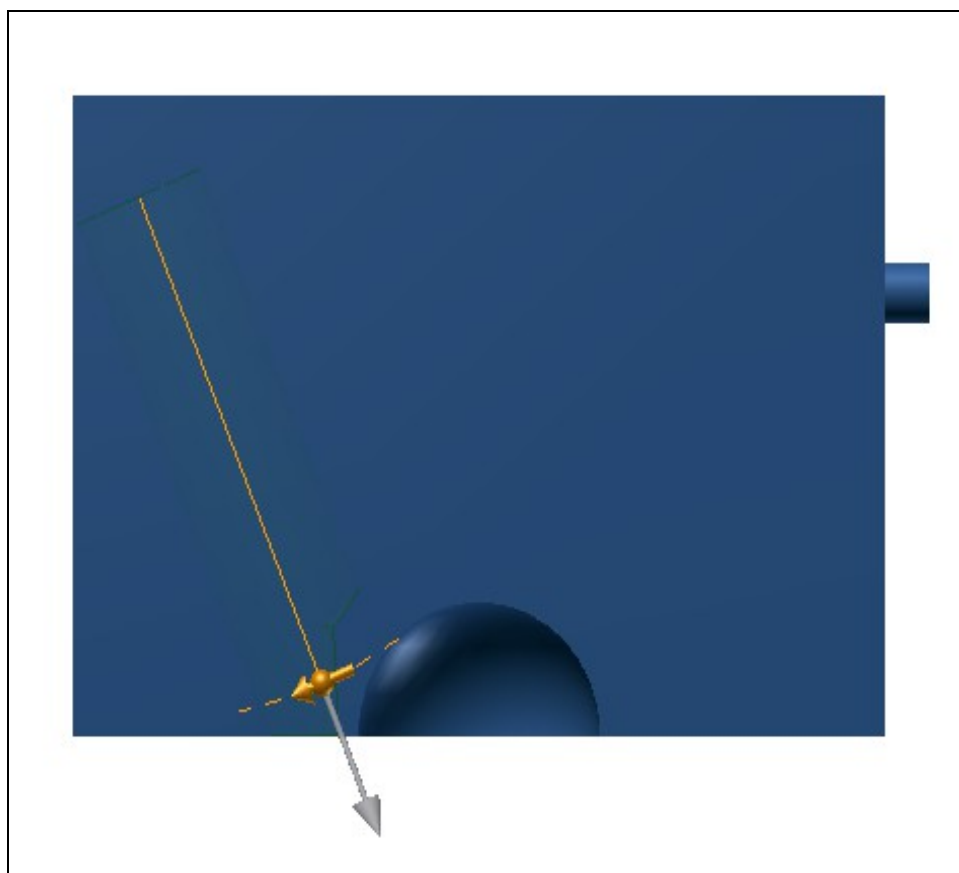


Figura 3.18.1.2 - Culata, extrusión

La figura 3.18.1.2 muestra la inclinación del orificio practicado para el inyector, en el primer paso se ha eliminado material en base rectangular y con el plano ortogonal por el cual irá el vástago del inyector, los pasos intermedios han sido los de taladrar el orificio y retirar material para el cuerpo del inyector, para rematar la modificación se taladran los orificios de sujeción.

3.18.2 Bomba de inyección

La bomba de inyección es la encargada de aumentar la presión para que el combustible tenga la presión necesaria para que el inyector atomice perfectamente.

La bomba de inyección a su vez se compone de diferentes elementos cremallera ajustando la cantidad de combustible, émbolo, resorte, etc. Ya que se ha menguado el motor con todos sus componentes se ha decidido que sea una pieza maciza y no desglosar ciertos elementos como pueda ser la bomba de inyección o el inyector, la bomba de inyección en la maqueta hace 67 mm de altura con lo cual se hace inviable que esta pieza se desmonte en otras más pequeñas.

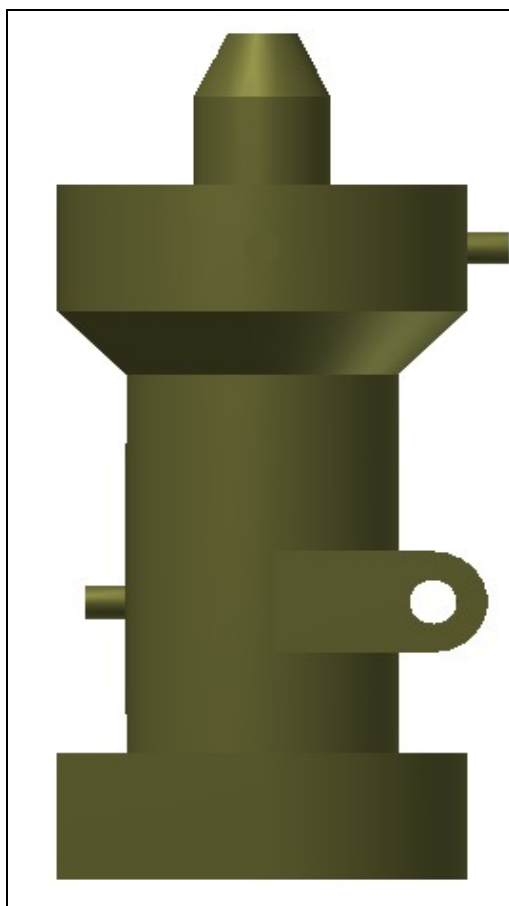


Figura 3.18.2.1 - Bomba de inyección, pieza

Para las conexiones con los diferentes conductos del combustible se han colocado unos sobresalientes, las conexiones irán colocadas a presión.

3.18.3 Accionador bomba de inyección

El eje de levas es el que "ordena" a la bomba mediante un actuador el momento de la inyección, como elemento actuador se ha colocado un pivote que debe accionar a la bomba en el momento adecuado, la leva de combustible empuja verticalmente hacia arriba a este pivote de manera que cuando este accionador se desplaza hacia arriba cumple su función, mientras que cuando se desplaza hacia abajo retorna a su posición de reposo.



Figura 3.18.3.1 - Accionador bomba de inyección, pieza

El accionador no tiene consecuencias mecánicas, no se ha unido con la bomba ya que la bomba es una pieza sólida, simplemente efectúa su trabajo para mostrar cuando debe trabajar.

3.18.4 Inyector

Al igual que pasaba con la bomba de inyección el inyector será macizo, el fin de este proyecto es crear una maqueta didáctica, no tiene fluidos y no conviene crear piezas muy pequeñas tanto por el material como por que no sería práctico para el usuario.

Para el inyector creamos primero la base, y vamos haciendo capas del cuerpo hasta llegar a la tobera. Se colocan unos puntos de apoyo para que puedan encajar los conductos de combustible.



Figura 3.18.4.1 - Inyector, pieza

3.18.5 Conductos combustible

Para una mejor visualización del proyecto se han diseñado los conductos de combustible, para el modelo impreso, se utilizará tubo de plástico flexible, ya que ofrece la misma utilidad visual, siendo más económico y da una mayor flexibilidad a la hora de montar y desmontar.

El combustible llega a a las bombas de inyección y de ahí al inyector, mientras que el combustible de retorno vuelve por otros conductos, Los conductos de combustible se han coloreado de rojo mientras que los de retorno serán marrones. Se han englobado de la forma siguiente.

3.18.5.1 Conducto de combustible alimentación

El conducto de combustible será el encargado de suministrar el combustible a tres bombas de inyección, por lo que se colocarán dos una para la bomba del cilindro 1,2 y 3, y el otro para la 4,5 y 6.

Para hacer el conducto la forma de trabajar será en general la de hacer un cilindro a través

de varios barridos, depende de donde estén situadas las conexiones se podrán hacer en un mismo plano o en varios, para este conducto en particular se trabajará en el mismo plano ya que todas las conexiones (la entrada de combustible a la bomba de inyección) están a la misma cota, es un hecho que nos simplifica la tarea.

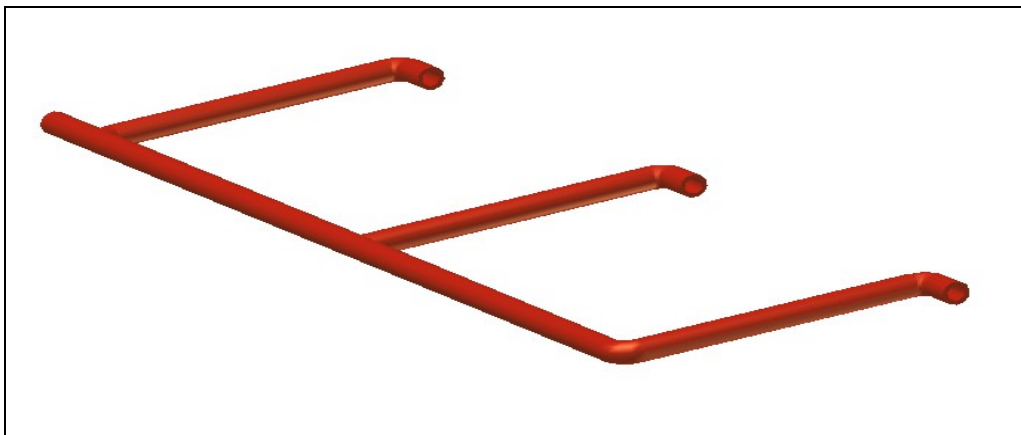


Figura 3.18.5.1.1 - Conducto combustible alimentación, pieza

Para una mayor comodidad de tomar nota en referencias se puede crear la pieza en el propio ensamble del motor, de esta manera se comprueba a tiempo real la colocación entre los diferentes elementos para no tropezar unos con otros.

Como podemos observar en la 3.18.5.1.1, la línea tiene una entrada de combustible que se ramifica en otras tres líneas que van a parar a cada bomba. Este conducto sirve para el primer grupo de bombas y para el segundo.

3.18.5.2 Conducto combustible alta presión

Una vez el combustible sale de la bomba de inyección, este tiene una presión más elevada y adecuada para el inyector.

El conducto de combustible de alta presión, conduce de cada bomba de inyección hasta su inyector, aunque su recorrido es más bien corto, necesitaremos tres barridos en tres planos distintos, el que sale de la bomba, el cuerpo del recorrido y el que entra al inyector.

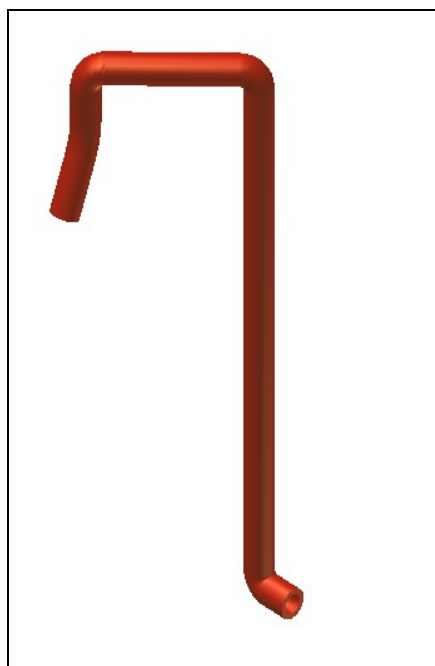


Figura 3.18.5.2.1 - Conducto combustible alta presión, pieza

3.18.5.3 Conducto retorno combustible

El conducto de retorno de combustible recoge los excedentes de combustible de la bomba de inyección y del propio inyector y los manda a otro tanque para que puedan reutilizarse.

Trabajaremos de la misma forma en cilindros a través de barridos, con la particularidad de que será creado en tres partes, que más adelante lo uniremos en un ensamble. El conducto recogerá de un grupo de tres bombas y de tres inyectores, servirá para los dos conjuntos de tres elementos cada uno.

El primer tramo del conducto recoge combustible del primer inyector y de la bomba inyectora situada en su parte de más a proa, usará 4 barridos para 4 planos diferentes utilizados, es necesario recordar de que se deben evitar elementos como el brazo de la barra empujadora y la propia barra empujadora.



Figura 3.18.5.3.1 - Conducto retorno combustible 1, pieza

El segundo tramo será el intermedio, por lo que recoge combustible del segundo inyector y de la segunda bomba inyectora, además debe unirse al primer tramo y permitir la entrada del tercero.

Se puede ver en la figura 3.18.5.3.2, que los conductos que salen del inyector y de la bomba inyectora no se modifican, el mayor cambio son las conexiones entre tramos del conducto.

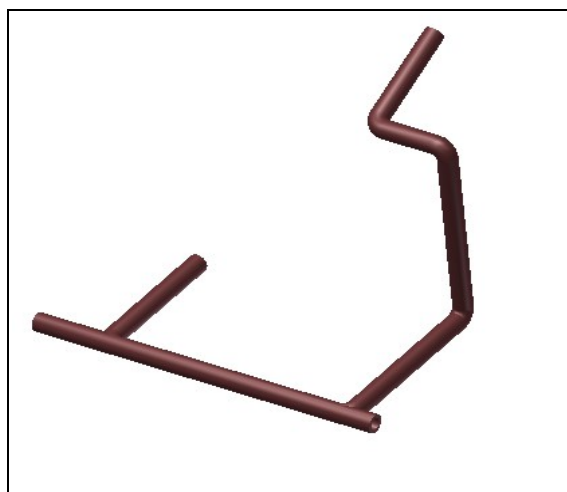


Figura 3.18.5.3.2 - Conducto retorno combustible 2, pieza

El tercer tramo es idéntico pero sólo tiene una conexión el conducto de retorno en su

parte de más a proa, lo tenemos en la figura 3.18.5.3.2.

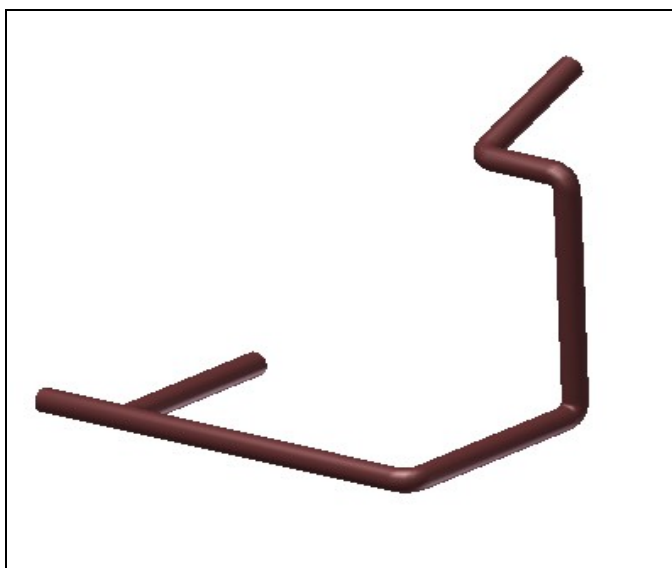


Figura 3.18.5.3.3 - Conducto retorno combustible 3, pieza

El resultado de unir los conductos es el de la figura 3.18.5.3.3, se ha procedido a desglosar la línea para trabajar con más comodidad ya que al imprimir el ensamble quedará unido como si de una pieza solidaria se tratase.

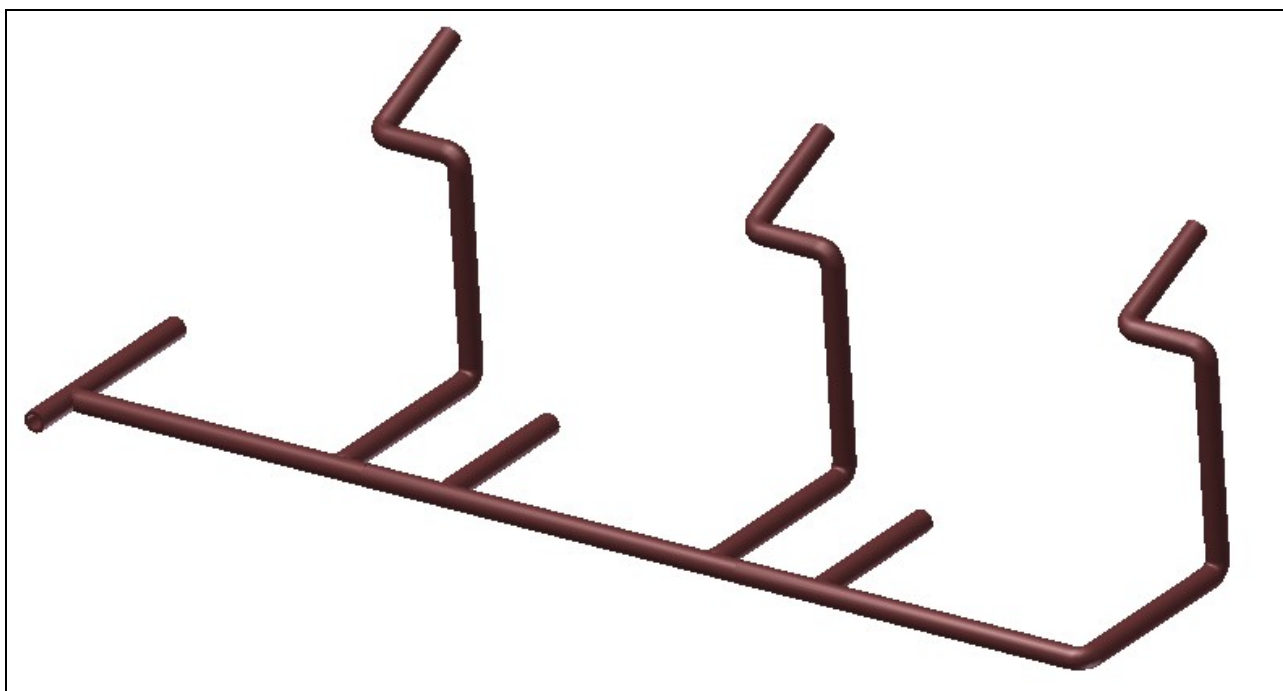


Figura 3.18.5.3.4 - Conducto retorno combustible, ensamble

3.18.6 Tornillería

Se ha usado los tornillos A-5 para fijar las bombas de inyección y los tornillos A-2 para los inyectores con sus respectivas arandelas A-1.

3.18.7 Resumen

LISTA DE PIEZAS			
Nombre		Ctdad maqueta	Descripción
Bomba inyección		6	Plano 90
Inyector		6	Plano 92
Accionador bomba inyección		6	Plano 91
Conducto comb. alimentación		2	Anexo I
Conducto comb. alta presión		6	Anexo I
Conducto comb. retorno 1		2	Anexo I
Conducto comb. retorno 2		2	Anexo I
Conducto comb. retorno 3		2	Anexo I
Tornillo A-5		25	Plano 93
Tornillo A-2		38	Plano 93
Arandela A-1		226	Plano 93

Tabla 3.18.7.1 - Resumen sistema de combustible

3.18.8 Ensamble sistema de combustible

Una vez que tenemos los bloques del cilindro y las culatas modificadas, se puede empezar a colocar las bombas de inyección, su posición está delante del bloque de cilindros encima del sobresaliente más a proa haciendo que la mitad de la bomba sobresalga a proa del bloque, para los cilindros intermedios se traduce en que la bomba estará entre los dos bloques, bastarán las restricciones de coincidencia.

El inyector irá colocado en el orificio practicado en la culata su posición es simple introducir en el orificio y comprobar que las conexiones estén debidamente orientadas, la

conexión de alimentación que sobresale tiene que estar hacia arriba, y la conexión de retorno en la parte más al frente, se fijará mediante restricciones de coincidencia concéntrica y de superficies, introducimos los tornillos A-2 para el inyector y los tornillos A-5 para las bombas de combustible.

El accionador de la bomba de combustible tiene su guía en la tapa del eje de levas, por lo tanto debemos hacer una restricción de coincidencia de eje o concéntrico para que cuadre en esa posición y además una restricción transicional para que el accionador vaya deslizando por todas las caras de la leva de combustible, con estas dos restricciones tendrá un grado de libertad que le permitirá el movimiento vertical.

En la parte de los conductos, colocaremos primero la alimentación a las bombas de inyección de combustible, cada pieza alimenta a tres bombas una posible manera de colocar en su posición puede ser coincidencia de superficie y eje entre la primera conexión del conducto y la primera bomba, y después indicamos que el brazo del conducto debe estar a un ángulo 0° respecto el plano horizontal, el segundo conducto de alimentación se colocará de la misma manera.

El siguiente conducto es de alta presión, que conduce el combustible de cada bomba a cada inyector, era un conducto que requirió varios barridos en diferentes planos facilita en gran medida su colocación ya que tiene una posición única con dos restricciones de coincidencia de eje de las conexiones, las conexiones son para la bomba la situada en la parte superior a popa y para el inyector la que se encuentra en la parte superior.

El último conducto lo forman a su vez tres tramos, conducto 1, 2 y 3, siendo el 1 el de más a proa el 2 intermedio y 3 el situado más a popa, este conducto es el encargado de recoger el retorno de inyectores y bombas de combustible, como el primer conducto de alimentación se ocupa de tres bombas y tres inyectores, para unir estos tres tramos hacemos coincidencia en ejes en el conducto horizontal, y entre superficies, luego los conductos que sobresalen deberán tener una restricción de ángulo en que la diferencia sea 0° .

Cuando ensamblamos al igual que en el conducto de alta presión, bastará dos restricciones para colocarlo en su posición, esas dos restricciones serán dos coincidencias de eje una de la bomba y la otra del inyector.

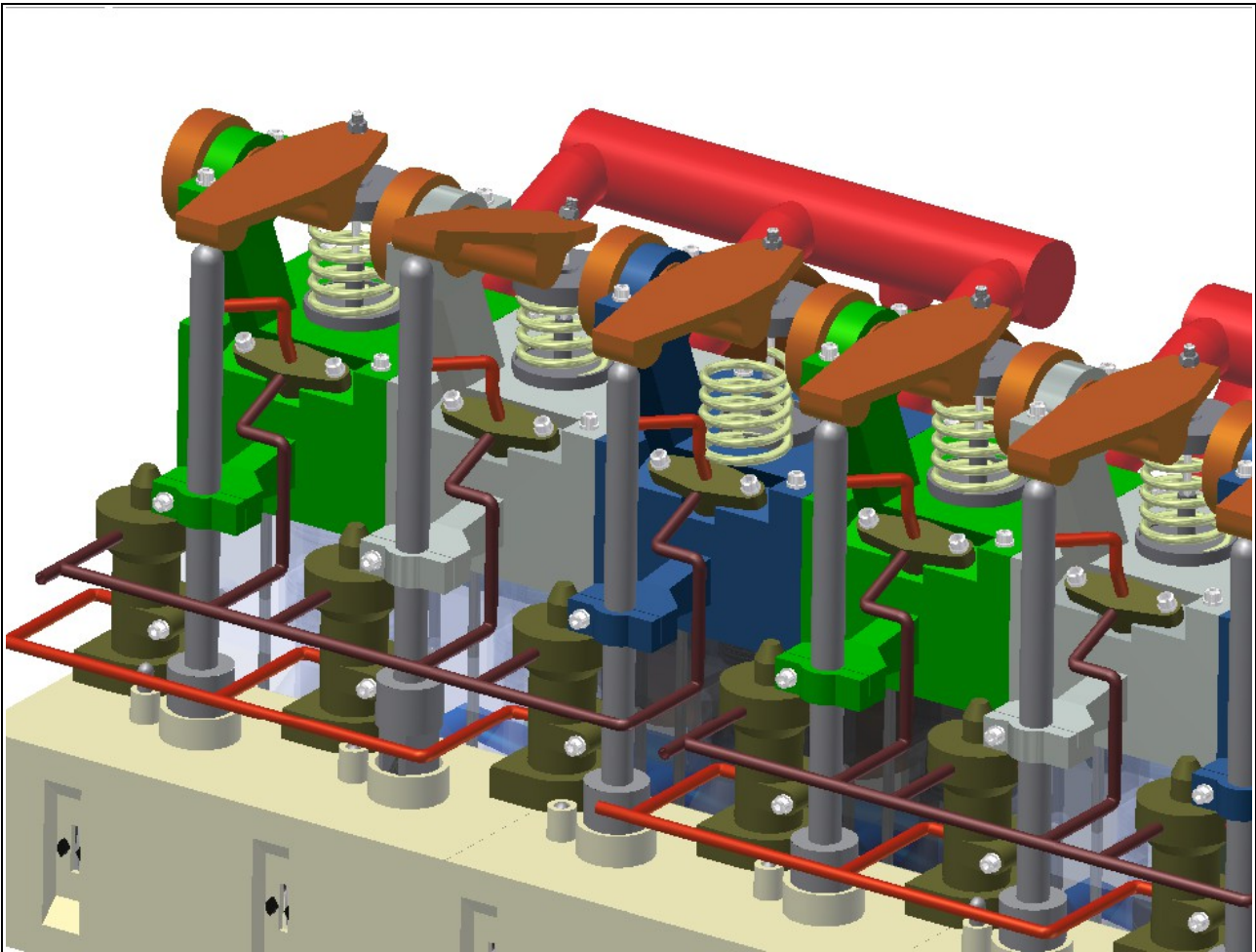


Figura 3.18.8.1 - Sistema de combustible con motor, ensamble

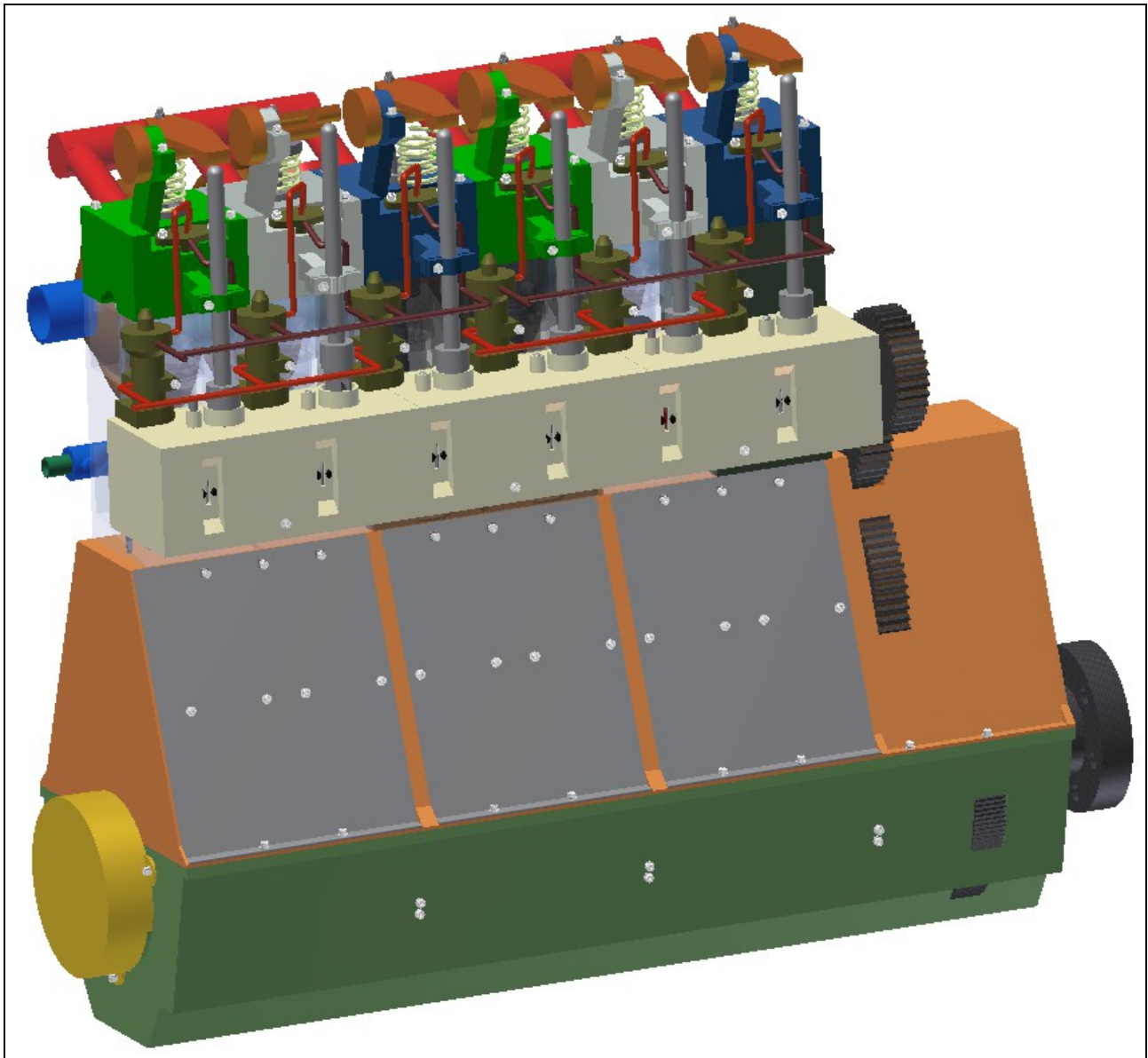


Figura 3.18.8.2 - Motor vista frontal

4 PRESUPUESTO

El presupuesto se compone de las piezas impresas en plástico abs por tecnología FDM, modelado por deposición fundida, desglosada por apartados y presupuestados mediante una compañía que imprime por encargo online, materialise.

Los conductos de combustible, resorte y tornillería mediante diferentes tiendas online. Festo los conductos, muelleStock los resortes y la tornillería a cargo de landaluce.

Código	Tipo de muelle	Exterior	Hilo	Largo	Calidad	Cincado	Cantidad	Precio	Stock
206187	Compresión	28.00	2.20	38	cp	 Cuerda Plano	6	5.0072 €	 24h  



Destino



Peso pedido

0.196 kg

* para pedidos con pagos por transferencia el plazo se contará a partir de la recepción de la misma.



Cod: 206187

Cincado

Select

Soy Cliente con cuenta de crédito aprobada por MuelleStock

Base imponible

I.V.A. 21%

Si tienes N° Identificación para comprar sin IVA ,
Debes darte de Alta o Entrar con tu Clave de Cliente
para validarlo , [pinchar aquí](#)

Cantidad		Precio	=	Total
6	X	5.0072 €	=	30.04 €
0	X	28.9 €	=	0 €
1	X	0 €	=	0 €
1	X	0 €	=	0 €
				30.04 €
				6.31 €

Total a pagar

36.35 €

OnSite - Imprimir presupuesto

sebastian Capella

España



Referencia de Materialise OnSite: 633143

Su referencia:

Pieza	Tecnología	Material Acabado	Precio por pieza	Cant.	Total
633143-rodete_turbina-1 100 x 100 x 87 mm Vol.: 52 cm3	FDM	ABS - black Normal	227,70 €	2	455,40 €
633143-rodete...compresor-2 100 x 100 x 87 mm Vol.: 55,4 cm3	FDM	ABS - black Normal	223,20 €	2	446,40 €
633143-carc...inf_turbo-3 153,8 x 143 x 81,5 mm Vol.: 186,1 cm3	FDM	ABS - yellow Normal	378,90 €	2	757,80 €
633143-carc...sup_tubo-4 153,8 x 143 x 81,5 mm Vol.: 206,5 cm3	FDM	ABS - yellow Normal	398,70 €	2	797,40 €
633143-roda...nto_turbo-5 5 x 36 x 36 mm Vol.: 2,4 cm3	FDM	ABS - white Normal	49,50 €	4	198,00 €
633143-Cole...adm_proa-6 48,3 x 104 x 185,3 mm Vol.: 26,3 cm3	FDM	ABS - white Normal	384,30 €	1	384,30 €
633143-Cole...adm_popa-7 48,3 x 104 x 185,1 mm Vol.: 26,3 cm3	FDM	ABS - white Normal	387,00 €	1	387,00 €
633143-Cole...esc_proa-8 42,4 x 107,5 x 184,7 mm Vol.: 61,1 cm3	FDM	ABS - red Normal	352,80 €	1	352,80 €
633143-Cole...esc_popa-9 42,4 x 107,5 x 184,3 mm Vol.: 61,1 cm3	FDM	ABS - red Normal	351,90 €	1	351,90 €
633143-Conducto_adm-10 35 x 35 x 30 mm Vol.: 7,7 cm3	FDM	ABS - white Normal	47,70 €	2	95,40 €
633143-Cond...esc_inf-11 67,4 x 111,9 x 85,1 mm Vol.: 30,9 cm3	FDM	ABS - red Normal	149,40 €	1	149,40 €
633143-Cond...esc_sup-12 18,5 x 35 x 85,1 mm Vol.: 10,4 cm3	FDM	ABS - red Normal	96,30 €	1	96,30 €
				Precio de piezas	4472,10 €
				Descuento en línea	-447,21 €
				Total	4024,89 €
					<small>IVA no incluidos</small>

Los precios no incluyen el IVA.

Condiciones de pago: Tarjeta de crédito o 30 días desde la fecha de la factura.

Se aplican los [términos y condiciones](#).

El equipo de Materialise OnSite

Materialise NV
Technologieaan, 15
3001 Leuven (Bélgica)<https://onsite.materialise.com/es/Ordering/QuotationPrint/290169>

1/2

OnSite - Imprimir presupuesto

—
sebastian Capella—
España

Referencia de Materialise OnSite: 633144

Su referencia:

Pieza	Tecnología	Material Acabado	Precio por pieza	Cant.	Total
633144-Balancin-1 88 x 35 x 51,8 mm Vol.: 29,2 cm3	FDM	ABS - yellow Normal	73,80 €	6	442,80 €
633144-somb..._balancin-2 50 x 14,6 x 10 mm Vol.: 2,4 cm3	Estereolitografía	TuskXC2700T Pintado transparente cosmético	86,88 €	6	521,16 €
633144-barr...mpujadora-3 20 x 170,5 x 20 mm Vol.: 17,2 cm3	FDM	ABS - white Normal	49,50 €	6	297,00 €
633144-rod..._seguidor-4 16 x 16 x 5 mm Vol.: 1 cm3	FDM	ABS - black Normal	20,70 €	6	124,20 €
633144-somb...mpujadora-5 30 x 13 x 10 mm Vol.: 1,4 cm3	Estereolitografía	TuskXC2700T Pintado transparente cosmético	82,82 €	6	496,92 €
Precio de piezas					1882,08 €
Descuento en línea					-188,21 €
Total					1693,87 €
					<small>IVA no Incluidos</small>

Los precios no incluyen el IVA.
 Condiciones de pago: Tarjeta de crédito o 30 días desde la fecha de la factura.
 Se aplican los [términos y condiciones](#).

El equipo de Materialise OnSite
 Materialise NV
 Technologieaan, 15
 3001 Leuven (Bélgica)
 Tel. +32 16 74 45 19
 Fax +32 16 39 62 75
onsite@materialise.com
onsite.materialise.com



© Materialise 2016

OnSite - Imprimir presupuesto

—
sebastian Capella
—

España



Referencia de Materialise OnSite: 632913

Su referencia:

Pieza	Tecnología	Material Acabado	Precio por pieza	Cant.	Total
632913-Bancada_proa-1 208 x 126 x 165,6 mm Vol.: 1023,1 cm3	FDM	ABS - green Normal	1684,80 €	1	1684,80 €
632913-Banc...a_central-2 208 x 126 x 162,6 mm Vol.: 1011,7 cm3	FDM	ABS - green Normal	1579,50 €	2	3159,00 €
632913-Banc...ngranajes-3 208 x 126 x 130 mm Vol.: 928,6 cm3	FDM	ABS - green Normal	1423,80 €	1	1423,80 €
632913-semi...cipal_inf-4 50,4 x 25,2 x 20 mm Vol.: 1,5 cm3	FDM	ABS - white Normal	26,10 €	8	208,80 €
632913-semi...cipal_sup-5 50,4 x 25,2 x 20 mm Vol.: 1,5 cm3	FDM	ABS - white Normal	26,10 €	8	208,80 €
632913-somb...teriorCP-6 70,4 x 33 x 20 mm Vol.: 24,3 cm3	FDM	ABS - green Normal	69,30 €	2	138,60 €
632913-sombrete_CP-7 70,4 x 33 x 20 mm Vol.: 20,6 cm3	FDM	ABS - green Normal	48,60 €	6	291,60 €
Precio de piezas					7115,40 €
Descuento en línea					-711,54 €
Total					6403,86 €
					<small>IVA no Incluidos</small>

Los precios no Incluyen el IVA.

Condiciones de pago: Tarjeta de crédito o 30 días desde la fecha de la factura.

Se aplican los [términos y condiciones](#).

El equipo de Materialise OnSite

Materialise NV
Technologieaan, 15
3001 Leuven (Bélgica)
Tel. +32 16 74 45 19
Fax +32 16 39 62 75
onsite@materialise.com
onsite.materialise.com



© Materialise 2016

OnSite - Imprimir presupuesto

—
sebastian Capella
—

España



Referencia de Materialise OnSite: 632963

Su referencia:

Pieza	Tecnología	Material Acabado	Precio por pieza	Cant.	Total
632963-Bastidor_proa-1 157,8 x 208 x 165,5 mm Vol.: 280,5 cm3	FDM	ABS - yellow Normal	895,50 €	1	895,50 €
632963-Bast...r_central-2 147,8 x 208 x 165,5 mm Vol.: 247,2 cm3	FDM	ABS - yellow Normal	860,40 €	1	860,40 €
632963-Bastidor_popa-3 177,8 x 208 x 165,5 mm Vol.: 327,9 cm3	FDM	ABS - yellow Normal	981,00 €	1	981,00 €
632963-Bast...ngranajes-4 120 x 208 x 165,5 mm Vol.: 240,9 cm3	FDM	ABS - yellow Normal	663,30 €	1	663,30 €
632963-Guia_patin-5 60,4 x 153,5 x 17 mm Vol.: 13,9 cm3	FDM	ABS - black Normal	41,40 €	12	496,80 €
632963-Tapa...idor_proa-6 67,1 x 163,5 x 151,6 mm Vol.: 46,7 cm3	FDM	ABS - white Normal	228,80 €	1	228,80 €
632963-Tapa...r_central-7 67,1 x 163,5 x 139,6 mm Vol.: 42,7 cm3	FDM	ABS - white Normal	178,20 €	2	356,40 €
632963-obtu...r_vastago-8 37,6 x 11,5 x 18,8 mm Vol.: 1,4 cm3	FDM	ABS - yellow Normal	25,20 €	12	302,40 €
Precio de piezas					4782,60 €
Descuento en línea					-478,26 €
Total					4304,34 €
					<small>IVA no incluidos</small>

Los precios no incluyen el IVA.

Condiciones de pago: Tarjeta de crédito o 30 días desde la fecha de la factura.

Se aplican los [términos y condiciones](#).

El equipo de Materialise OnSite

Materialise NV
 Technologiestaan, 15
 3001 Leuven (Bélgica)
 Tel. +32 16 74 45 19
 Fax +32 16 39 62 75
onsite@materialise.com
onsite.materialise.com



© Materialise 2016

OnSite - Imprimir presupuesto

—
sebastian Capella
—

España



Referencia de Materialise OnSite: 633119

Su referencia:

Pieza	Tecnología	Material Acabado	Precio por pieza	Cant.	Total
633119-Cruc...ndividual-1 29 x 43 x 48 mm Vol.: 20,2 cm3	FDM	ABS - red Normal	65,70 €	6	394,20 €
633119-semi...f_cruceta-2 55 x 13,5 x 17,8 mm Vol.: 1,2 cm3	FDM	ABS - black Normal	29,70 €	6	178,20 €
633119-semi...p_cruceta-3 55 x 13,5 x 17,8 mm Vol.: 0,8 cm3	FDM	ABS - black Normal	29,70 €	6	178,20 €
633119-Somb...e_cruceta-4 55 x 16,5 x 17,8 mm Vol.: 2,9 cm3	FDM	ABS - black Normal	33,30 €	6	199,80 €
633119-Patin-5 27 x 33 x 5 mm Vol.: 3,1 cm3	FDM	ABS - red Normal	19,80 €	12	237,60 €
633119-Biela-6 117 x 55 x 17,8 mm Vol.: 52,6 cm3	FDM	ABS - black Normal	72,00 €	6	432,00 €
633119-semi...eza_biela-7 55 x 18,8 x 17,8 mm Vol.: 1,3 cm3	FDM	ABS - black Normal	25,20 €	12	302,40 €
633119-somb...eza_biela-8 55 x 20,5 x 17,8 mm Vol.: 5,4 cm3	FDM	ABS - black Normal	33,30 €	6	199,80 €
633119-Piston-9 28 x 158,1 x 28 mm Vol.: 22,5 cm3	FDM	ABS - black Normal	64,80 €	6	388,80 €
Precio de piezas					2511,00 €
Descuento en línea					-251,10 €
Total					2259,90 €
					IVA no Incluidos

Los precios no incluyen el IVA.

Condiciones de pago: Tarjeta de crédito o 30 días desde la fecha de la factura.

Se aplican los [términos y condiciones](#).

El equipo de Materialise OnSite
 Materialise NV
 Technologieaan, 15
 3001 Leuven (Bélgica)
 Tel. +32 16 74 45 19
 Fax +32 16 39 62 75
onsite@materialise.com
onsite.materialise.com



© Materialise 2017

OnSite - Imprimir presupuesto

—
sebastian Capella—
Palma
España

Referencia de Materialise OnSite: 632953

Su referencia:

Pieza	Tecnología	Material Acabado	Precio por pieza	Cant.	Total
632953-Bloq...ilindro_1-1 83,8 x 150 x 137,6 mm Vol.: 318,4 cm3	FDM	ABS - green Normal	819,90 €	1	819,90 €
632953-Bloq...o_soporte-2 73,8 x 150 x 260,6 mm Vol.: 372,9 cm3	Estereolitografía	TuskXC2700T Pintura transparente (técnico)	854,46 €	2	1708,92 €
632953-Bloq...ilindro_3-3 73,8 x 150 x 137,6 mm Vol.: 302,4 cm3	Estereolitografía	TuskXC2700T Pintura transparente (técnico)	874,66 €	1	874,66 €
632953-Bloq...ilindro_4-4 73,8 x 150 x 137,6 mm Vol.: 302,5 cm3	Estereolitografía	TuskXC2700T Pintura transparente (técnico)	872,64 €	1	872,64 €
632953-Bloq...ilindro_n6-5 103,8 x 150 x 138,2 mm Vol.: 306,8 cm3	FDM	ABS - green Normal	839,70 €	1	839,70 €
632953-Camisa-6 40,2 x 130,8 x 40,2 mm Vol.: 33,6 cm3	Estereolitografía	TuskXC2700T Pintura transparente (técnico)	149,48 €	6	896,88 €
Precio de piezas					6012,70 €
Descuento en línea					-801,27 €
Total					5411,43 €
					IVA no Incluidos

Los precios no incluyen el IVA.
Condiciones de pago: Tarjeta de crédito o 30 días desde la fecha de la factura.
Se aplican los [términos y condiciones](#).

El equipo de Materialise OnSite
Materialise NV
Technologieaan, 15
3001 Leuven (Bélgica)
Tel. +32 16 74 45 19
Fax +32 16 39 62 75
onsite@materialise.com
onsite.materialise.com



© Materialise 2016

OnSite - Imprimir presupuesto

—
sebastian Capella
—

España



Referencia de Materialise OnSite: 633125

Su referencia:

Pieza	Tecnología	Material Acabado	Precio por pieza	Cant.	Total
633125-Cigüeñal_proa-1 99 x 130,6 x 187,6 mm Vol.: 431,1 cm3	FDM	ABS - black Normal	973,80 €	1	973,80 €
633125-Cigü...l_central-2 99 x 107 x 167,6 mm Vol.: 394,4 cm3	FDM	ABS - black Normal	901,80 €	1	901,80 €
633125-Cigüeñal_popa-3 99 x 130,6 x 207,6 mm Vol.: 421,9 cm3	FDM	ABS - black Normal	1039,50 €	1	1039,50 €
633125-Cigü...ngranajes-4 182 x 182 x 150 mm Vol.: 884,5 cm3	FDM	ABS - black Normal	1452,60 €	1	1452,60 €
633125-Damper-5 100 x 100 x 21 mm Vol.: 137,7 cm3	FDM	ABS - yellow Normal	139,50 €	1	139,50 €
633125-damper_tapa-6 120,3 x 117,4 x 29 mm Vol.: 36,5 cm3	FDM	ABS - yellow Normal	133,20 €	1	133,20 €
Precio de piezas					4640,40 €
Descuento en línea					-464,04 €
Total					4176,36 €
					<small>IVA no Incluidos</small>

Los precios no Incluyen el IVA.

Condiciones de pago: Tarjeta de crédito o 30 días desde la fecha de la factura.

Se aplican los [términos y condiciones](#).

El equipo de Materialise OnSite

Materialise NV
Technologieaan, 15
3001 Leuven (Bélgica)
Tel. +32 16 74 45 19
Fax +32 16 39 62 75
onsite@materialise.com
onsite.materialise.com



© Materialise 2016

OnSite - Imprimir presupuesto

—
sebastian Capella
—

España



Referencia de Materialise OnSite: 633148

Su referencia:

Pieza	Tecnología	Material Acabado	Precio por pieza	Cant.	Total
633148-Cula...cilindro1-1 117,9 x 73,8 x 100,6 mm Vol.: 253,7 cm3	Estereolitografía	TuskXC2700T Pintado transparente cosmético	582,87 €	2	1185,74 €
633148-Cula...cilindro2-2 113,9 x 73,8 x 100,6 mm Vol.: 253,8 cm3	Estereolitografía	TuskXC2700T Pintado transparente cosmético	584,79 €	2	1169,58 €
633148-Cula...cilindro3-3 117,9 x 73,8 x 100,6 mm Vol.: 253,8 cm3	Estereolitografía	TuskXC2700T Pintado transparente cosmético	582,87 €	2	1185,74 €
633148-asie...o_valvula-4 21 x 3,2 x 21 mm Vol.: 0,2 cm3	FDM	ABS - white Normal	29,70 €	6	178,20 €
633148-Valvula_escape-5 21 x 88,2 x 21 mm Vol.: 1,7 cm3	FDM	ABS - black Normal	29,70 €	6	178,20 €
633148-Plat...o_valvula-6 30 x 30 x 6 mm Vol.: 1,7 cm3	FDM	ABS - black Normal	24,30 €	6	145,80 €
633148-anillo_conico-7 9,5 x 5 x 4,8 mm Vol.: 0,1 cm3	FDM	ABS - red Normal	17,10 €	12	205,20 €
633148-Guia_valvula-8 30 x 30 x 33,9 mm Vol.: 2,2 cm3	FDM	ABS - red Normal	41,40 €	6	248,40 €
			Precio de piezas		4496,86 €
			Descuento en línea		-449,69 €
			Total		4047,17 €
					<small>IVA no Incluidos</small>

Los precios no incluyen el IVA.

Condiciones de pago: Tarjeta de crédito o 30 días desde la fecha de la factura.

Se aplican los [términos y condiciones](#).

El equipo de Materialise OnSite

Materialise NV
Technologieaan, 15
3001 Leuven (Bélgica)
Tel. +32 16 74 45 19
Fax +32 16 39 62 75
onsite@materialise.com
onsite.materialise.com



© Materialise 2016

OnSite - Imprimir presupuesto

—
sebastian Capella
—

España



Referencia de Materialise OnSite: 633145

Su referencia:

Pieza	Tecnología	Material Acabado	Precio por pieza	Cant.	Total
633145-eje_levas_proa-1 51,8 x 55 x 157,6 mm Vol.: 71,5 cm3	FDM	ABS - white Normal	457,20 €	1	457,20 €
633145-eje_...s_central-2 51,8 x 55 x 168,6 mm Vol.: 68,9 cm3	FDM	ABS - white Normal	471,60 €	1	471,60 €
633145-eje_levas_popa-3 53,6 x 50 x 178,6 mm Vol.: 70,7 cm3	FDM	ABS - white Normal	495,00 €	1	495,00 €
633145-tapa...evas_proa-4 167,6 x 76,4 x 77 mm Vol.: 148,9 cm3	FDM	ABS - white Normal	342,90 €	1	342,90 €
633145-tapa_...s_central-5 147,6 x 76,4 x 75 mm Vol.: 122,3 cm3	FDM	ABS - white Normal	282,60 €	1	282,60 €
633145-tapa...evas_popa-6 147,6 x 76,4 x 75 mm Vol.: 129 cm3	FDM	ABS - white Normal	297,00 €	1	297,00 €
633145-semi...ete_levas-7 50 x 11 x 10 mm Vol.: 0,6 cm3	FDM	ABS - black Normal	21,60 €	14	302,40 €
633145-sombreroete_D22-8 50 x 14,6 x 10 mm Vol.: 2,4 cm3	Estereolitografía	TuskXC2700T Pintado transparente cosmético	85,85 €	7	600,95 €
Precio de piezas					3249,65 €
Descuento en línea					-324,96 €
Total					2924,69 €
					IVA no Incluidos

Los precios no incluyen el IVA.

Condiciones de pago: Tarjeta de crédito o 30 días desde la fecha de la factura.

Se aplican los [términos y condiciones](#).

El equipo de Materialise OnSite

Materialise NV
Technologieaan, 15
3001 Leuven (Bélgica)
Tel. +32 16 74 45 19
Fax +32 16 39 62 75
onsite@materialise.com
onsite.materialise.com



© Materialise 2016

OnSite - Imprimir presupuesto

—
sebastian Capella
—

España



Referencia de Materialise OnSite: 633145

Su referencia:

Pieza	Tecnología	Material Acabado	Precio por pieza	Cant.	Total
633145-eje_levas_proa-1 51,8 x 55 x 157,6 mm Vol.: 71,5 cm3	FDM	ABS - white Normal	457,20 €	1	457,20 €
633145-eje_...s_central-2 51,8 x 55 x 168,6 mm Vol.: 68,9 cm3	FDM	ABS - white Normal	471,60 €	1	471,60 €
633145-eje_levas_popa-3 53,6 x 50 x 178,6 mm Vol.: 70,7 cm3	FDM	ABS - white Normal	495,00 €	1	495,00 €
633145-tapa...evas_proa-4 167,6 x 76,4 x 77 mm Vol.: 148,9 cm3	FDM	ABS - white Normal	342,90 €	1	342,90 €
633145-tapa_...s_central-5 147,6 x 76,4 x 75 mm Vol.: 122,3 cm3	FDM	ABS - white Normal	282,60 €	1	282,60 €
633145-tapa...evas_popa-6 147,6 x 76,4 x 75 mm Vol.: 129 cm3	FDM	ABS - white Normal	297,00 €	1	297,00 €
633145-semi...ete_levas-7 50 x 11 x 10 mm Vol.: 0,6 cm3	FDM	ABS - black Normal	21,60 €	14	302,40 €
633145-sombreroete_D22-8 50 x 14,6 x 10 mm Vol.: 2,4 cm3	Estereolitografía	TuskXC2700T Pintado transparente cosmético	85,85 €	7	600,95 €
Precio de piezas					3249,65 €
Descuento en línea					-324,96 €
Total					2924,69 €
					IVA no Incluidos

Los precios no incluyen el IVA.

Condiciones de pago: Tarjeta de crédito o 30 días desde la fecha de la factura.

Se aplican los [términos y condiciones](#).

El equipo de Materialise OnSite

Materialise NV
 Technologieaan, 15
 3001 Leuven (Bélgica)
 Tel. +32 16 74 45 19
 Fax +32 16 39 62 75
onsite@materialise.com
onsite.materialise.com



© Materialise 2016

OnSite - Imprimir presupuesto

—
sebastian Capella
—

España



Referencia de Materialise OnSite: 633126

Su referencia:

Pieza	Tecnología	Material Acabado	Precio por pieza	Cant.	Total
633126-bba_...mbustible-1 33 x 67 x 33 mm Vol.: 30,5 cm3	FDM	ABS - green Normal	68,40 €	6	410,40 €
633126-inyector-2 40 x 18,1 x 54 mm Vol.: 4,7 cm3	FDM	ABS - green Normal	56,70 €	6	340,20 €
633126-acci...mbustible-3 5 x 5 x 28,8 mm Vol.: 0,5 cm3	FDM	ABS - green Normal	27,00 €	6	162,00 €
Precio de piezas					912,60 €
Descuento en línea					-91,26 €
Total					821,34 €
					<small>IVA no Incluidos</small>

Los precios no incluyen el IVA.
 Condiciones de pago: Tarjeta de crédito o 30 días desde la fecha de la factura.
 Se aplican los [términos y condiciones](#).

El equipo de Materialise OnSite
 Materialise NV
 Technologieaan, 15
 3001 Leuven (Bélgica)
 Tel. +32 16 74 45 19
 Fax +32 16 39 62 75
onsite@materialise.com
onsite.materialise.com



© Materialise 2016

OnSite - Imprimir presupuesto

—
sebastian Capella
—

España



Referencia de Materialise OnSite: 633128

Su referencia:

Pieza	Tecnología	Material Acabado	Precio por pieza	Cant.	Total
633128-Cole..._adm_proa-1 20 x 31 x 164,6 mm Vol.: 10,7 cm3	FDM	ABS - green Normal	209,70 €	1	209,70 €
633128-Cole..._adm_popa-2 20 x 31 x 164,6 mm Vol.: 10,7 cm3	FDM	ABS - green Normal	203,40 €	1	203,40 €
633128-Cole..._esc_popa-3 43,8 x 38,2 x 172 mm Vol.: 18,2 cm3	FDM	ABS - green Normal	367,20 €	2	734,40 €
Precio de piezas					1147,50 €
Descuento en línea					-114,75 €
Total					1032,75 €
					<small>IVA no Incluidos</small>

Los precios no incluyen el IVA.
 Condiciones de pago: Tarjeta de crédito o 30 días desde la fecha de la factura.
 Se aplican los [términos y condiciones](#).

El equipo de Materialise OnSite
 Materialise NV
 Technologieaan, 15
 3001 Leuven (Bélgica)
 Tel. +32 16 74 45 19
 Fax +32 16 39 62 75
onsite@materialise.com
onsite.materialise.com



© Materialise 2016

OnSite - Imprimir presupuesto

sebastian Capella



España

Referencia de Materialise OnSite: 633146

Su referencia:

Pieza	Tecnología	Material Acabado	Precio por pieza	Cant.	Total
633146-Engranaje_1-1 76 x 76 x 20 mm Vol.: 71,7 cm3	FDM	ABS - black Normal	120,60 €	1	120,60 €
633146-Engranaje_2-2 148 x 148 x 20 mm Vol.: 313,8 cm3	FDM	ABS - black Normal	504,90 €	1	504,90 €
633146-Engranaje_3-3 76 x 76 x 20 mm Vol.: 70,3 cm3	FDM	ABS - black Normal	118,80 €	1	118,80 €
633146-Roda...ngranajes-4 20 x 26 x 26 mm Vol.: 7 cm3	FDM	ABS - white Normal	60,30 €	2	120,60 €
633146-Engr...eje_levas-5 76 x 76 x 41 mm Vol.: 82,2 cm3	FDM	ABS - black Normal	178,20 €	1	178,20 €
Precio de piezas					1043,10 €
Descuento en línea					-104,31 €
Total					938,79 €
					<small>IVA no Incluidos</small>

Los precios no incluyen el IVA.
 Condiciones de pago: Tarjeta de crédito o 30 días desde la fecha de la factura.
 Se aplican los [términos y condiciones](#).

El equipo de Materialise OnSite
 Materialise NV
 Technologieaan, 15
 3001 Leuven (Bélgica)
 Tel. +32 16 74 45 19
 Fax +32 16 39 62 75
onsite@materialise.com
onsite.materialise.com



© Materialise 2016

Cesta de compra | Festo España



<input type="checkbox"/>	Nº Artículo	Cantidad	Su Referencia de artículo	Tipo Descripción artículo	Su precio unitario	Total	Fecha entrega
<input type="checkbox"/>	159663	50 M		EPUN-4X0,75-SW TUBO PLÁSTICO			

Tipo de entrega

Servicio UPS Saver

Sólo entrega pedidos completos

Comprobar

Desglose presupuesto tornillería a medida por Landaluce.

Tornillo	Cantidad tornillos	Precio unitario		Total
Tornillo A-1	54	0,75 €		40,50 €
Tornillo A-2	38	0,90 €		34,20 €
Tornillo A-3	12	1,15 €		13,80 €
Tornillo A-4	36	0,90 €		32,40 €
Tornillo A-5	25	1,20 €		30,00 €
Tornillo A-6	12	2,00 €		24,00 €
Tornillo A-7	12	0,70 €		8,40 €
Tornillo A-8	12	1,50 €		18,00 €
Tornillo A-9	9	0,90 €		8,10 €
Tornillo A-10	4	1,60 €		6,40 €
Tornillo A-11	6	1,15 €		6,90 €
Tornillo P-1	11	1,00 €		11,00 €
Tornillo P-2	3	1,50 €		4,50 €
Tornillo P-3	6	1,85 €		11,10 €
Arandela A-1	226	0,40 €		90,40 €
Tuerca A-1	12	0,85 €		10,20 €
			Total:	349,90 €

4.1 Presupuesto

Presupuesto de: Motor Alternativo Impreso en 3D

Elementos	Precio
Cruceta-biela	2.259,90 €
Cigüeñal-dámper	4.176,36 €
Bancada	6.403,86 €
Bastidor	4.304,34 €
Bloque cilindro	5.411,43 €
Culata	4.047,17 €
Tren de engranajes	938,79 €
Eje de levas	2.924,69 €
Balancín	1.693,87 €
Sistema refrigeración	1.032,75 €
Admisión escape	4.024,89 €
Sistema combustible	821,34 €
Conductos	30,00 €
Resortes	36,35 €
Tornillería	349,90 €
	Base 38.455,64 €
IVA 21%	8.075,68 €
Beneficio entidad 8%	3.076,45 €
Total coste:	49.607,78 €

5 CONCLUSIONES

Uno de los objetivos que se buscaban en el proyecto era la de obtener nuevos modelos didácticos para la ayuda de la asignatura de motores en su afán de tener más material para la enseñanza en contra de los recortes.

Sin embargo el precio final de la maqueta no ha sido el esperado ya que se ha elevado más de lo previsto, haciendo que de momento no sea viable, esto se puede paliar imprimiendo con una impresora propia con bobinas de material plástico.

La elaboración del proyecto ha representado múltiples inconvenientes y dificultades, entre ellos la relación complejidad del proyecto y destreza del uso del software entre otros, pero que con voluntad ha llegado a buen puerto.

Se pretendía elaborar una maqueta funcional, y se ha logrado, incluso con más detalle del pretendido en un principio.

Se espera que la elaboración de este proyecto anime a otros compañeros a seguir por el camino del modelado en 3D, y aunque no se impriman los prototipos se puedan hacer ensayos de fatiga del material, navegar entre piezas de un motor entre otras opciones que ayuden al aprendizaje.

6 REFERENCIAS

A_ Documentación de fabricante

1. S 70 MC MK Project Guide Two-Stroke Engine (4th edition July 2000). Recuperado en:
http://www1.oceanica.ufrj.br/deno/prod_academic/relatorios/atuais/MarcelaCruz/relat1/Project%20models/papers/s70mc.pdf (Fecha consulta, 11 / 04 / 2016)
2. MAN B&W S70ME-C8.5-TII Project Guide Electronically Controlled Two-stroke Engines (edition 0,5 july 2016). Recuperado en:
http://www.marine.man.eu/applications/projectguides/2stroke/content/printed/S70ME-C8_5.pdf (Fecha consulta, 11 / 04 / 2016)
3. Engine Selection Guide Two-Stroke MC/MC-C Engines (6th edition January 2002). Recuperado en: <https://www.scribd.com/doc/41946609/Engine-Selection-Guide-MAN> (Fecha consulta, 9 / 04 / 2016)

B_ Bibliografía científica y técnica

4. Claudio Mataix. Turbomáquinas Térmicas (2ª edición). Editorial Dossat.
5. M. J. Moran, H. N. Shapiro. Fundamentos de Termodinámica Técnica (2ª edición). Editorial Reverté.
6. Enrique Casanova Rivas. Máquinas para la propulsión de buques. Universidad da Coruña servicio de publicaciones (Agosto 2001).
7. Kees Kuiken. Diesel engines for ships propulsion and power plants vol. 1 & 2. A publication of target global energy training (July 2008)
8. Felipe Antelo González. Apuntes asignatura Motores de combustión interna 2016.

C_ Internet

9. www.marinediesels.co.uk (Fecha consulta, 12 / 06 / 2016)

10. Help inventor 2012 (Fecha consulta, 06 / 07 / 2016)

11. <https://www.xataka.com/perifericos/estas-son-las-tecnologias-de-impresion-3d-que-hay-sobre-la-mesa-y-lo-que-puedes-esperar-de-ellas>
(Fecha consulta, 02 / 09 / 2016)

12. https://es.wikipedia.org/wiki/Impresi%C3%B3n_3D
(Fecha consulta, 02 / 09 / 2016)

13. <http://www.materialise.com/en> (Fecha consulta, 02 / 09 / 2016)

D_ Material audiovisual

14. Kaleb3dd2. Brida de apriete & Bomba de engranajes. Tutoriales de youtube.
(Fecha consulta, 23 / 05 / 2016)

E_ Software

15. Unitest Marine training software. Simulador Bomba inyección para motor Sulzer 5 RTA 52.



**INGENIERÍA MARINA:
DISEÑO DE UNA MAQUETA
OPERACIONAL E IMPRIMIBLE EN 3D
DE UN ANTIGUO MOTOR DIESEL**

ANEXO I

**ESPECIFICACIONES DE
TORNILLERÍA Y CONDUCTOS**

GRADO EN TECNOLOGÍAS MARINAS

ENERGÍA Y PROPULSIÓN

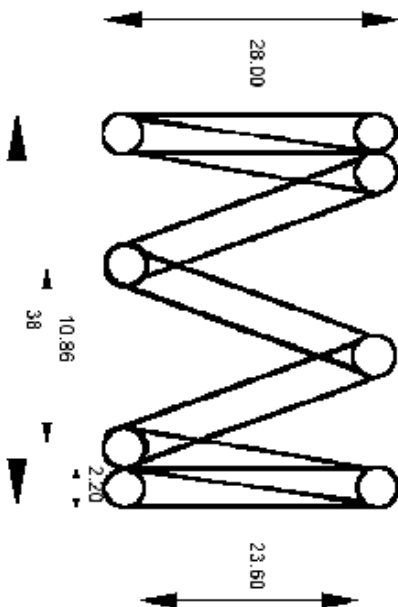
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA Y MÁQUINAS

FECHA: JUNIO - 2017

AUTOR: El alumno

Fdo.: Sebastián Capellá Berga

6.1 Resorte



Codigo de muelle: 209187	
Material: cp ALAMBRE DE ACERO EN 10270-1 SHPH (DIN 17223/84-C)	
Largo total:	38
Hilo:	2.20
Espiras utiles:	3.50
Diámetro exterior:	28.00
Diámetro interior:	23.60
Paso:	10.98
K (DAN/mm):	0.4141

* medidas en mm



6.2 Conductos

El conducto propuesto de FESTO tiene un diámetro interior de 2,6 mm, y diámetro exterior de 4 mm. Es flexible lo que permite la conectividad. A lo que se refiere a las ramificaciones se puede optar por el modelo seguido en el proyecto, con lo cual habría que hacer pequeños orificios y con la ayuda de varillas se crearían las conexiones.

Resumen de configuración para tubo flexible de material sintético
PUN-4X0,75-SW
#159663

FESTO



Características básicas	
Feature	Value
Función	Tubo de poliuretano, calibración del diámetro exterior
Tipo de tubo	Estándar
Diámetro del tubo flexible	4 mm
Color	Negra
Contenido en el embalaje	50 m

6.3 Tornillería

La tornillería de este proyecto está creada a medida, la casa comercial Landaluce produce tornillos a medida, con lo cual ha sido posible la viabilidad de ciertas características.

Al tratarse de una maqueta no se requieren altas prestaciones mecánicas como podría ser para un uso de un motor convencional, así que el latón por ser de precio asequible y características mecánicas aceptables para el uso que debe tener se ajusta al proyecto.

Las características especiales de la tornillería las podemos comprobar en el plano 93 del anexo de planos, y es que con una sola herramienta de llave ALLEN se puede montar y desmontar el motor, con esto se pretendía facilitar aún más si cabe la manipulación del proyecto. Con lo cual todos los tornillos tienen la misma cabeza pero con diferentes longitudes de vástago.

A la hora de tener el tornillo y la pieza a roscar, es importante tener en cuenta que para atornillar el tornillo, primero debe pasarse un macho manual de M4 x 0,7 por donde se ha especificado en los planos.



**INGENIERÍA MARINA:
DISEÑO DE UNA MAQUETA
OPERACIONAL E IMPRIMIBLE EN 3D
DE UN ANTIGUO MOTOR DIESEL**

ANEXO II

PLANOS

**GRADO EN TECNOLOGÍAS MARINAS
ENERGÍA Y PROPULSIÓN**

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA Y MÁQUINAS

FECHA: **JUNIO - 2017**

AUTOR: El alumno

Fdo.: Sebastián Capellá Berga

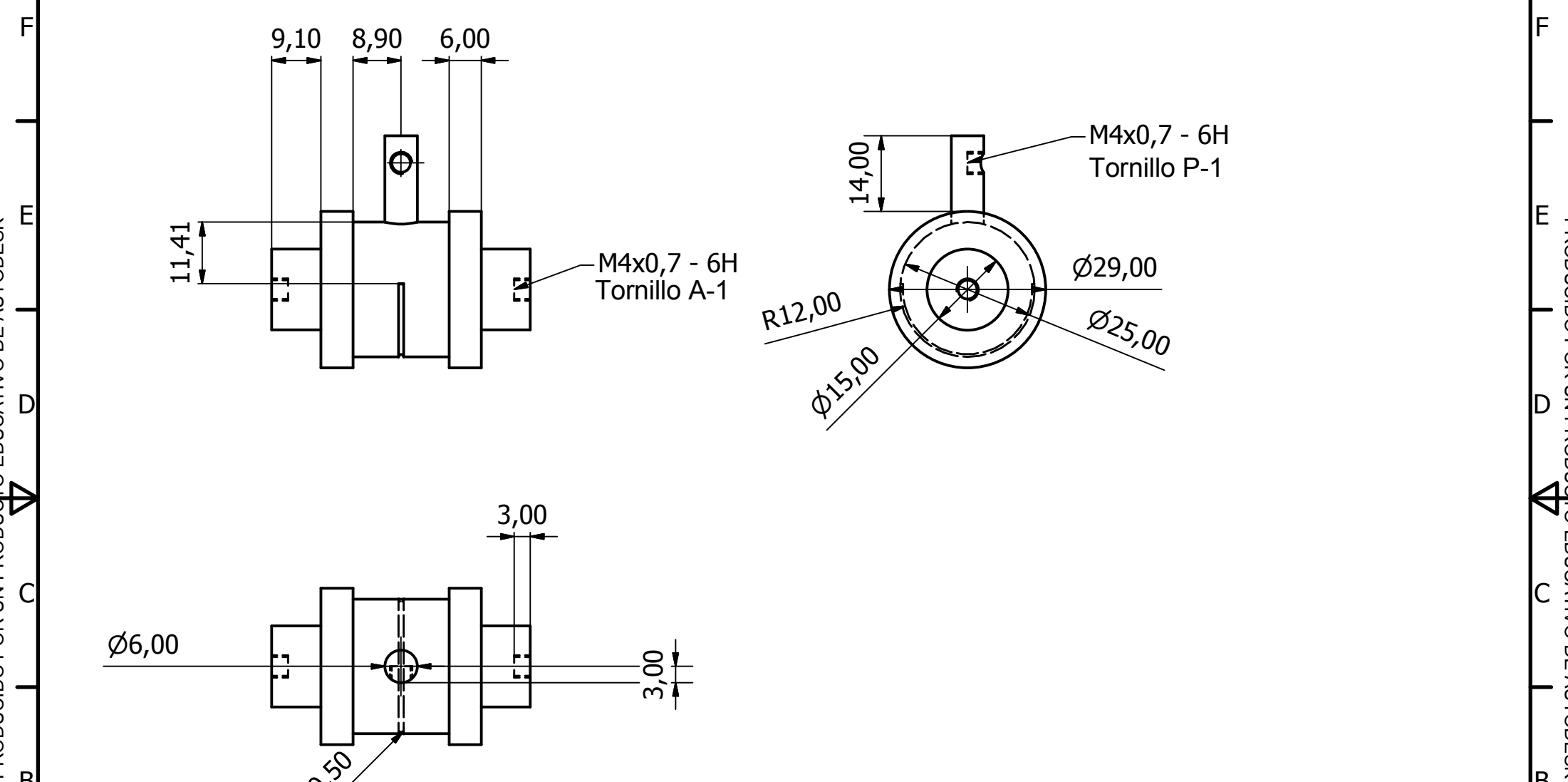
6.4 Índice de planos

1	_____	Cruceta individual
2	_____	Semicojinete inferior cruceta
3	_____	Semicojinete superior cruceta
4	_____	Sombrerete cruceta
5	_____	Patín
6	_____	Explosionado cruceta
7	_____	Pistón
8	_____	Biela
9	_____	Semicojinete cabeza biela
10	_____	Sombrerete cabeza biela
11	_____	Explosionado biela
12	_____	Cigüeñal proa
13	_____	Cigüeñal central
14	_____	Cigüeñal popa
15	_____	Cigüeñal engranajes
16	_____	Explosionado cigüeñal
17	_____	Bancada proa
18	_____	Bancada central
19	_____	Bancada engranajes
20	_____	Semicojinete principal inferior
21	_____	Semicojinete principal superior
22	_____	Sombrerete exterior C.P.
23	_____	Sombrerete cojinete principal
24	_____	Explosionado bancada
25	_____	Bastidor proa
26	_____	Bastidor central
27	_____	Bastidor popa
28	_____	Bastidor engranajes
29	_____	Guía del patín
30	_____	Tapa del bastidor proa
31	_____	Tapa del bastidor central
32	_____	Obturador del vástago

33	_____	Explosionado bastidor
34	_____	Bloque de cilindro 1
35	_____	Bloque de cilindro soporte I
36	_____	Bloque de cilindro soporte II
37	_____	Bloque de cilindro 3
38	_____	Bloque de cilindro 4
39	_____	Bloque de cilindro 6
40	_____	Camisa
41	_____	Explosionado cilindro
42	_____	Disco principal del dámper
43	_____	Tapa del dámper
44	_____	Explosionado dámper
45	_____	Culata 1
46	_____	Culata 2
47	_____	Culata 3
48	_____	Asiento de válvula
49	_____	Válvula de escape
50	_____	Platillo de la válvula de escape
51	_____	Anillo cónico
52	_____	Guía de la válvula
53	_____	Explosionado culata
54	_____	Engranaje 1
55	_____	Engranaje 2
56	_____	Rodamiento engranajes
57	_____	Engranaje 3
58	_____	Engranaje del eje deLevas
59	_____	Eje levas proa
60	_____	Eje levas central
61	_____	Eje levas popa
62	_____	Tapa eje levas proa
63	_____	Tapa eje levas central
64	_____	Tapa eje levas popa
65	_____	Semicojinete levas
66	_____	Sombbrero D-22
67	_____	Explosionado eje de levas

68	_____	Balancín
69	_____	Barra empujadora
70	_____	Rodillo seguidor
71	_____	Sombrerete barra empujadora
72	_____	Sombrerete balancín
73	_____	Explosionado balancín
74	_____	Colector refrigeración admisión popa
75	_____	Colector refrigeración admisión proa
76	_____	Colector refrigeración salida
77	_____	Rodete turbina
78	_____	Rodete compresor
79	_____	Carcasa inferior turbocompresor
80	_____	Carcasa superior turbocompresor
81	_____	Rodamiento turbocompresor
82	_____	Colector barrido proa
83	_____	Colector barrido popa
84	_____	Colector escape proa
85	_____	Colector escape popa
86	_____	Conducto admisión
87	_____	Conducto escape inferior
88	_____	Conducto escape superior
89	_____	Explosionado turbocompresor
90	_____	Bomba inyección
91	_____	Accionador bomba inyección
92	_____	Inyector
93	_____	Tornilería
94	_____	Vista motor

4 1 3 2 1



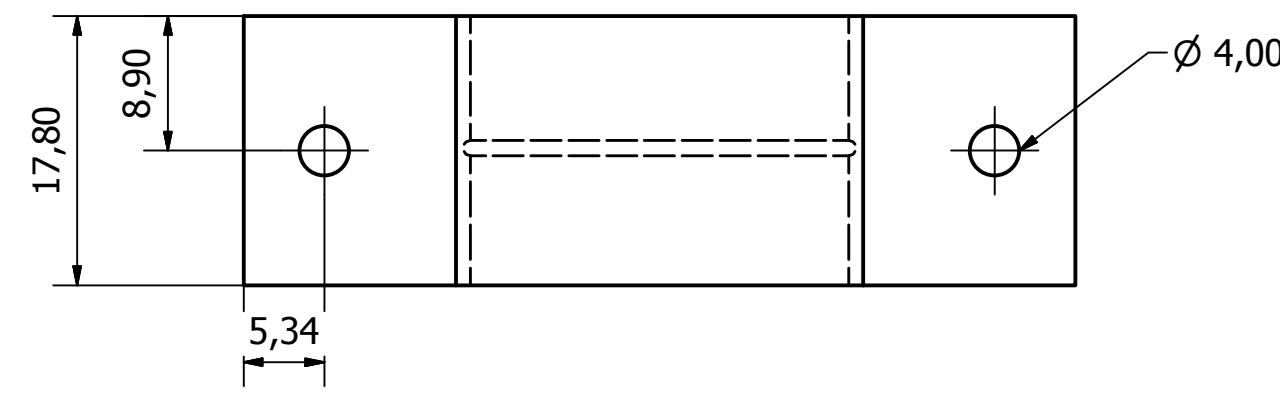
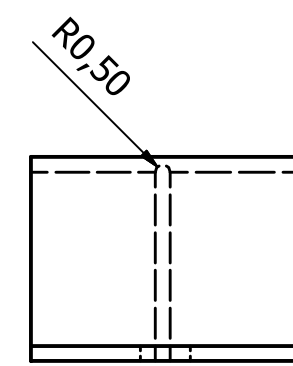
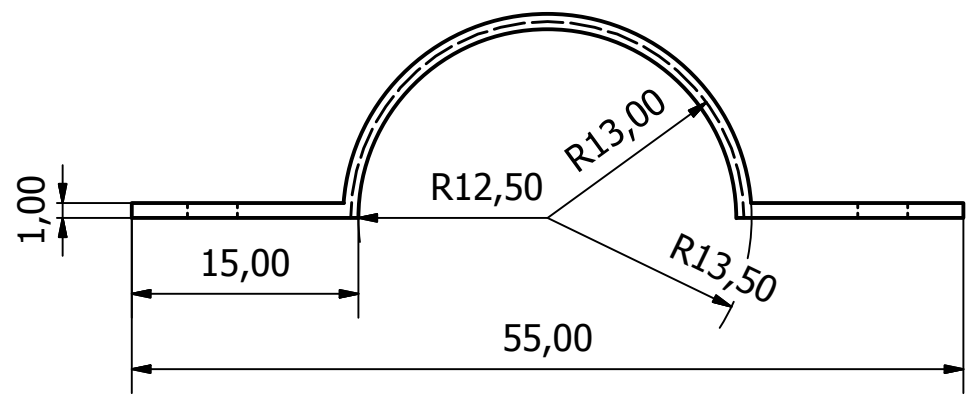
PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 24	Núm. de Plano: 01	Escala: 1:1	
				Nombre Pieza: Cruceta individual	
			Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas		

4 1 3 2 1

4 3 2 1



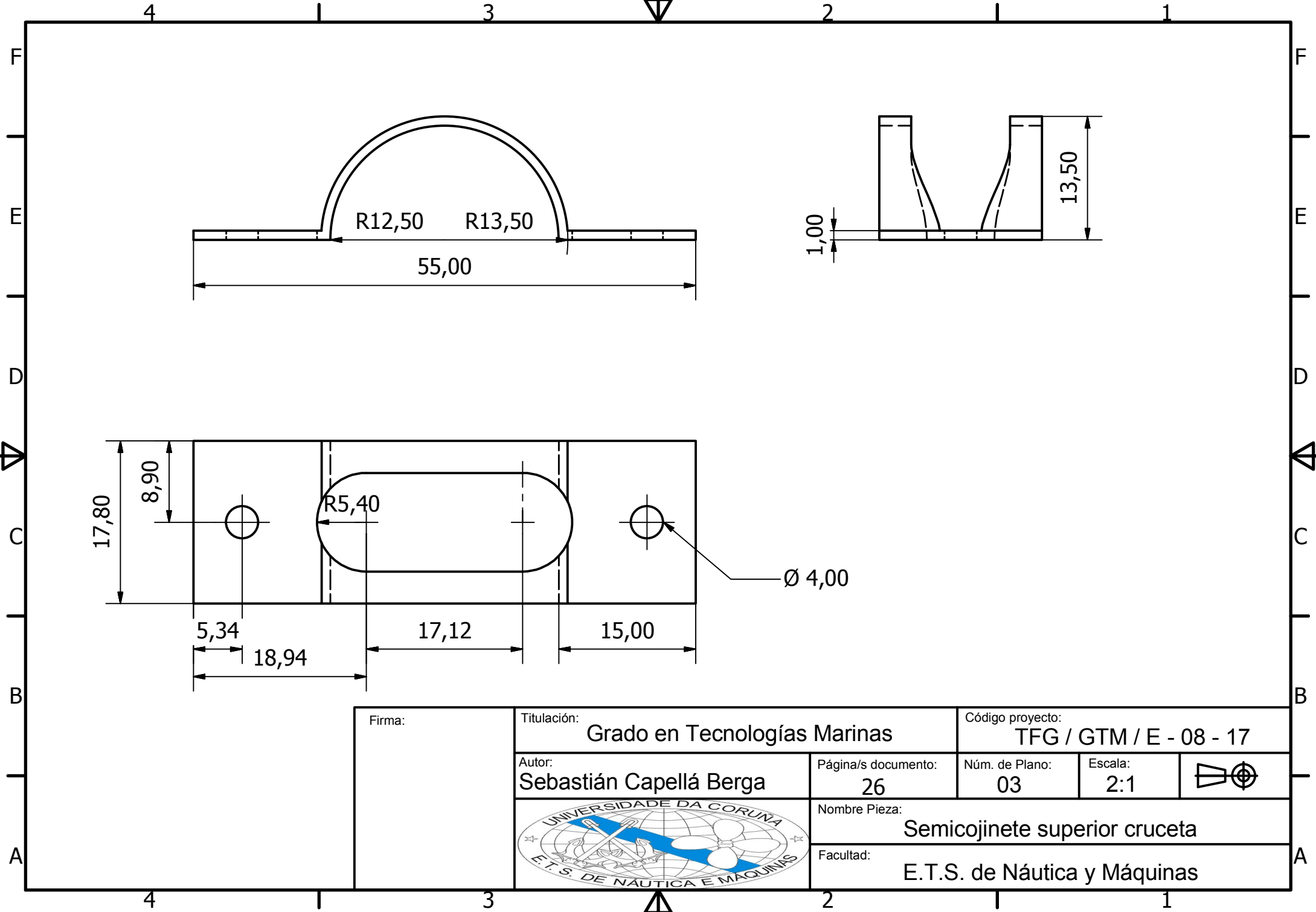
PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

F
E
D
C
B
A

Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 25	Núm. de Plano: 02	Escala: 2:1	
			Nombre Pieza: Semicojinete inferior cruceta		
		Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas			

4 3 2 1

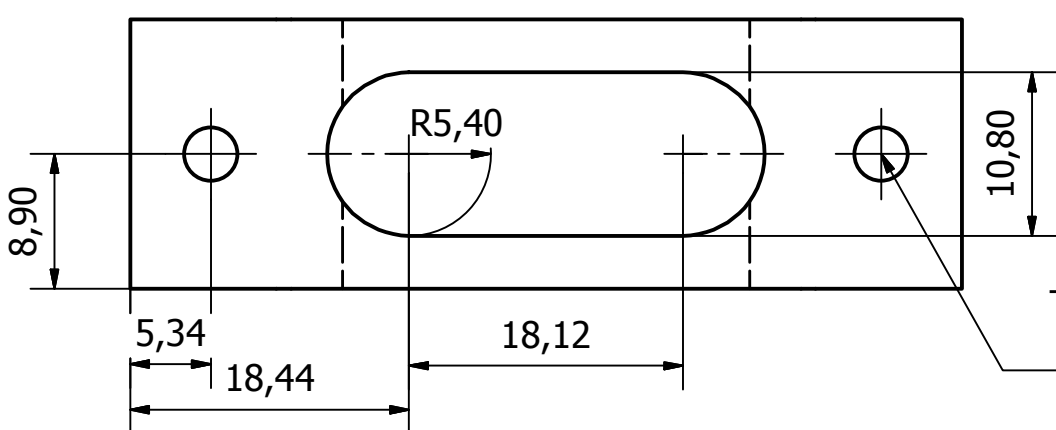
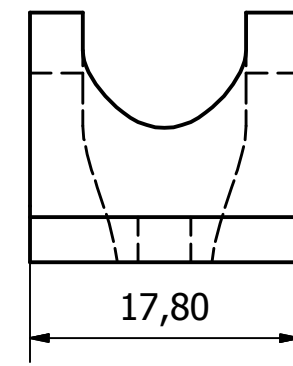
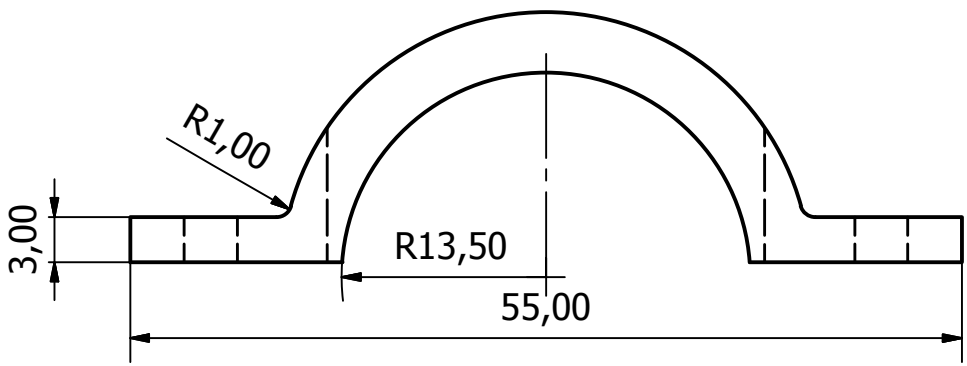


PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 26	Núm. de Plano: 03	Escala: 2:1	
	Nombre Pieza: Semicojinete superior cruceta				
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas					





Tornillo A-2
Ø 4,00

Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 26	Núm. de Plano: 04	Escala: 2:1	
			Nombre Pieza: Sombrero de Cruzeta		
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas					

4 3 2 1

F F

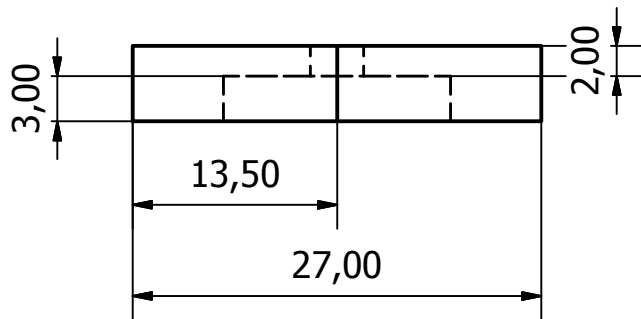
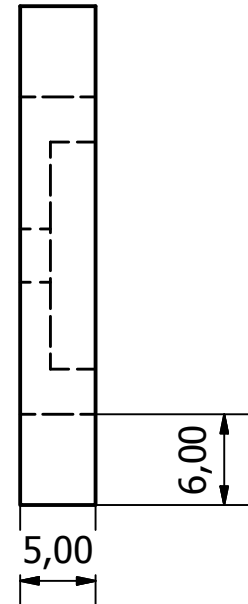
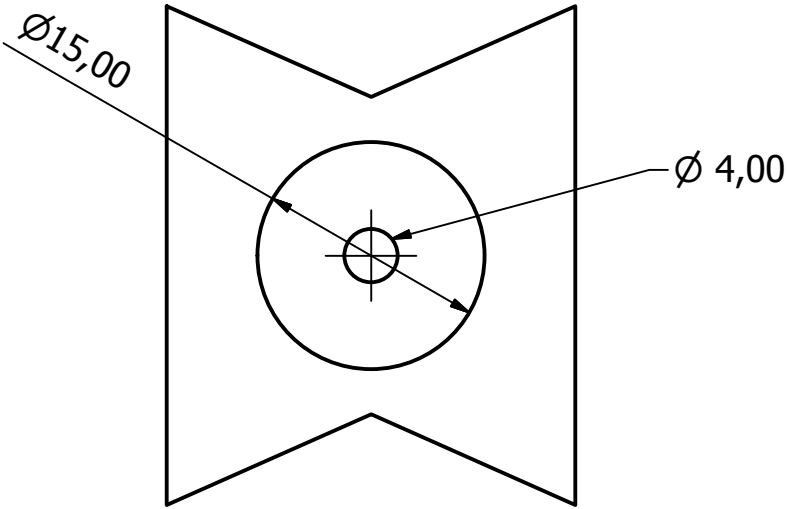
E E

D D

C C

B B

A A



PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 27	Núm. de Plano: 05	Escala: 2:1	
	Nombre Pieza: Patín			Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas	



4 3 2 1

4

1

3

2

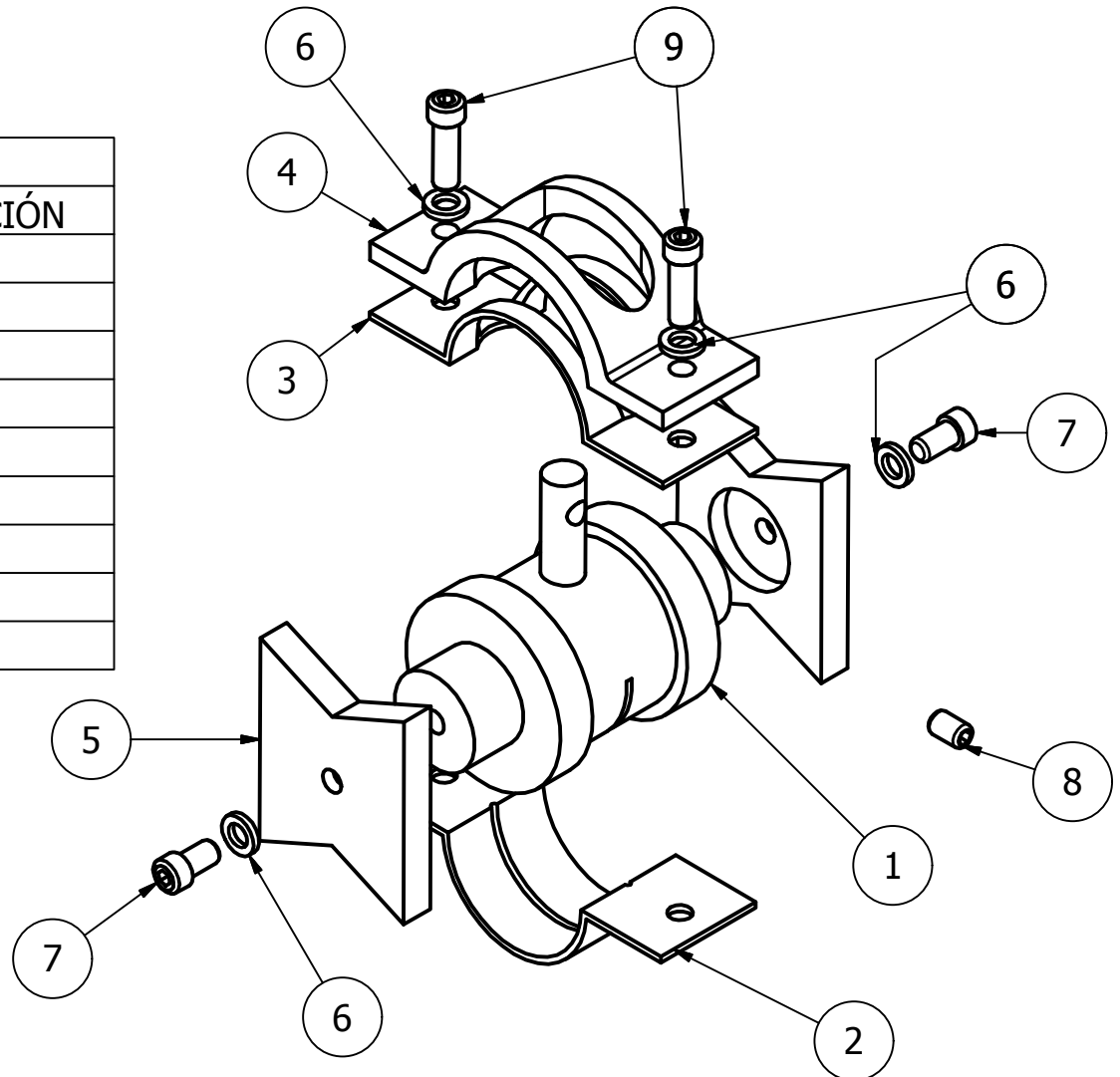
1

1

F
E
D
C
B
A

F
E
D
C
B
A

LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	Cruceta individual	Plano 01
2	1	Cojinete inf. cruceta	Plano 02
3	1	Cojinete sup. cruceta	Plano 03
4	1	Sombbrero cruceta	Plano 04
5	2	Patín	Plano 05
6	4	Arandela A-1	Plano 93
7	2	Tornillo A-1	Plano 93
8	1	tornillo P-1	Plano 93
9	2	Tornillo A-2	Plano 93



Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 31	Núm. de Plano: 06	Escala: 1:1	
			Nombre Pieza: Enumeración y despiece cruceta		
		Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas			

4

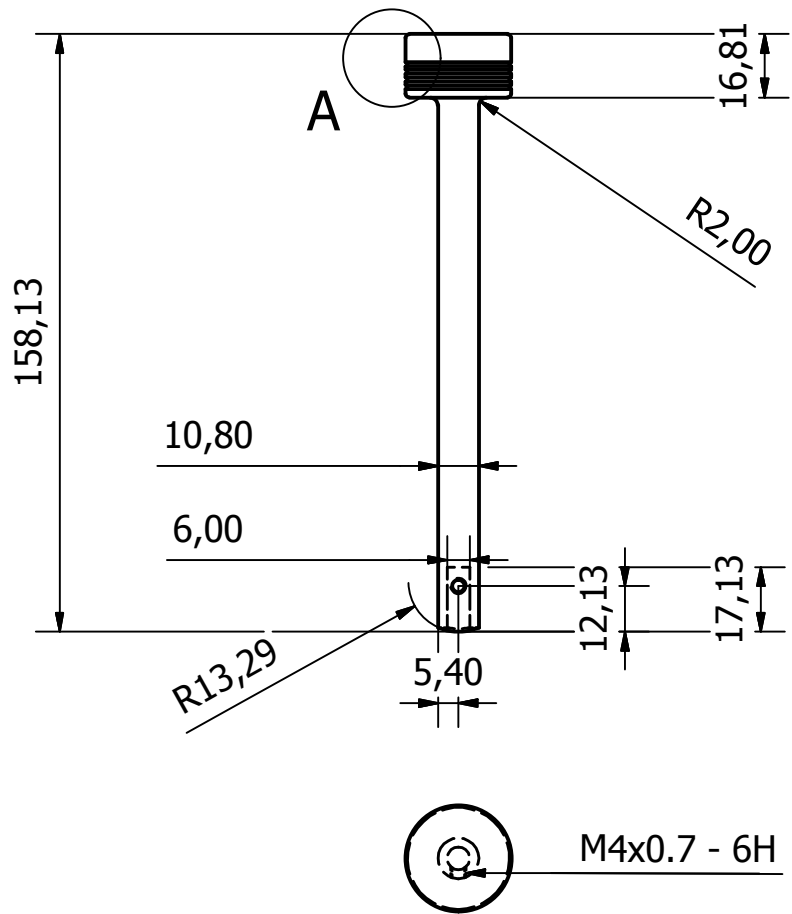
1

3

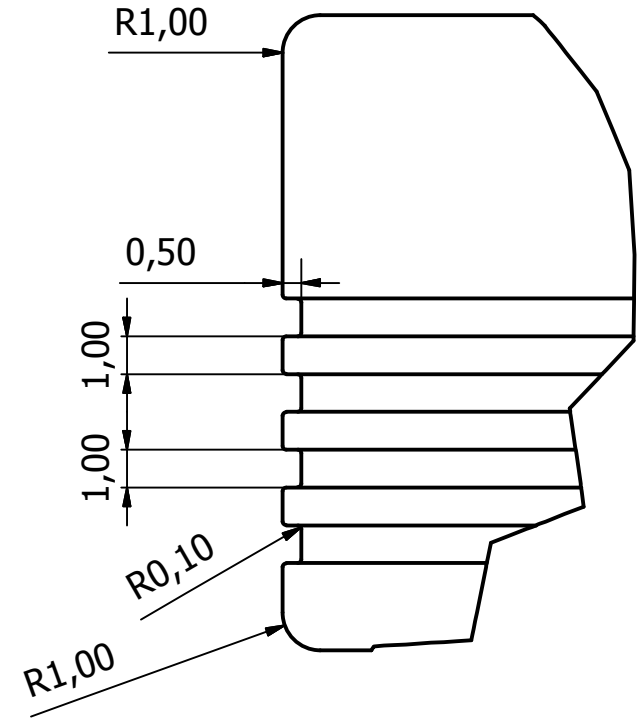
2

1

1



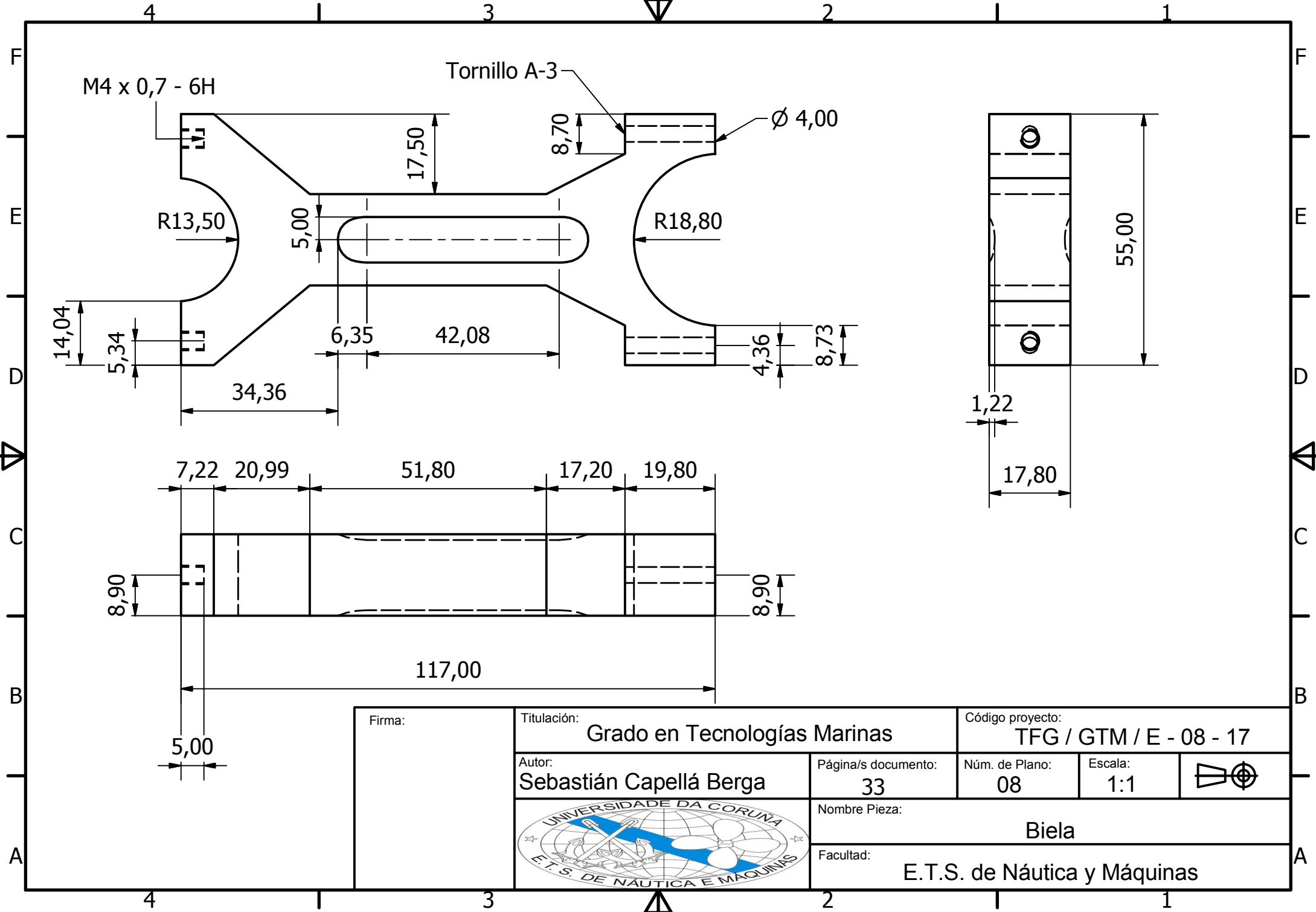
A (5 : 1)



Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 23	Núm. de Plano: 07	Escala: 1:2	
			Nombre Pieza: Pistón		
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas					

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK



PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 33	Núm. de Plano: 08	Escala: 1:1	
			Nombre Pieza: Biela		
		Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas			

4 3 2 1

F F

E E

D D

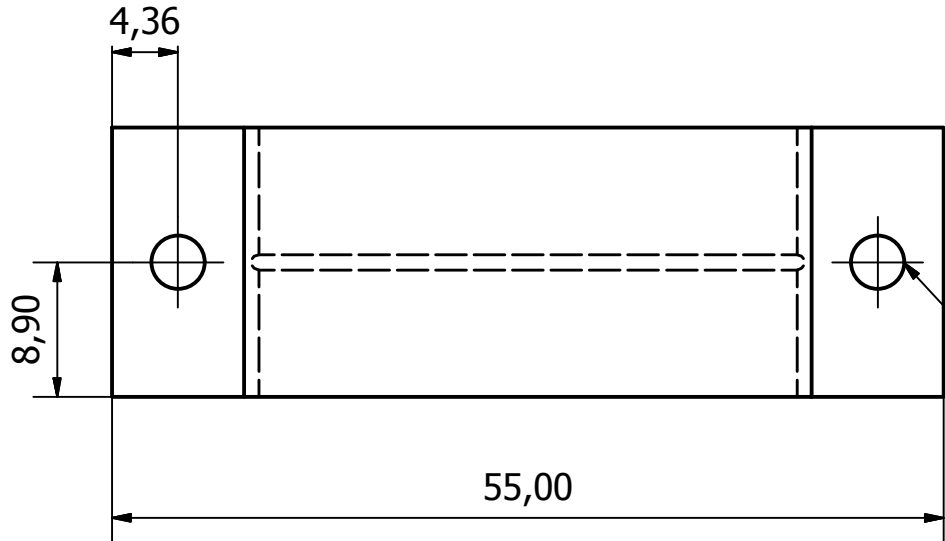
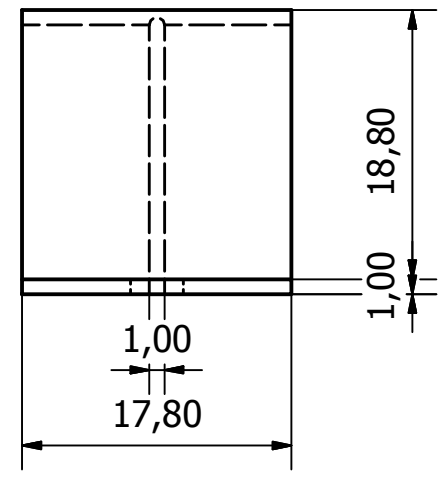
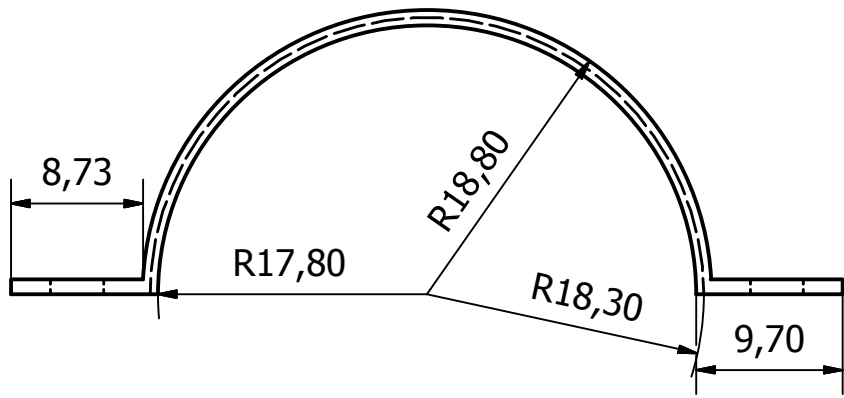
C C

B B

A A

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK



Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 34	Núm. de Plano: 09	Escala: 2:1	
			Nombre Pieza: Semicojinete cabeza biela		
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas					

4 3 2 1

4

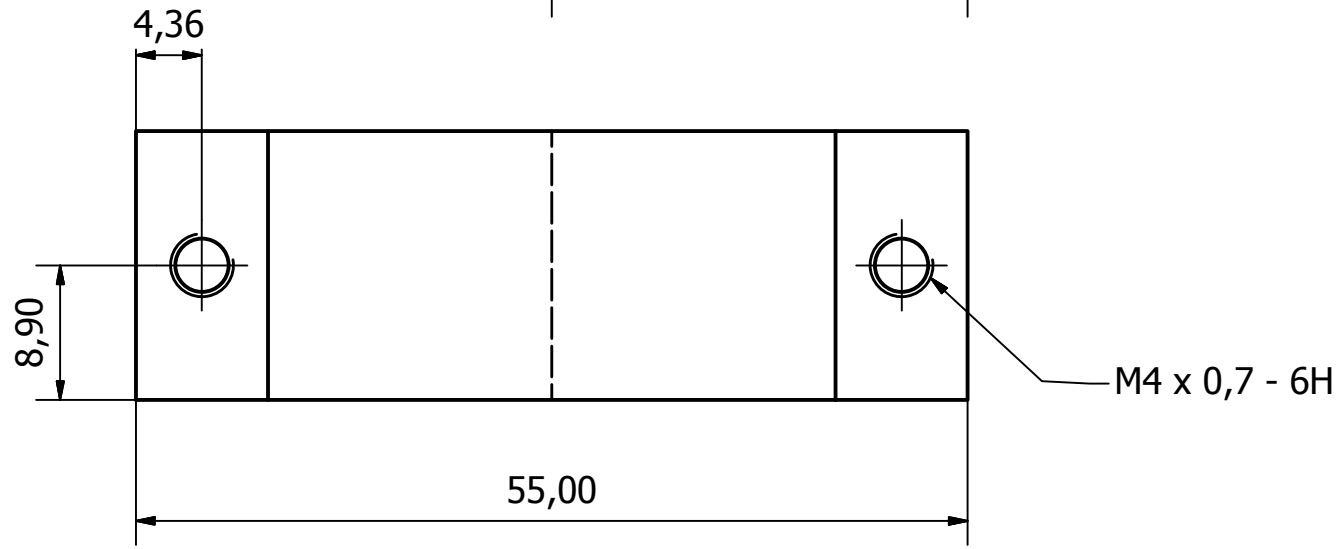
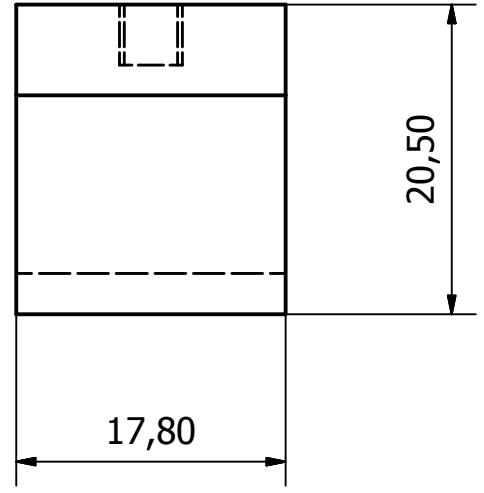
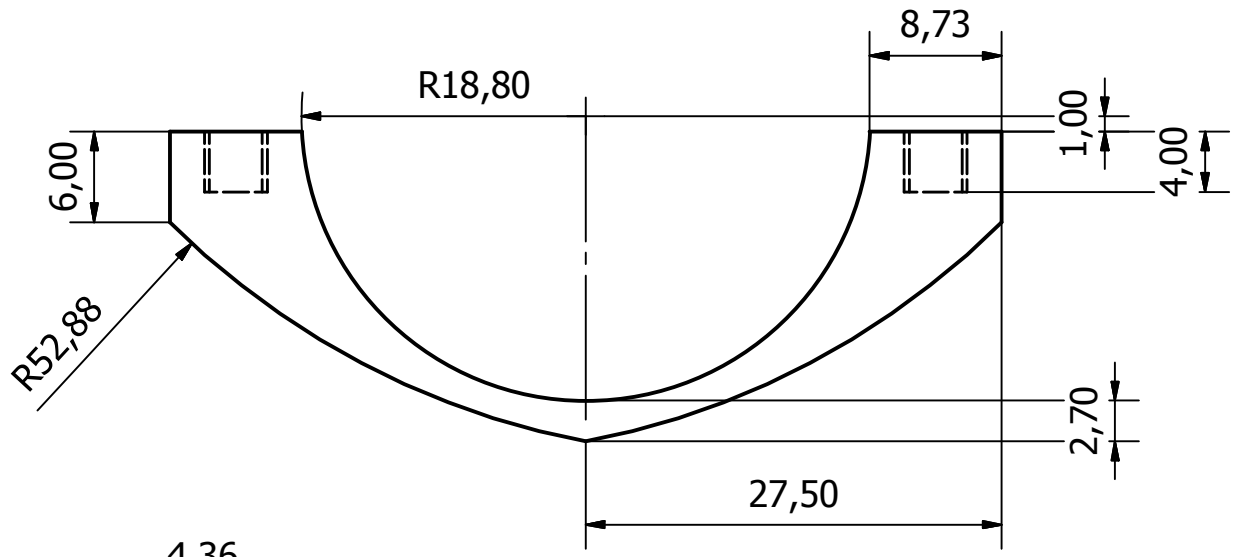
3

2

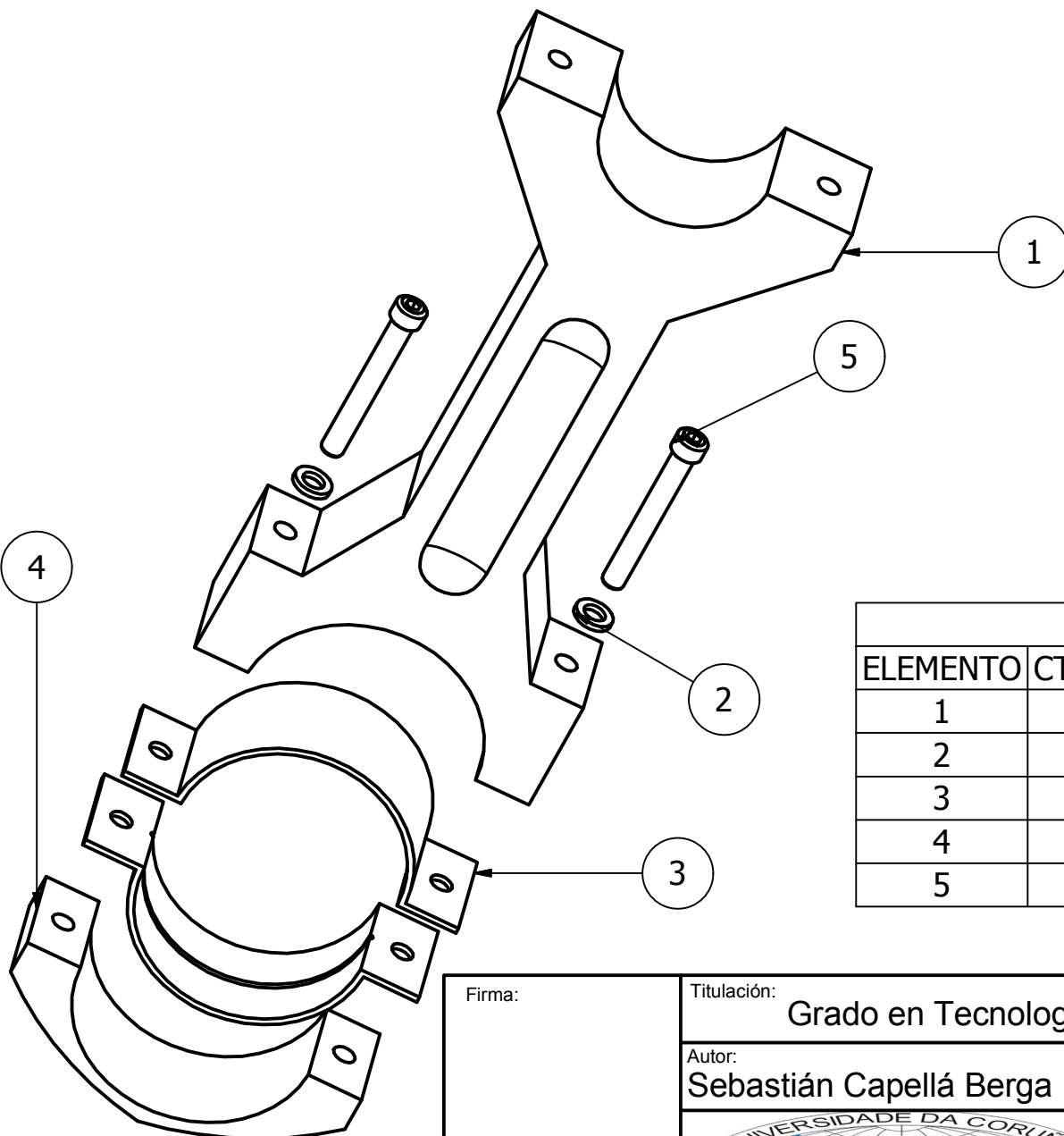
1

F
E
D
C
B
A

F
E
D
C
B
A

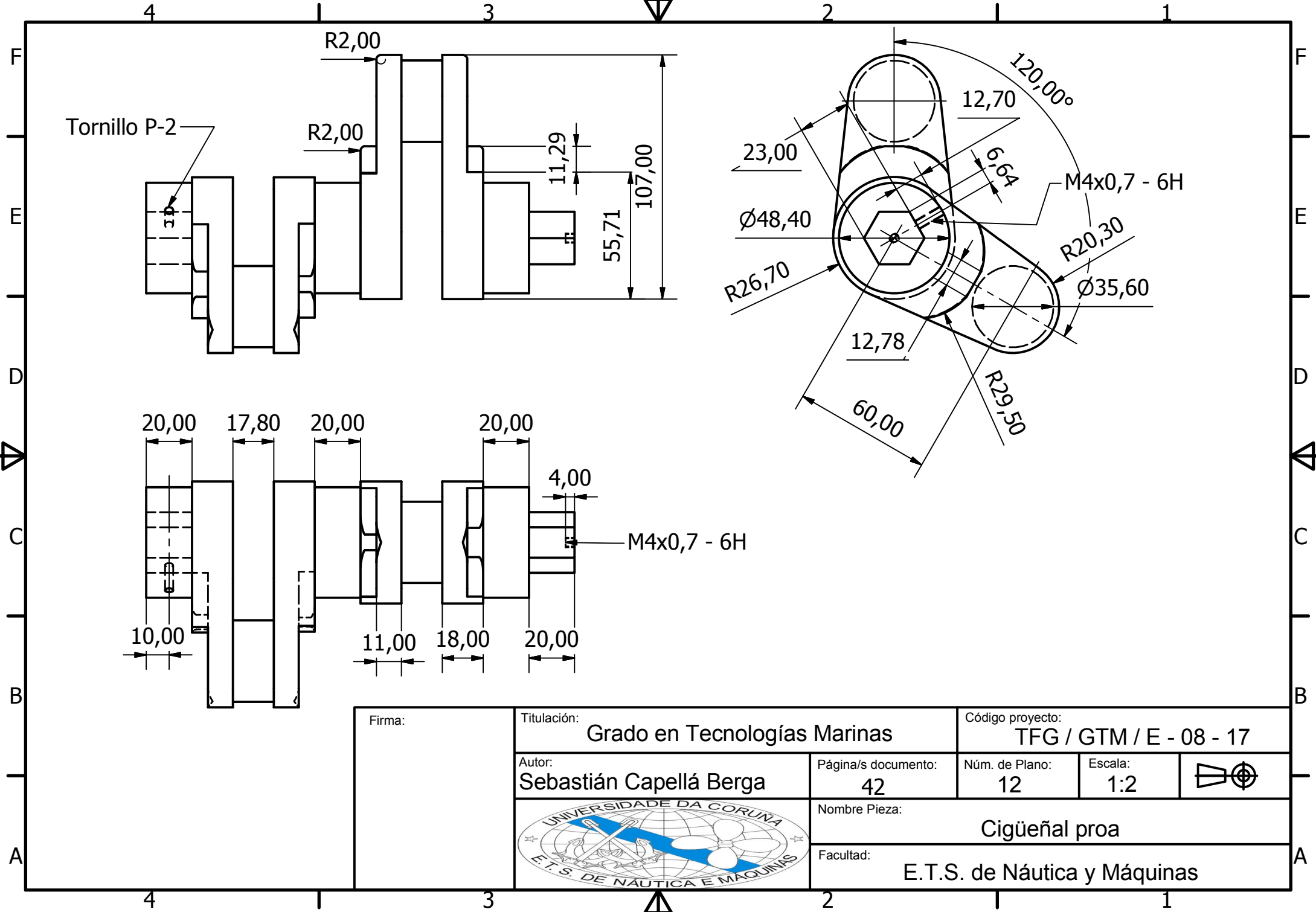


Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 10	Núm. de Plano: 10	Escala: 2:1	
			Nombre Pieza: Sombrerete cabeza biela		
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas					



LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	Biela	Plano 08
2	2	Arandela A-1	Plano 93
3	2	Semicojinete cabeza biela	Plano 09
4	1	Sombrerete cabeza biela	Plano 10
5	2	Tornillo A-3	Plano 93

Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 36	Núm. de Plano: 11	Escala: 1:1	
			Nombre Pieza: Enumeración y despiece Biela		
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas					

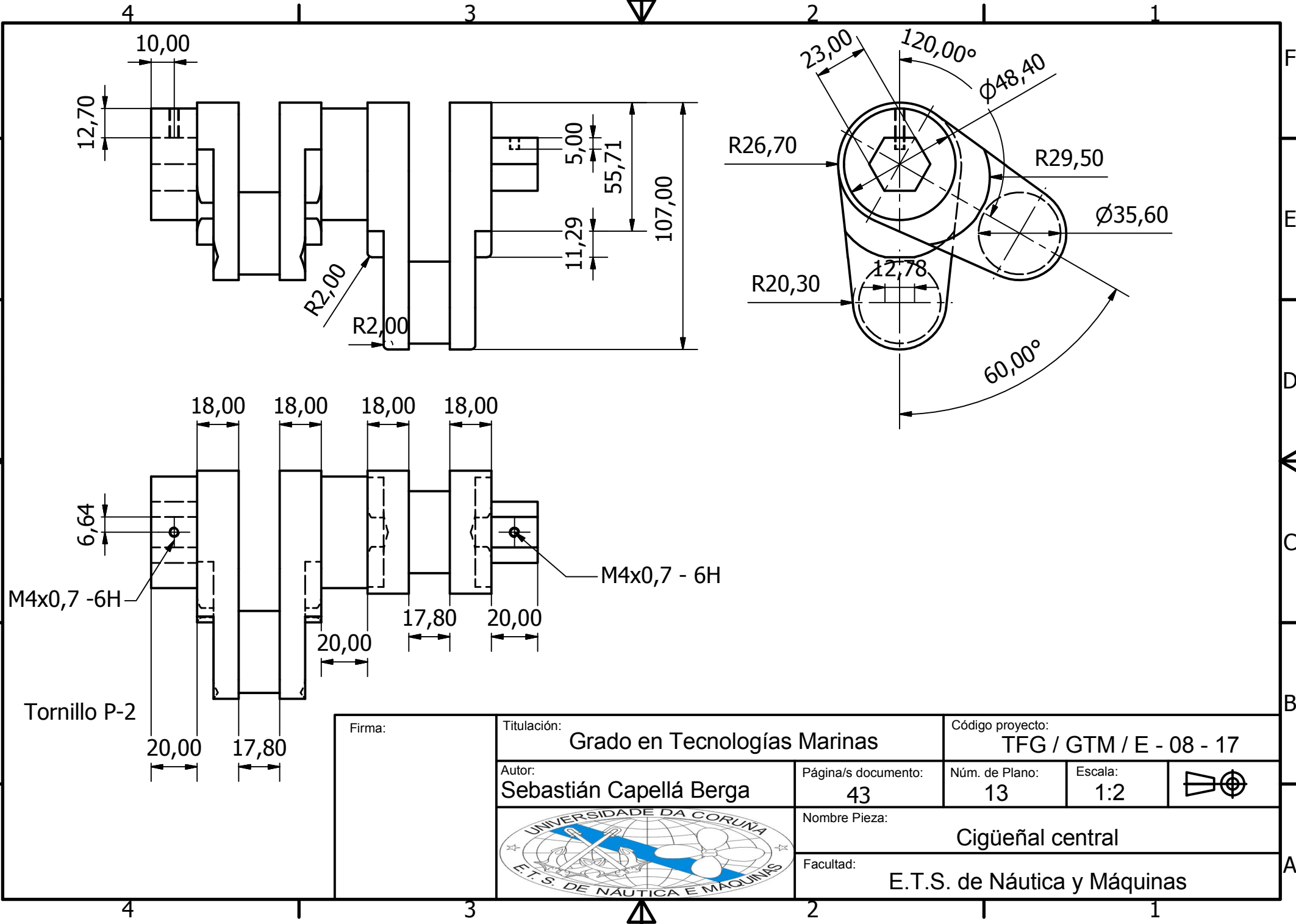


PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 42	Núm. de Plano: 12	Escala: 1:2	
	Nombre Pieza: Cigüeñal proa				
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas					



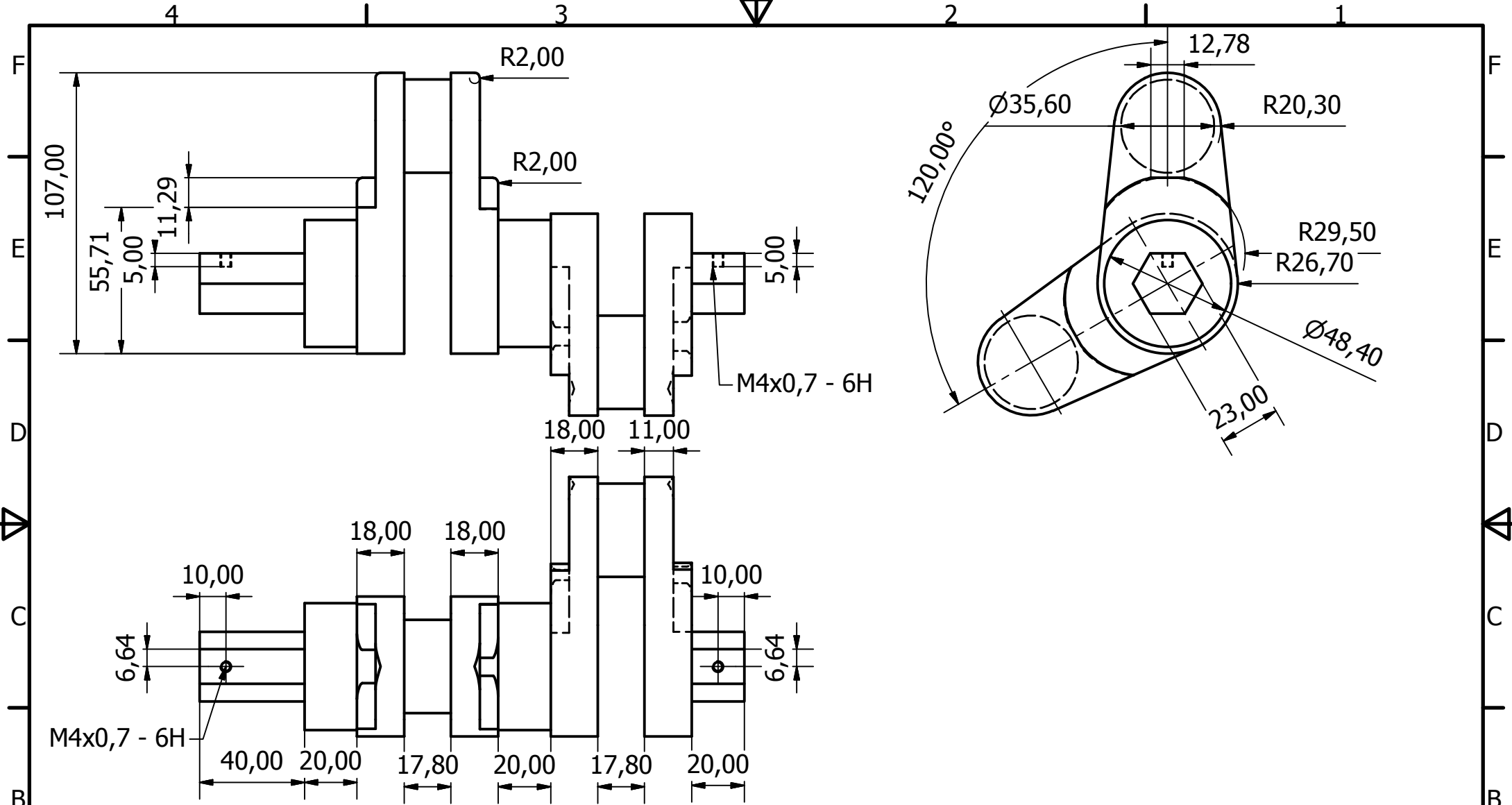


PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK


Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga		Página/s documento: 43	Núm. de Plano: 13	Escala: 1:2
	Nombre Pieza: Cigüeñal central				
	Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas				



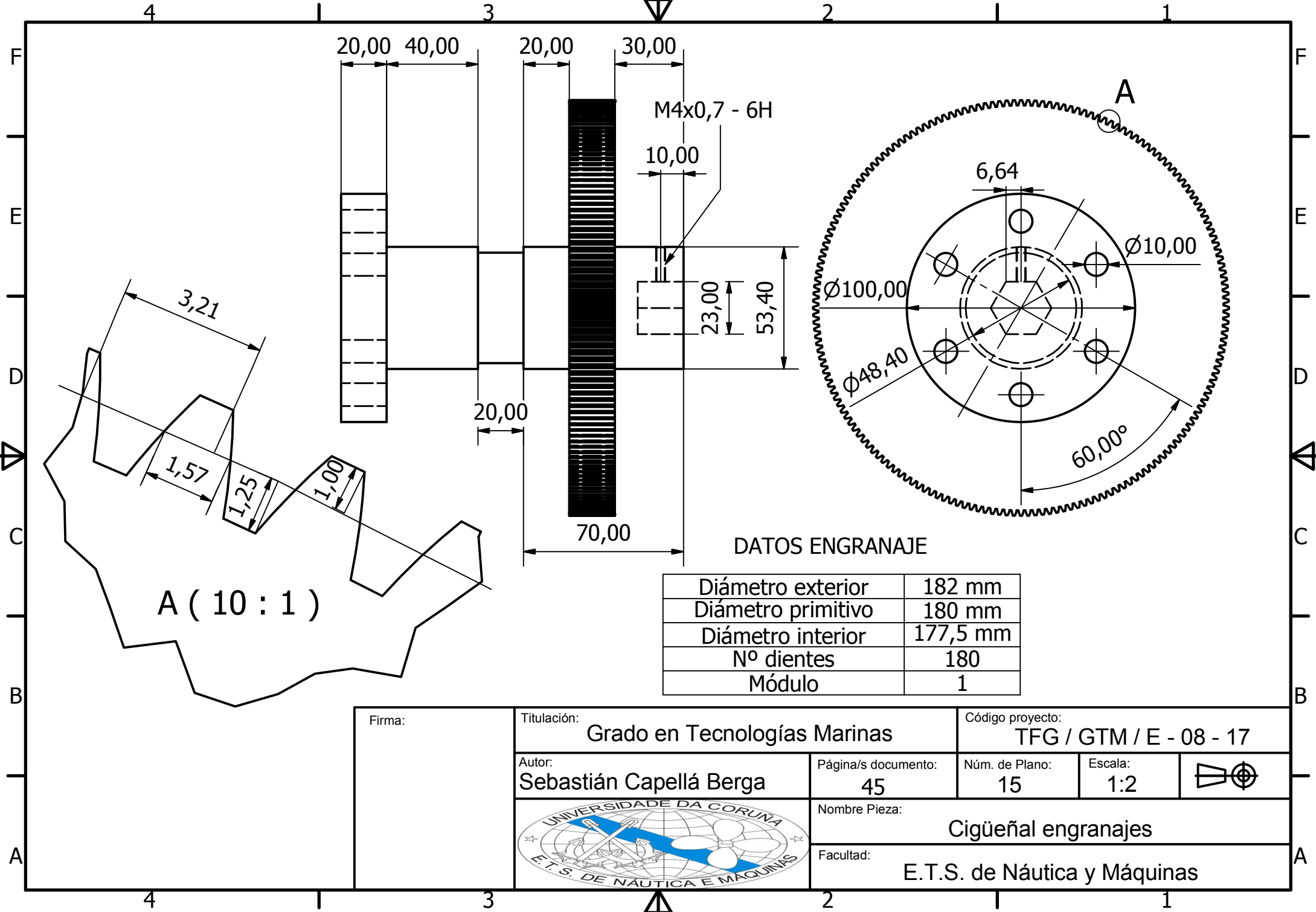


PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

A		Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas	Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
		Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 44	Núm. de Plano: 14	Escala: 1:2	
		Nombre Pieza: Cigüeñal popa				
		Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas				





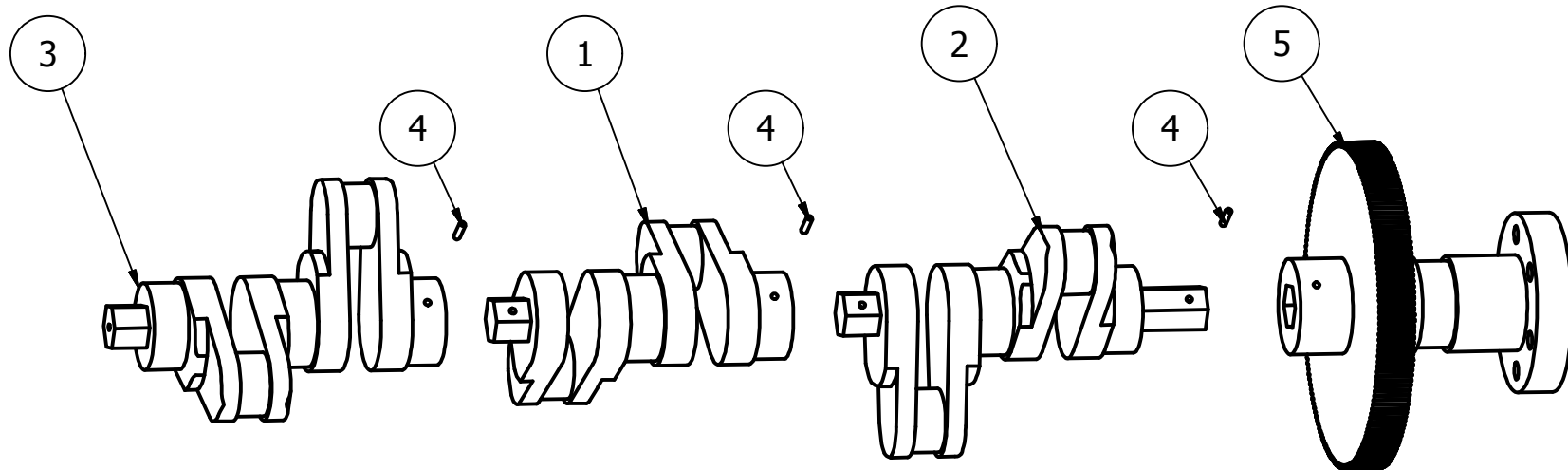
A (10 : 1)

DATOS ENGRANAJE

Diámetro exterior	182 mm
Diámetro primitivo	180 mm
Diámetro interior	177,5 mm
Nº dientes	180
Módulo	1

Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17			
	Autor: Sebastián Capellá Berga		Página/s documento: 45	Núm. de Plano: 15	Escala: 1:2	
			Nombre Pieza: Cigüeñal engranajes			
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas						

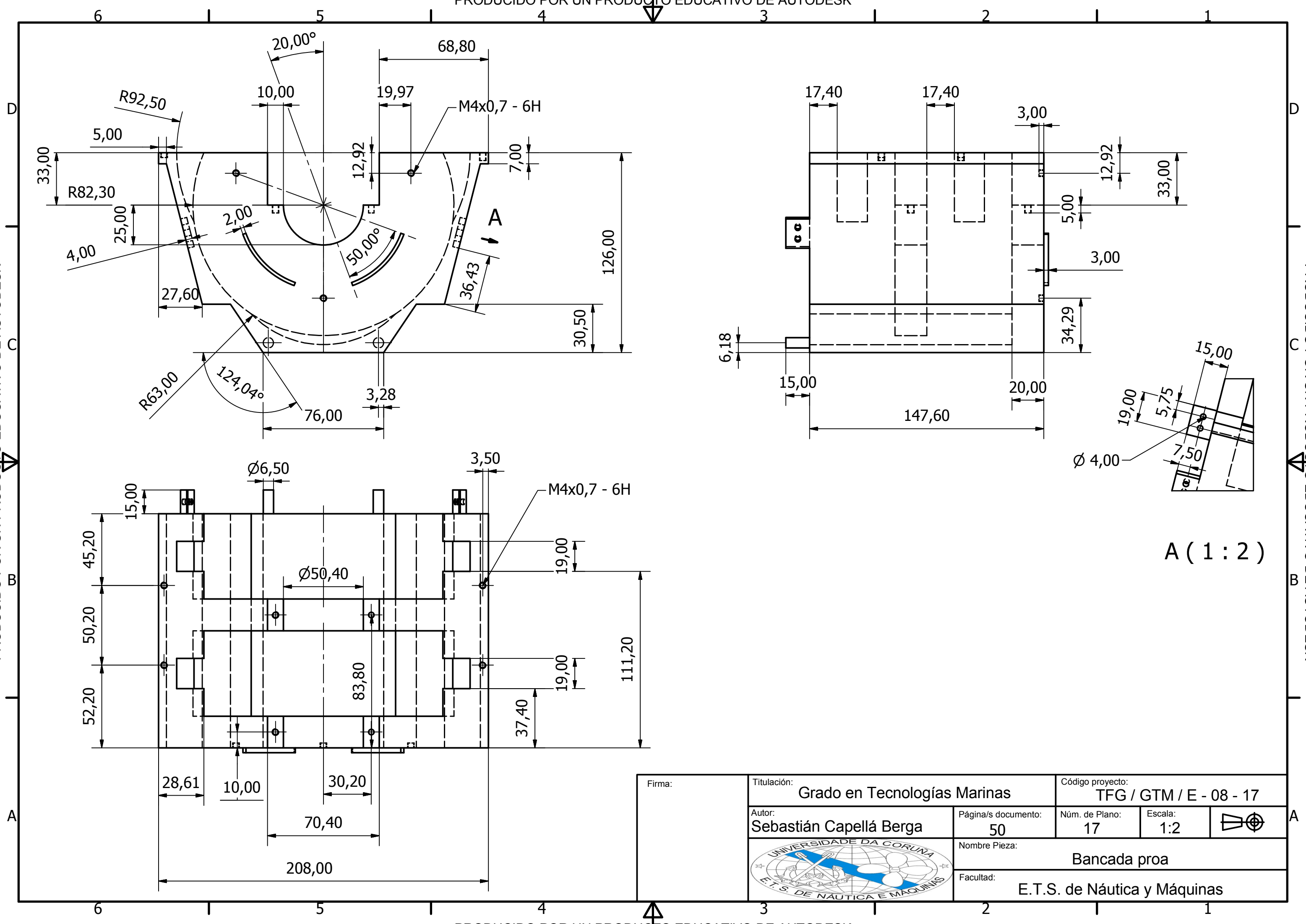
LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	Cigüeñal central	Plano 13
2	1	Cigüeñal popa	Plano 14
3	1	Cigüeñal proa	Plano 12
4	3	Tornillo P-2	Plano 93
5	1	Cigüeñal engranajes	Plano 15



Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 47	Núm. de Plano: 16	Escala: 1:4	
			Nombre Pieza: Enumeración y despiece Cigüeñal		
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas					


PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

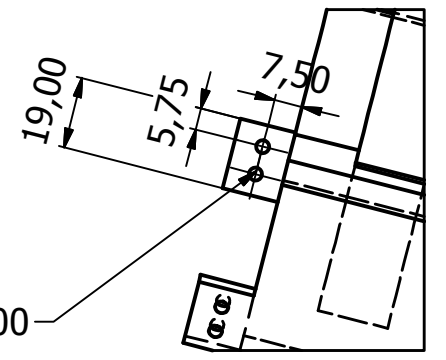
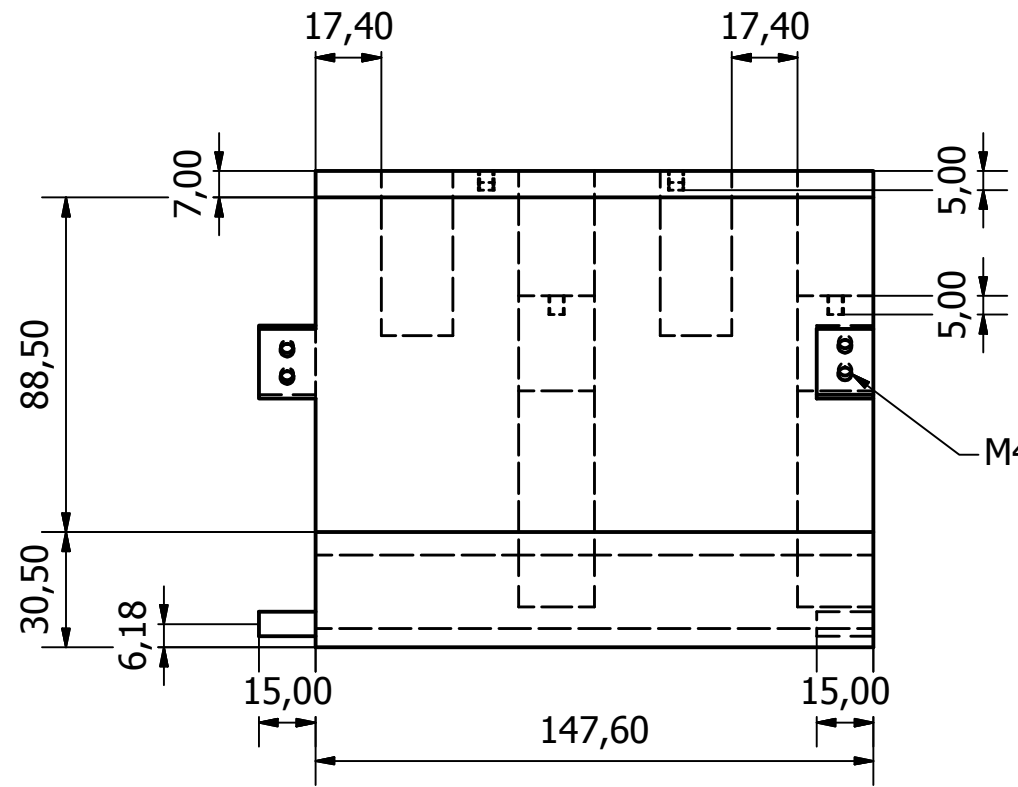
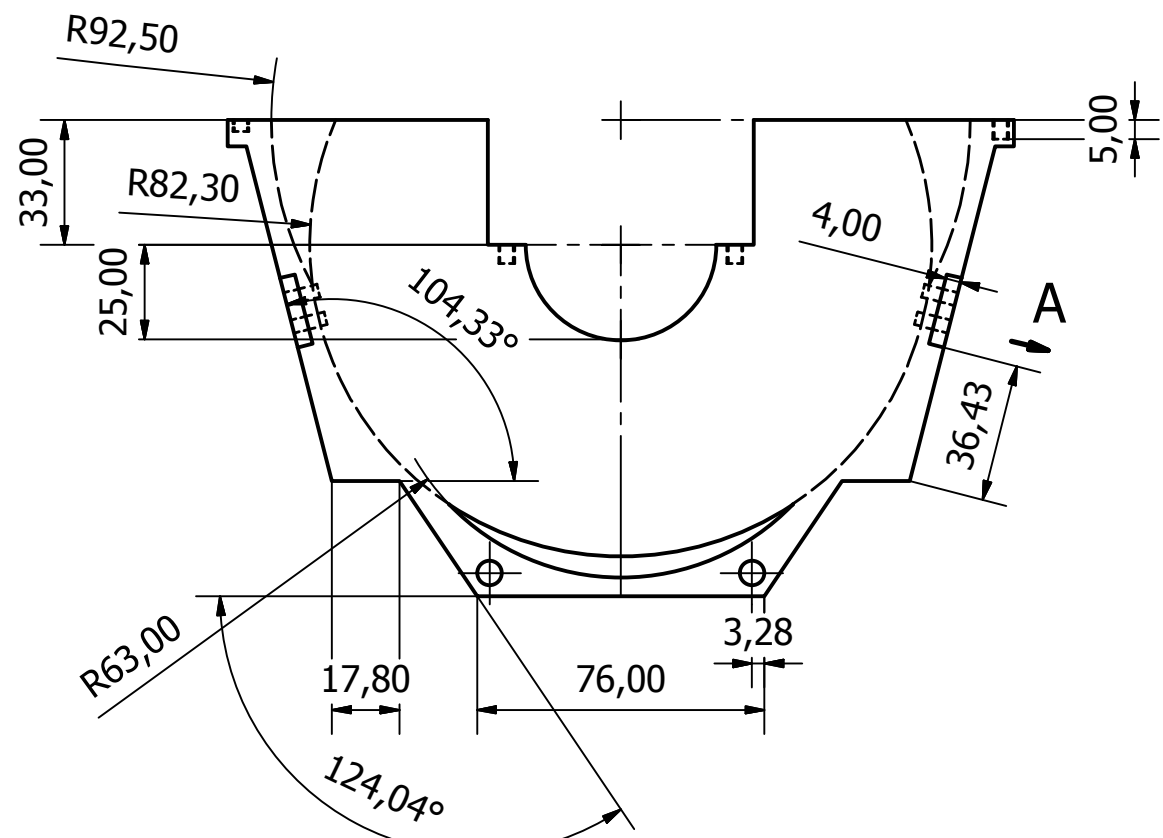
PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK



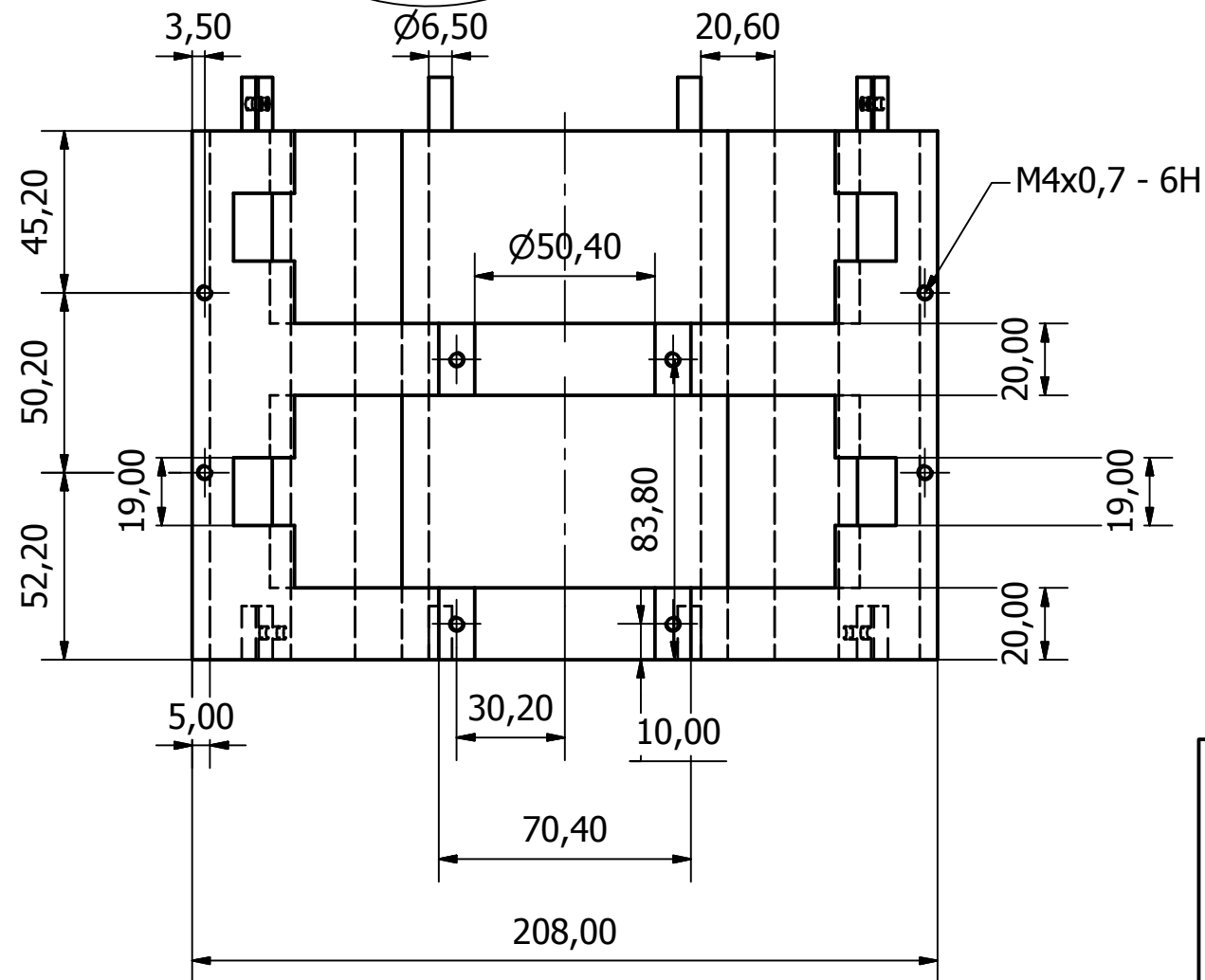
PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK


PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga		Página/s documento: 50	Núm. de Plano: 17	Escala: 1:2
					



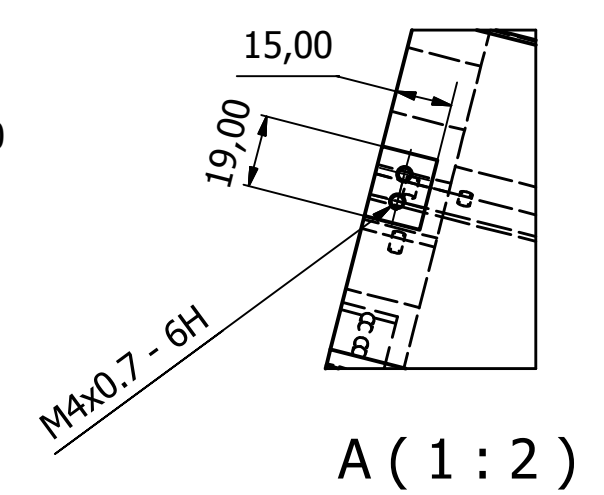
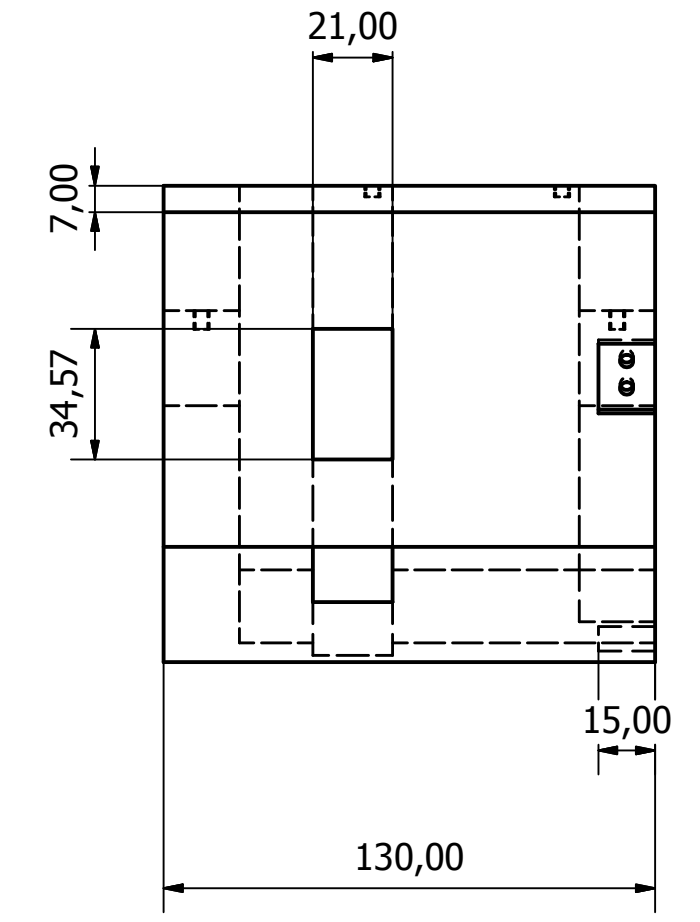
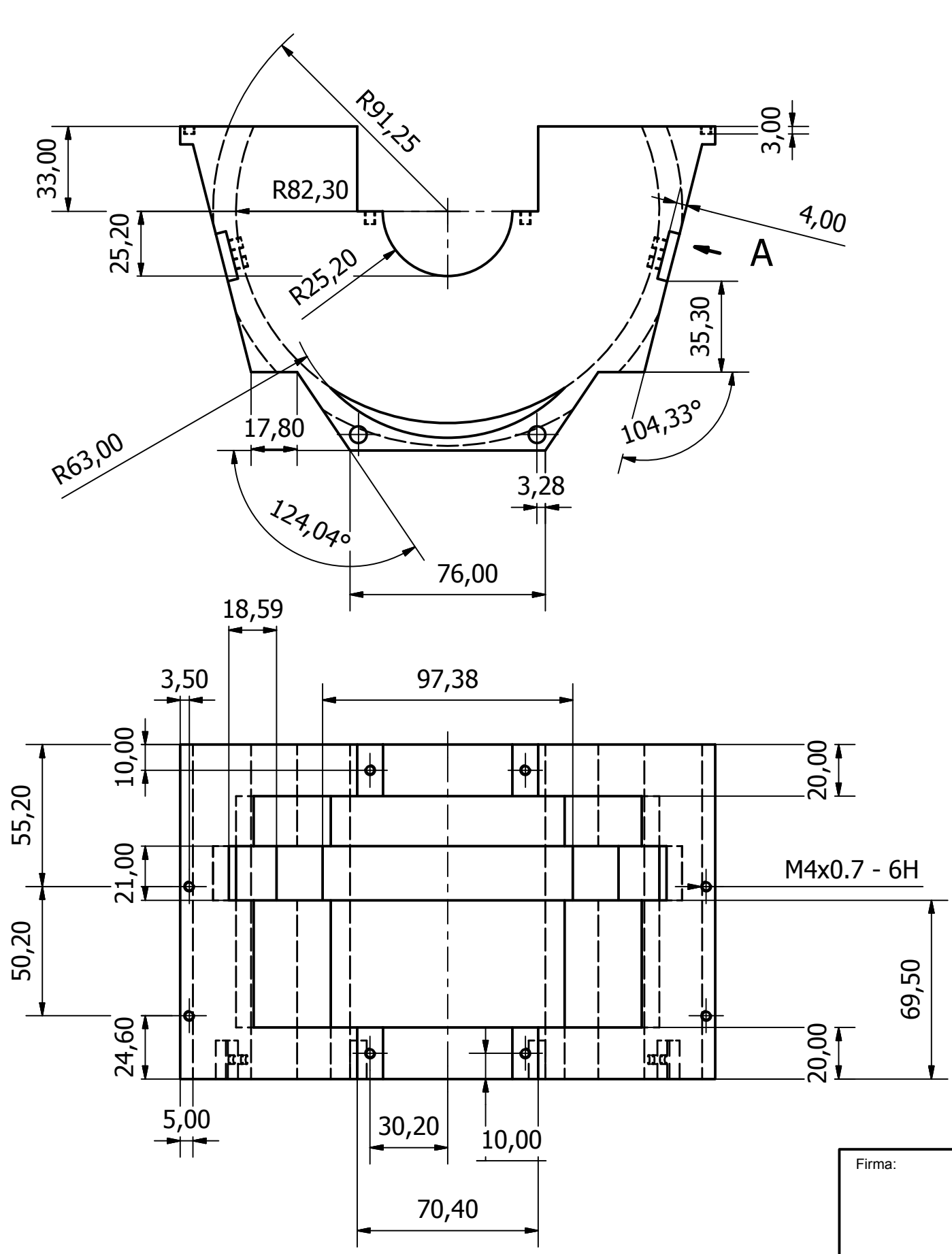
A (1:2)




Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga		Página/s documento: 51	Núm. de Plano: 18	Escala: 1:2
			Nombre Pieza: Bancada central		
		Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas			

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

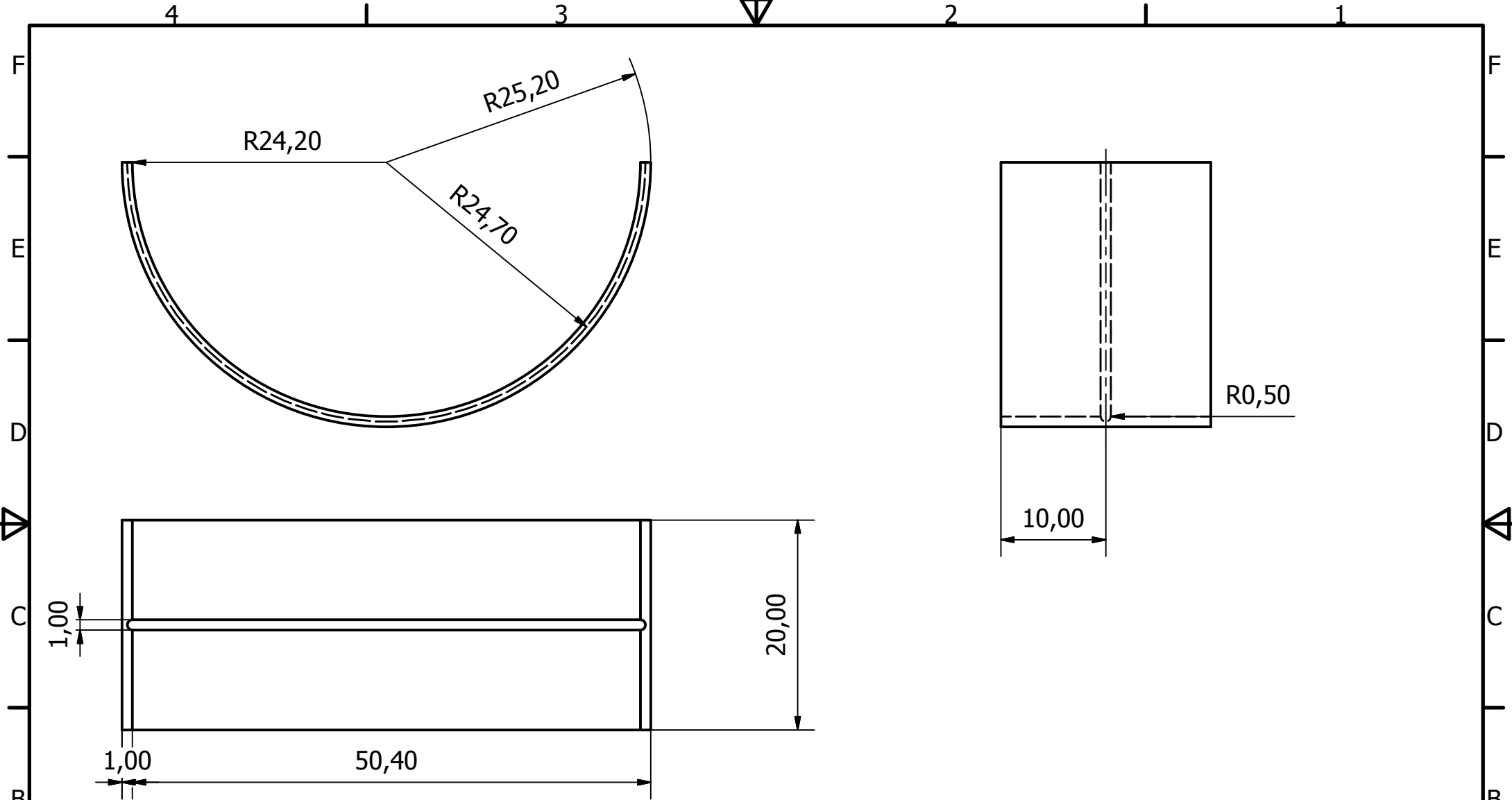
PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK



Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga		Página/s documento: 52	Núm. de Plano: 19	Escala: 1:2
			Nombre Pieza: Bancada engranajes		
			Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas		



PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK



PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17			
	Autor: Sebastián Capellá Berga		Página/s documento: 52	Núm. de Plano: 20	Escala: 2:1	
			Nombre Pieza: Semicojinete principal inferior			
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas						

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

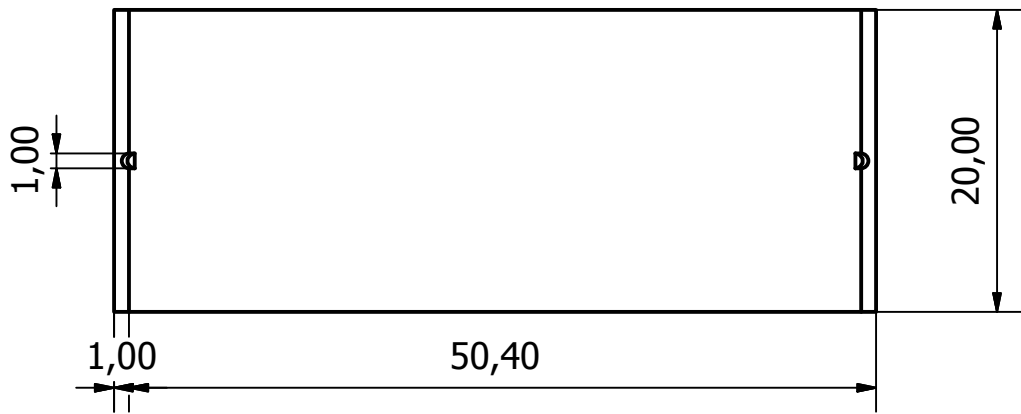
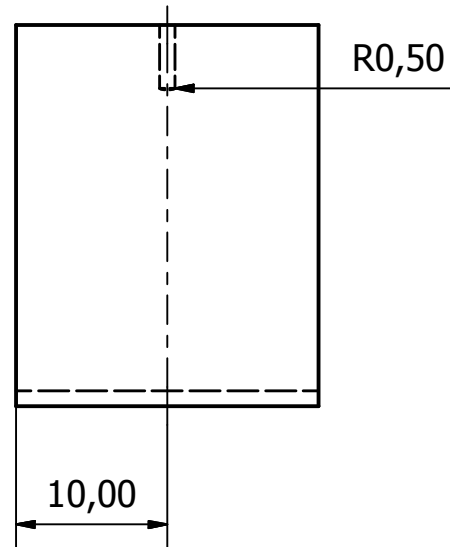
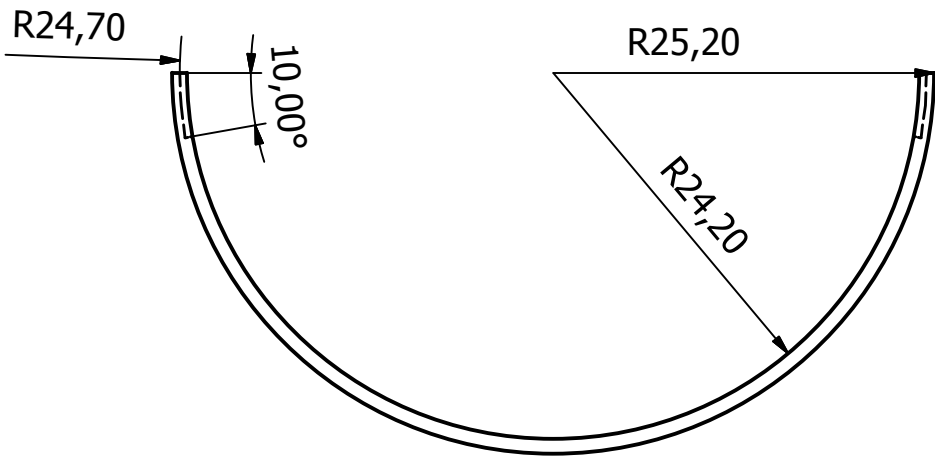
C


B

B

A

A



Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga		Página/s documento: 53	Núm. de Plano: 21	Escala: 2:1
					
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas					

4

3

2

1

F

E

D

C

B

A

F

E

D

C

B

A

70,40

R25,20

10,00

6,00

27,00

20,00



5,00

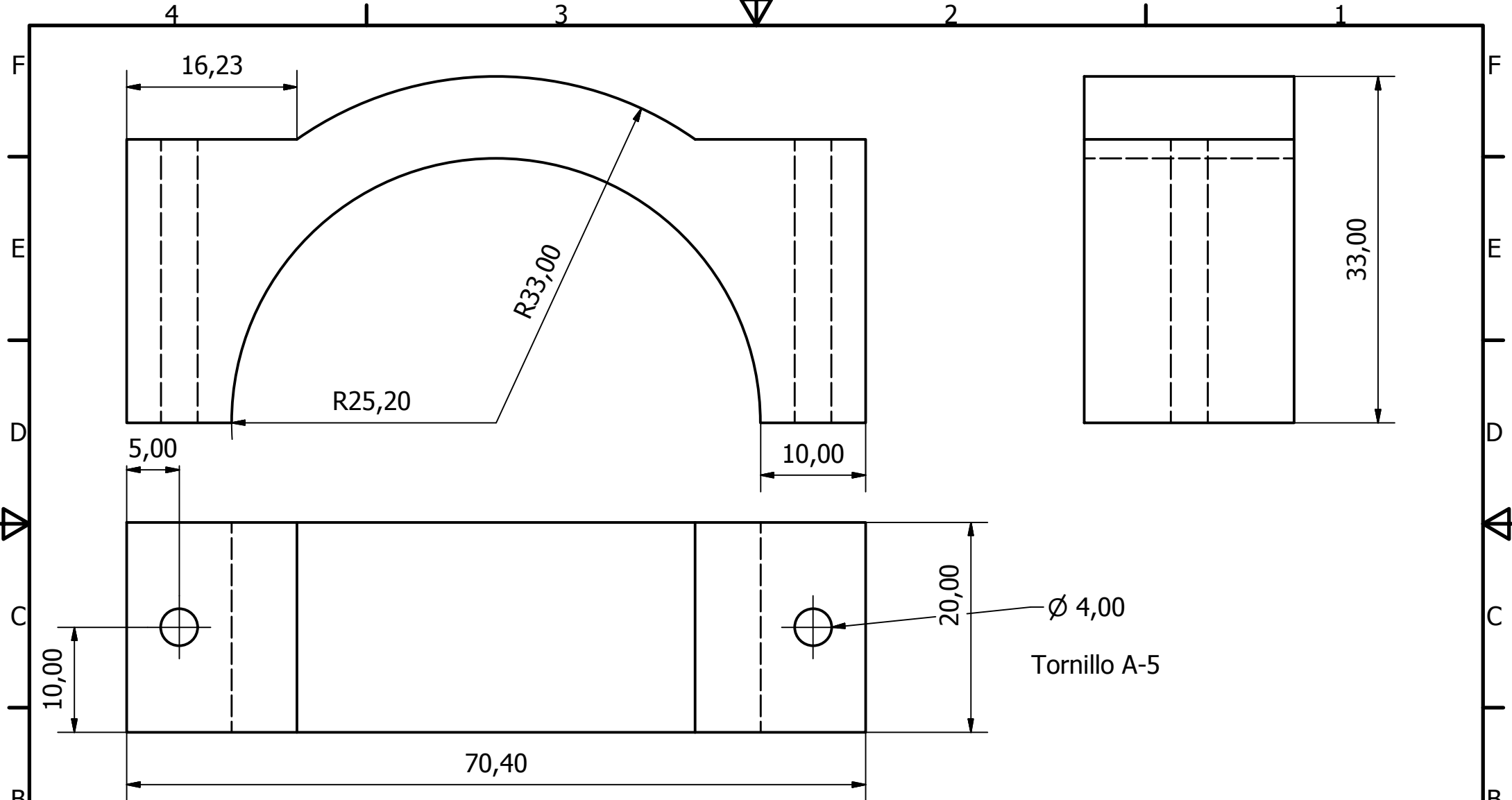
11,40

10,00

Ø 4,00
Tornillo A-5

5,00

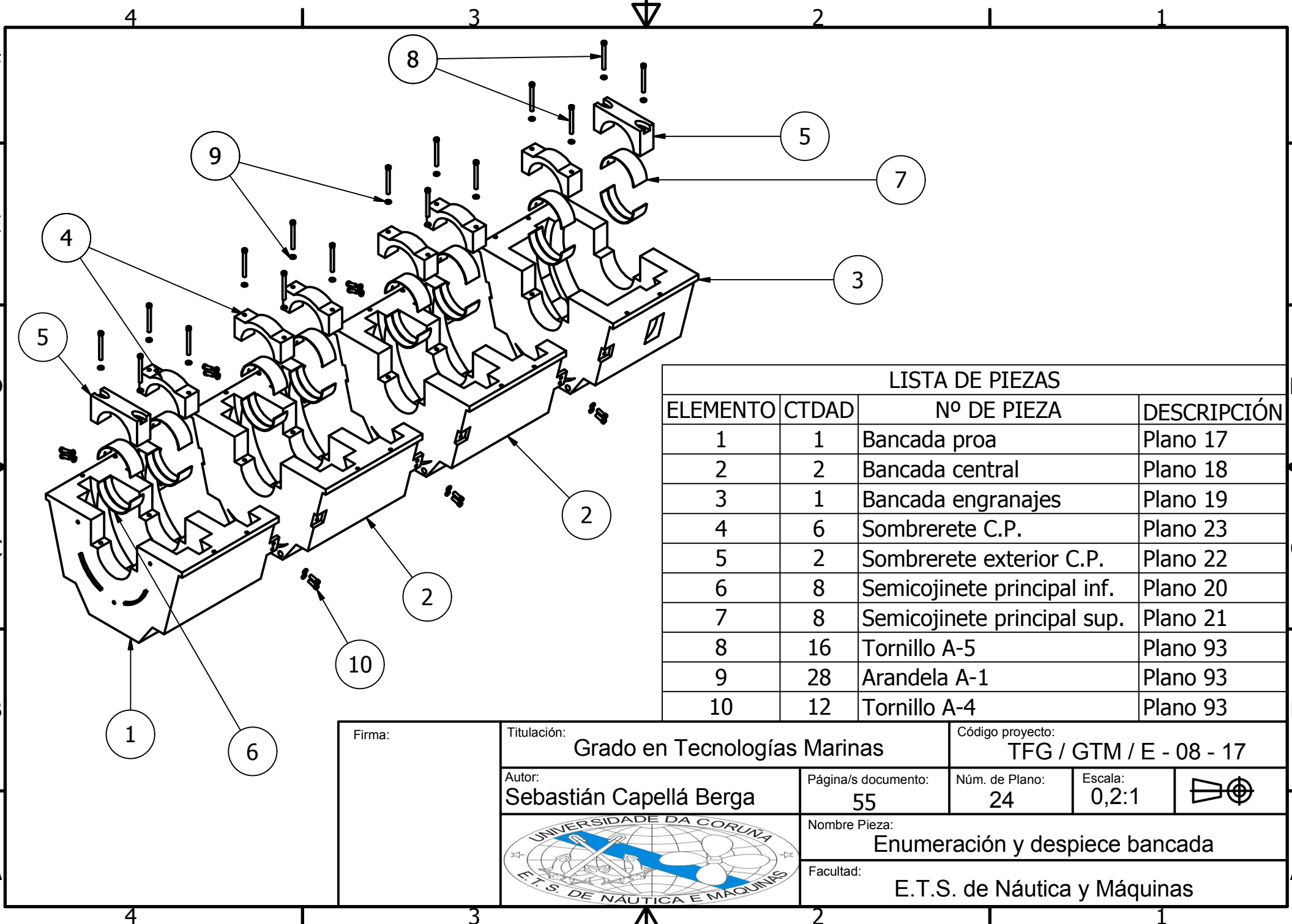
Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 53	Núm. de Plano: 22	Escala: 2:1	
			Nombre Pieza: Sombrerete exterior C.P.		
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas					




PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

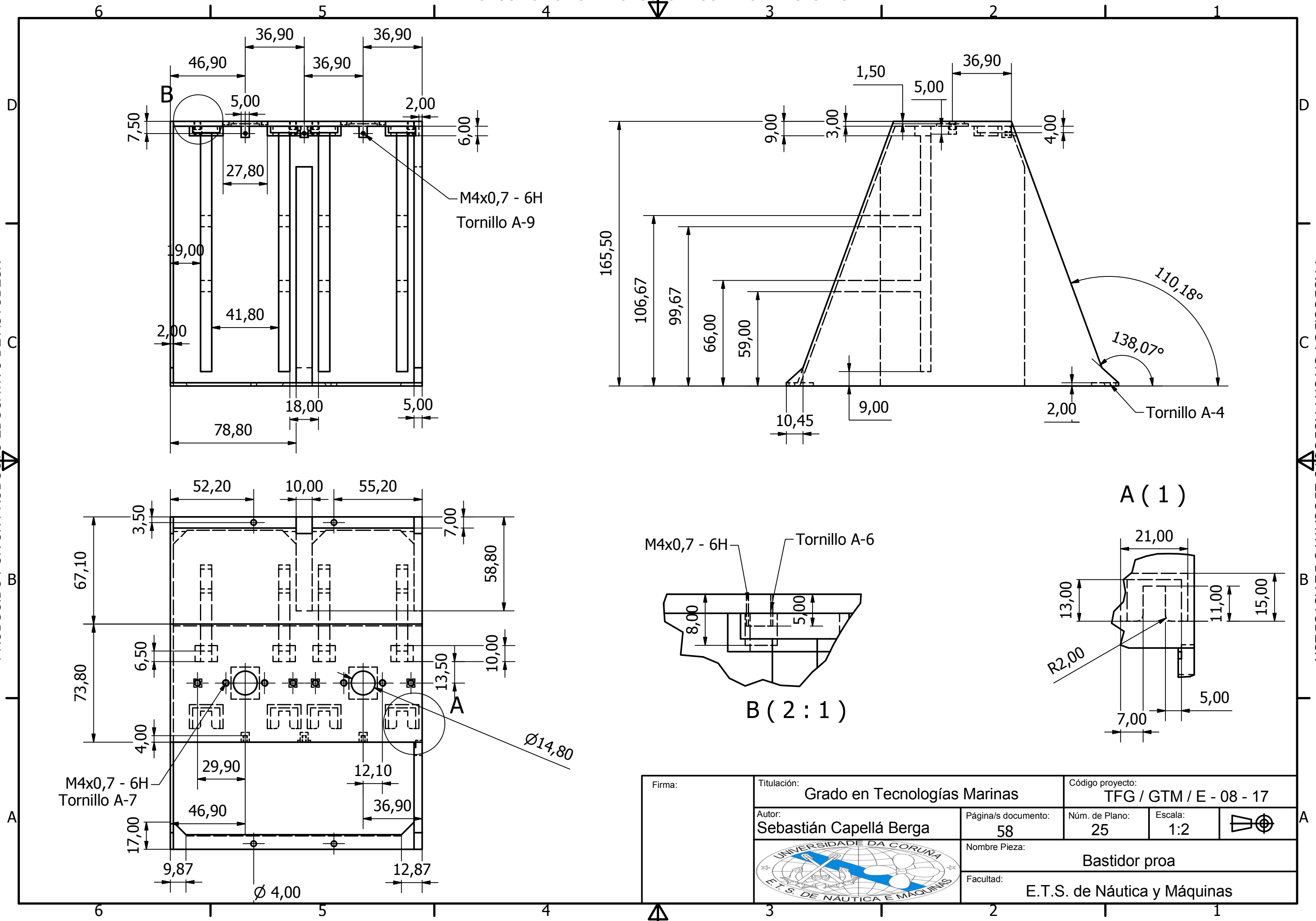
PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK


Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17			
	Autor: Sebastián Capellá Berga		Página/s documento: 54	Núm. de Plano: 23	Escala: 2:1	
			Nombre Pieza: Sombrerete cojinete principal			
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas						

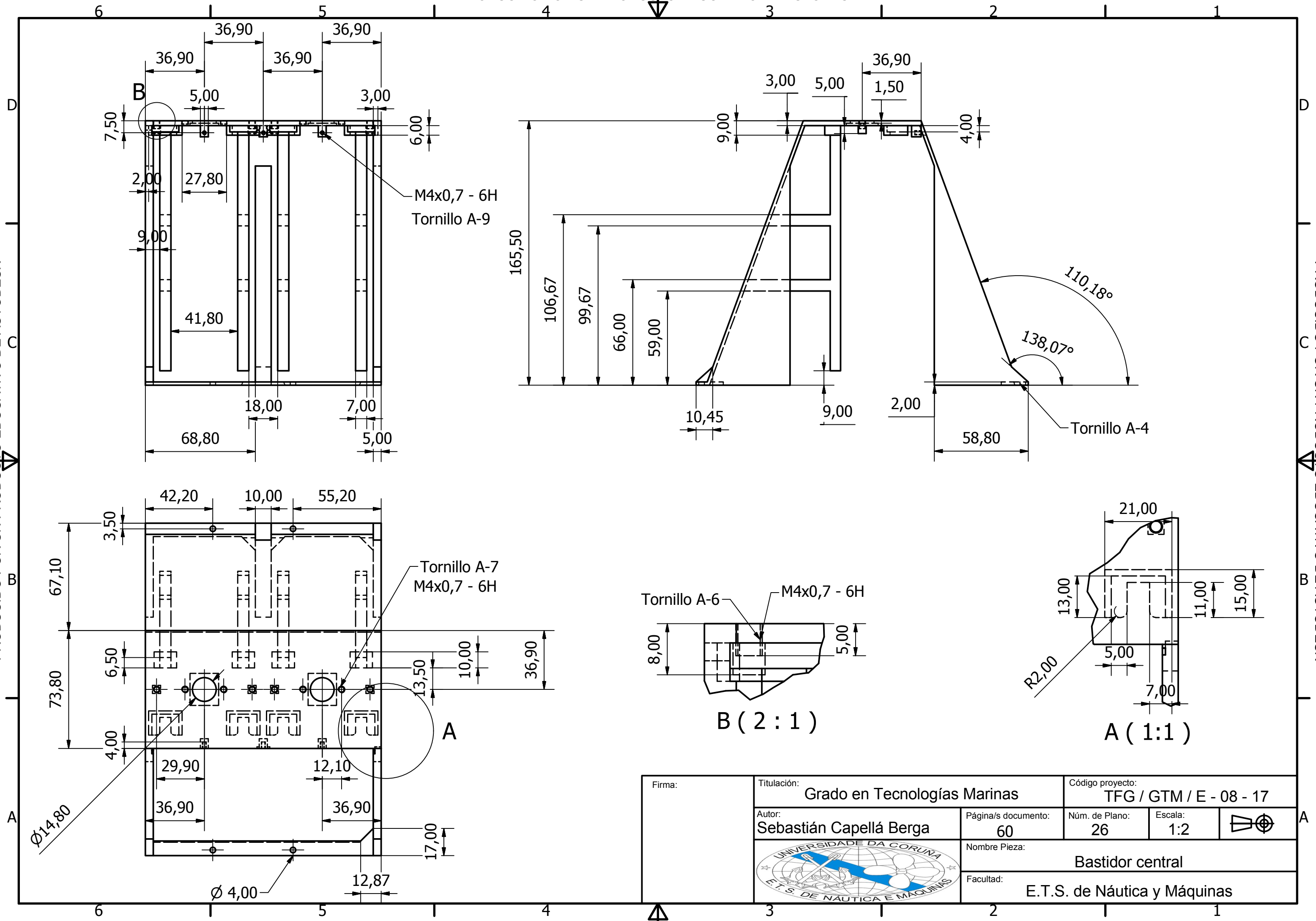



LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	Bancada proa	Plano 17
2	2	Bancada central	Plano 18
3	1	Bancada engranajes	Plano 19
4	6	Sombrerete C.P.	Plano 23
5	2	Sombrerete exterior C.P.	Plano 22
6	8	Semicojinete principal inf.	Plano 20
7	8	Semicojinete principal sup.	Plano 21
8	16	Tornillo A-5	Plano 93
9	28	Arandela A-1	Plano 93
10	12	Tornillo A-4	Plano 93

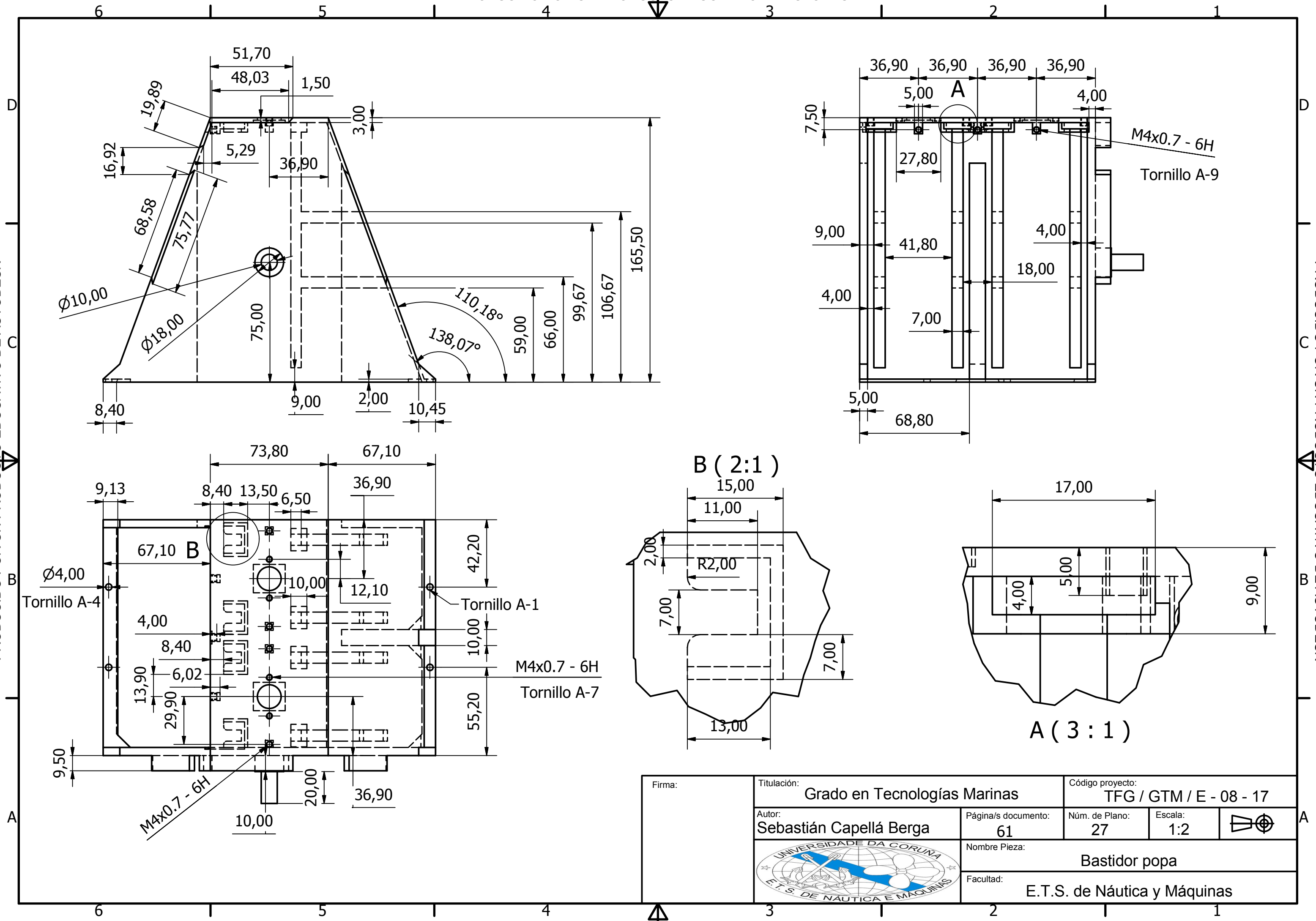
Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga		Página/s documento: 55	Núm. de Plano: 24	Escala: 0,2:1
			Nombre Pieza: Enumeración y despiece bancada		
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas					




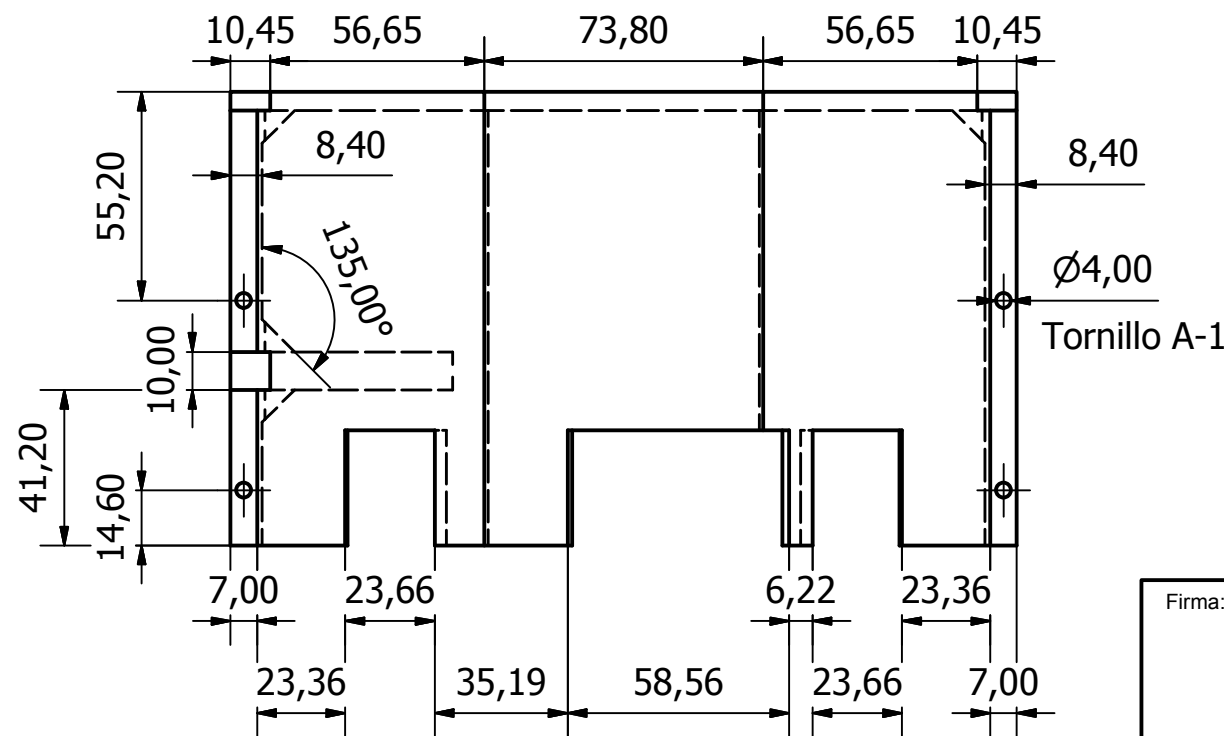
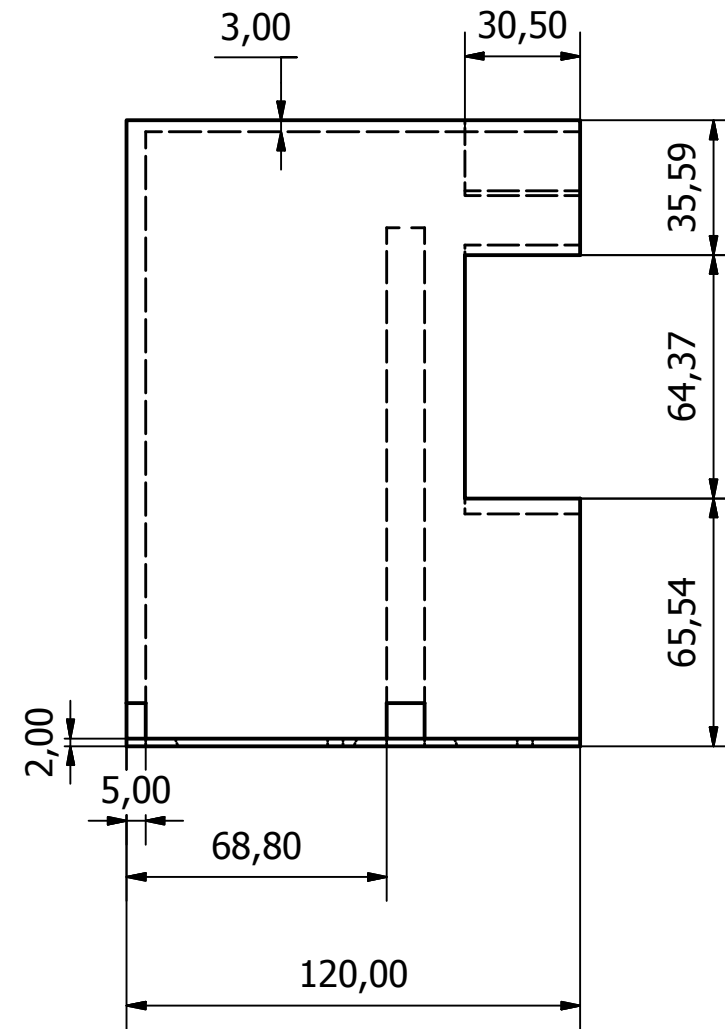
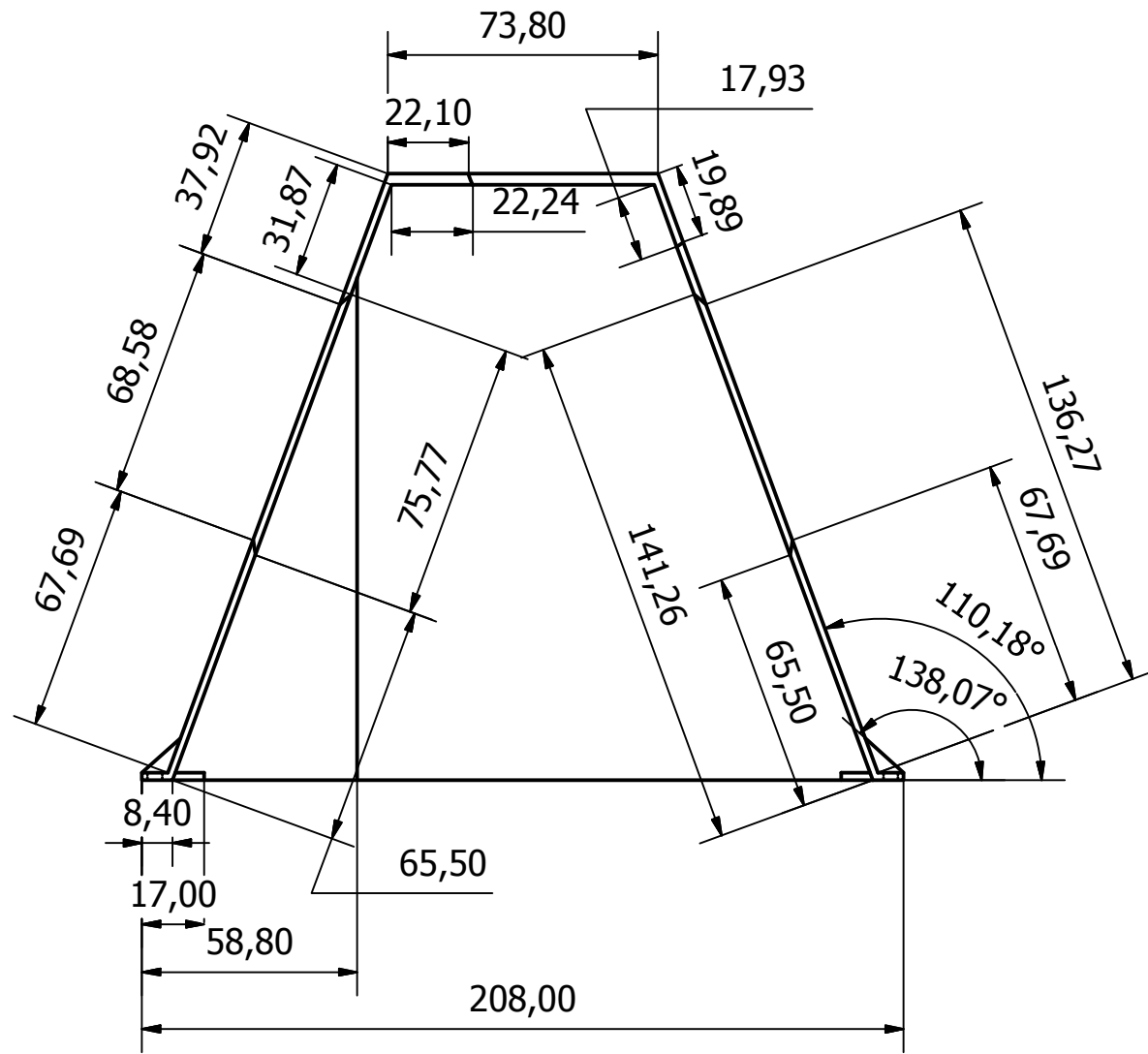
Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga		Página/s documento: 58	Núm. de Plano: 25	Escala: 1:2
		Nombre Pieza: Bastidor proa			
		Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas			




Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga		Página/s documento: 60	Núm. de Plano: 26	Escala: 1:2
		Nombre Pieza: Bastidor central			
		Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas			

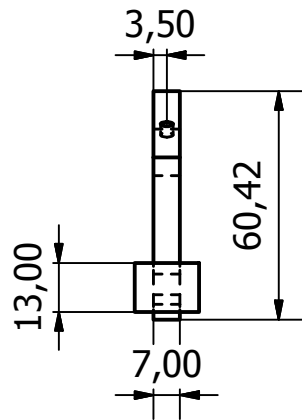
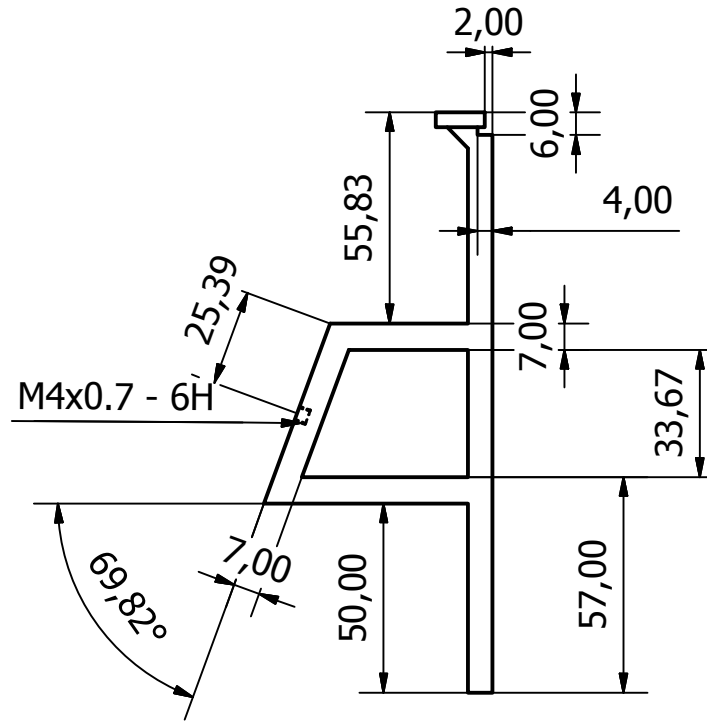
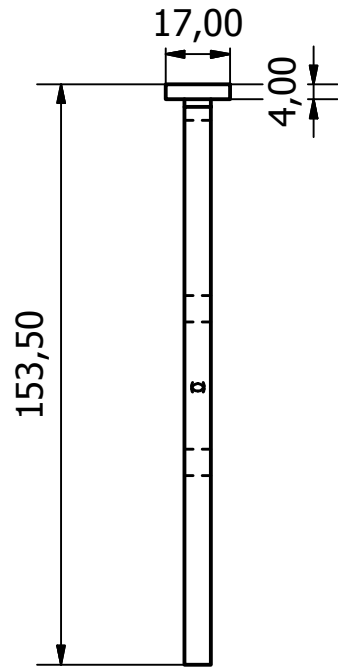




Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga		Página/s documento: 61	Núm. de Plano: 27	Escala: 1:2
			Nombre Pieza: Bastidor popa		
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas					



Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga		Página/s documento: 61	Núm. de Plano: 28	Escala: 1:2
			Nombre Pieza: Bastidor engranajes		
			Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas		

4 3 2 1



Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17			
	Autor: Sebastián Capellá Berga		Página/s documento: 62	Núm. de Plano: 29	Escala: 1:2	
			Nombre Pieza: Guía del patín			
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas						

4 3 2 1

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

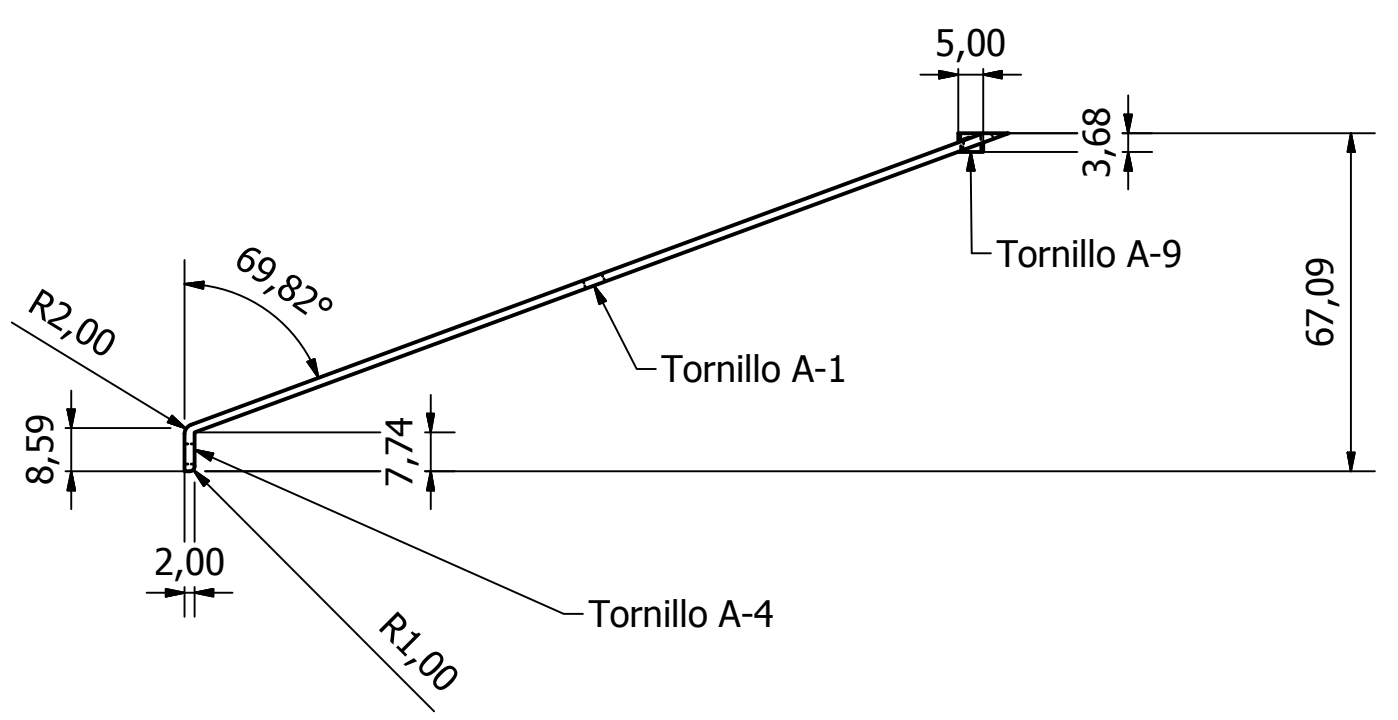
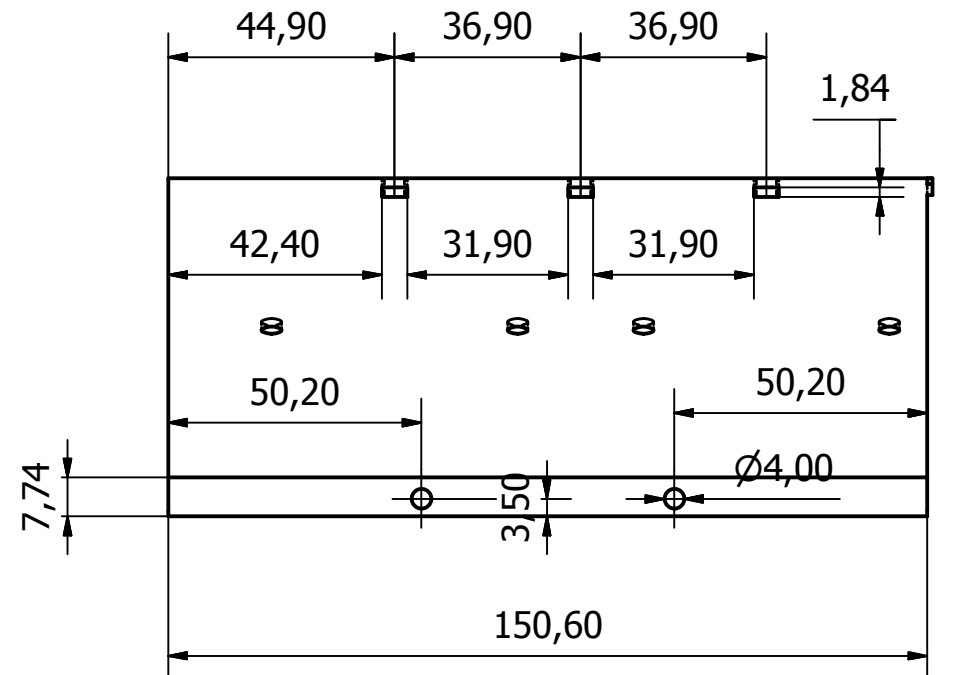
PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

F
E
D
C
B
A

F
E
D
C
B
A

6 5 4 3 2 1

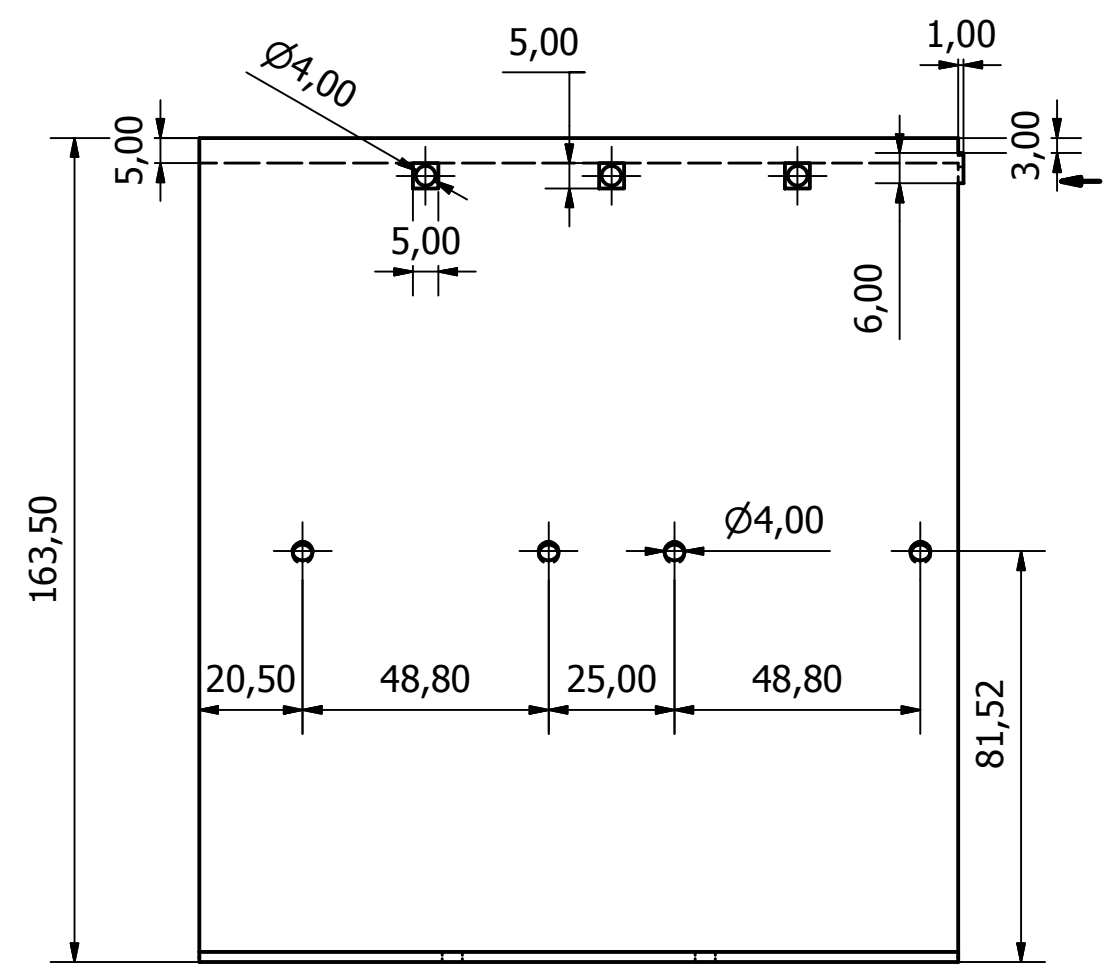
D



C

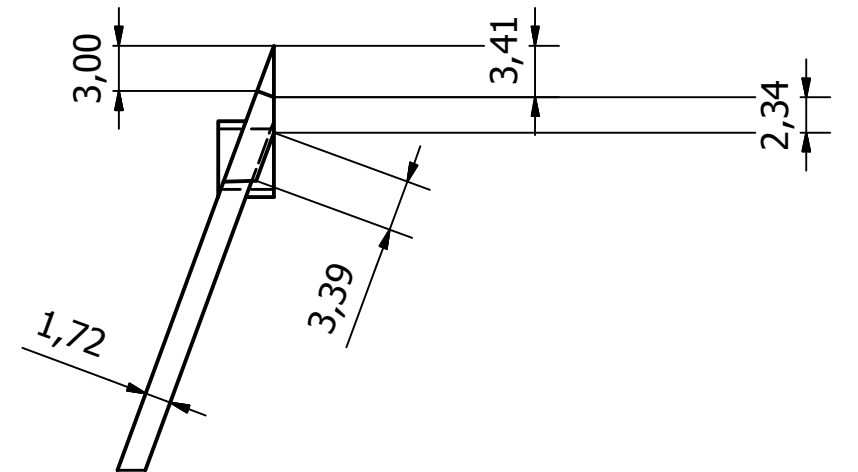
C

B



B


B (2:1)

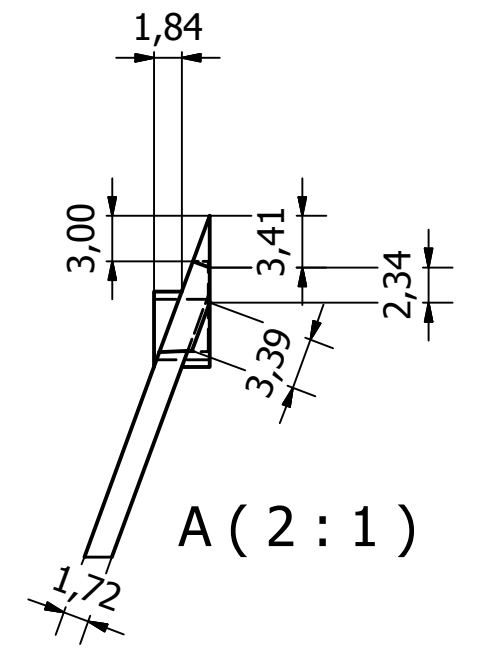
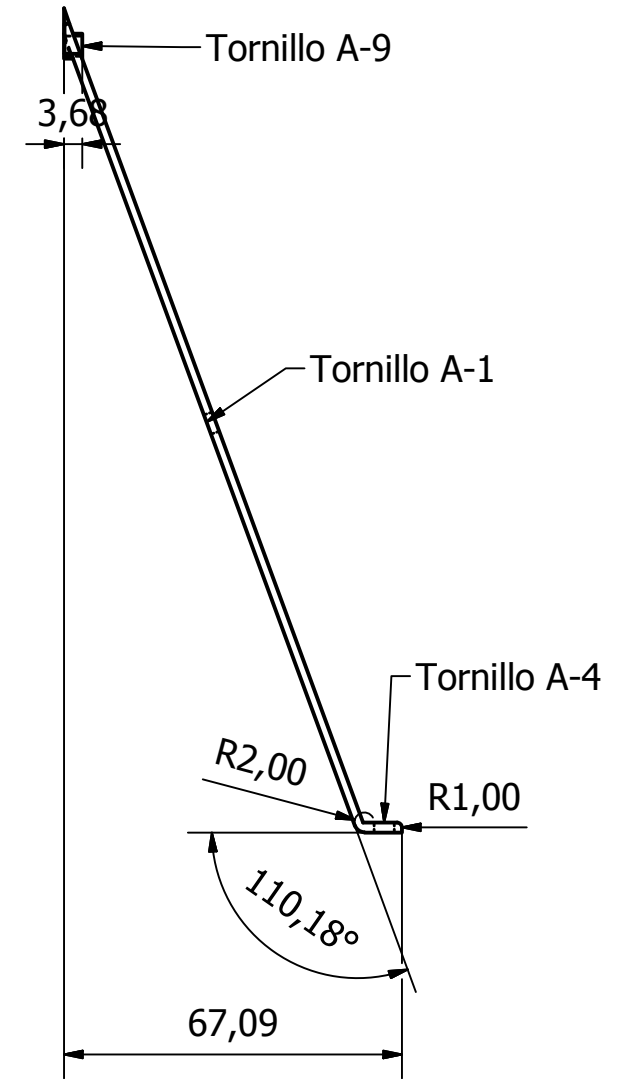
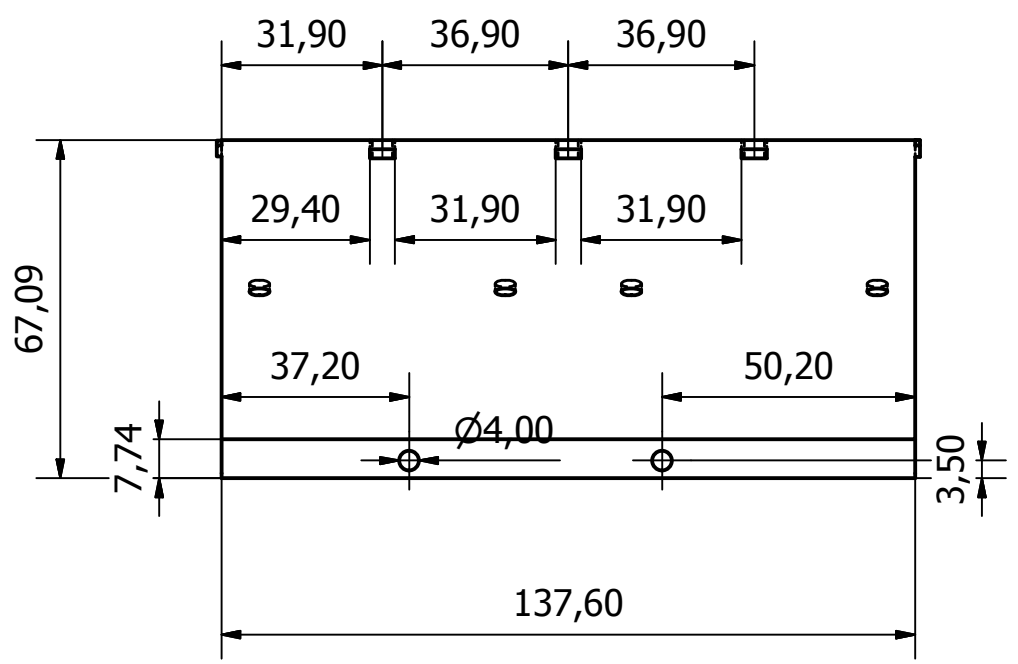
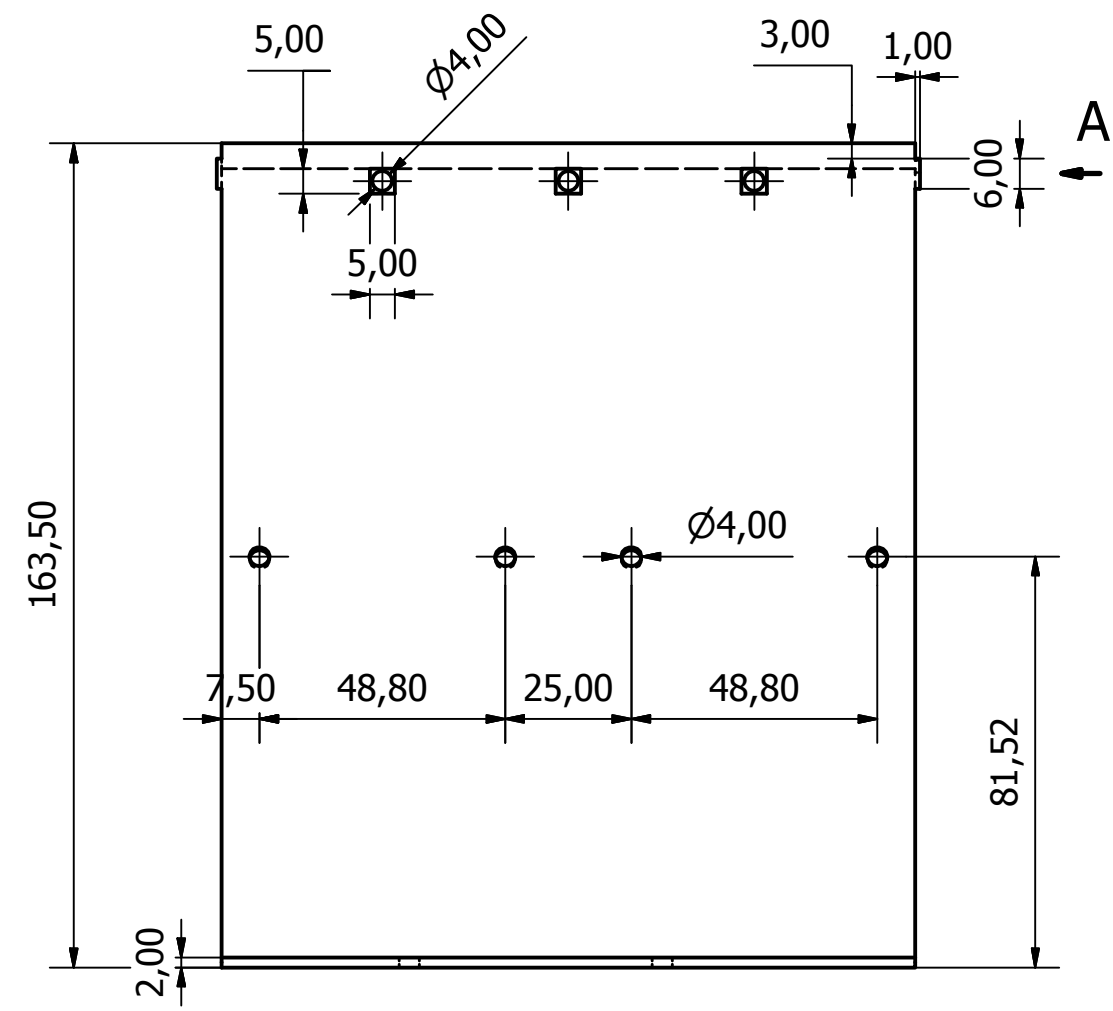



A

A

6 5 4 3 2 1

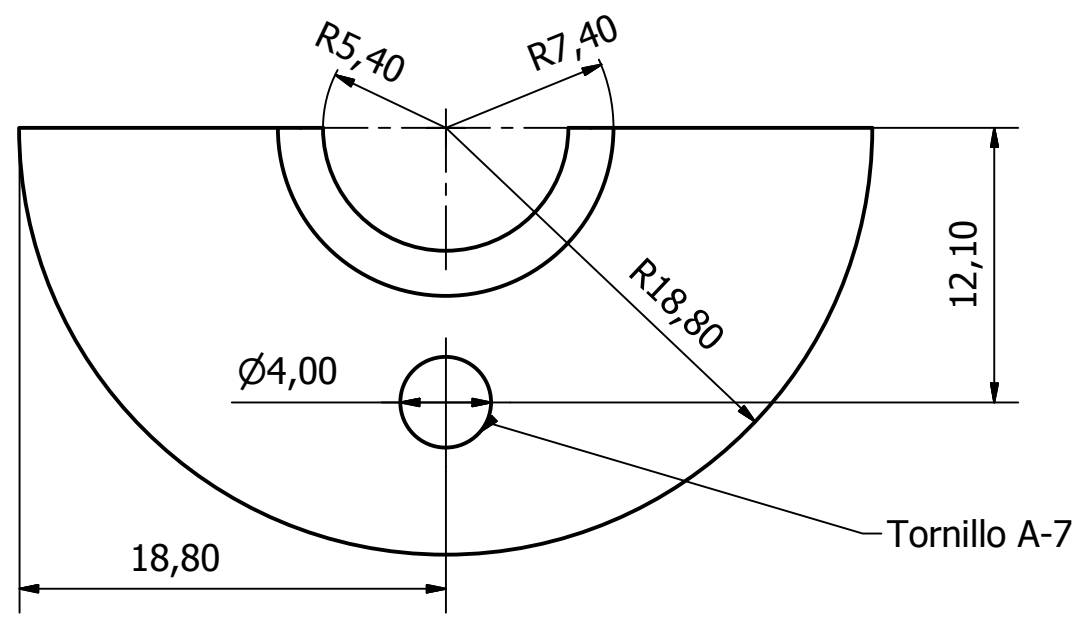
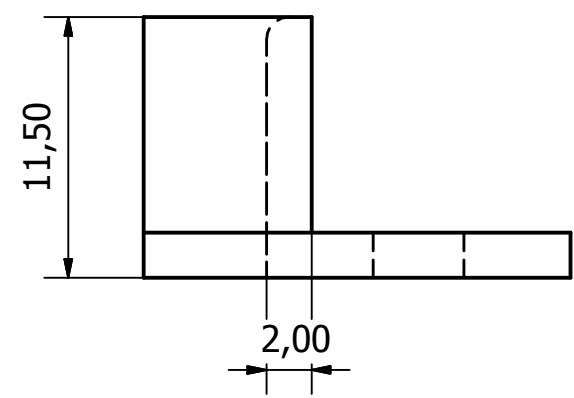
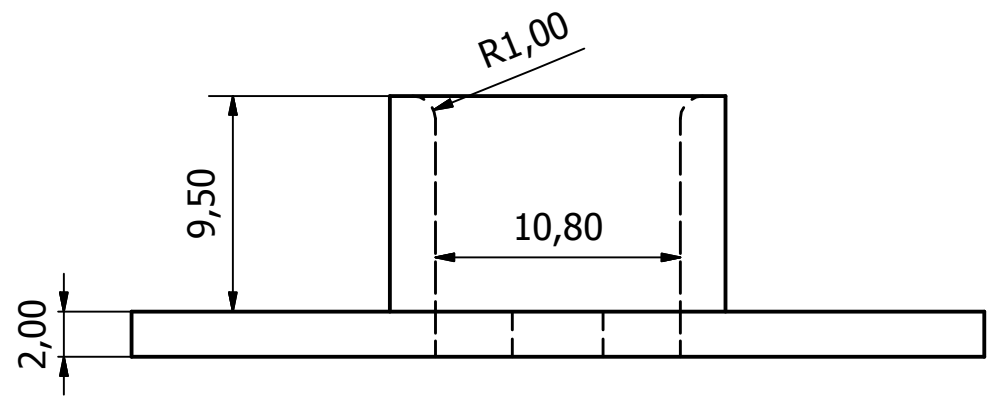
Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga		Página/s documento: 63	Núm. de Plano: 30	Escala: 2:3
			Nombre Pieza: Tapa del bastidor de proa		
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas					



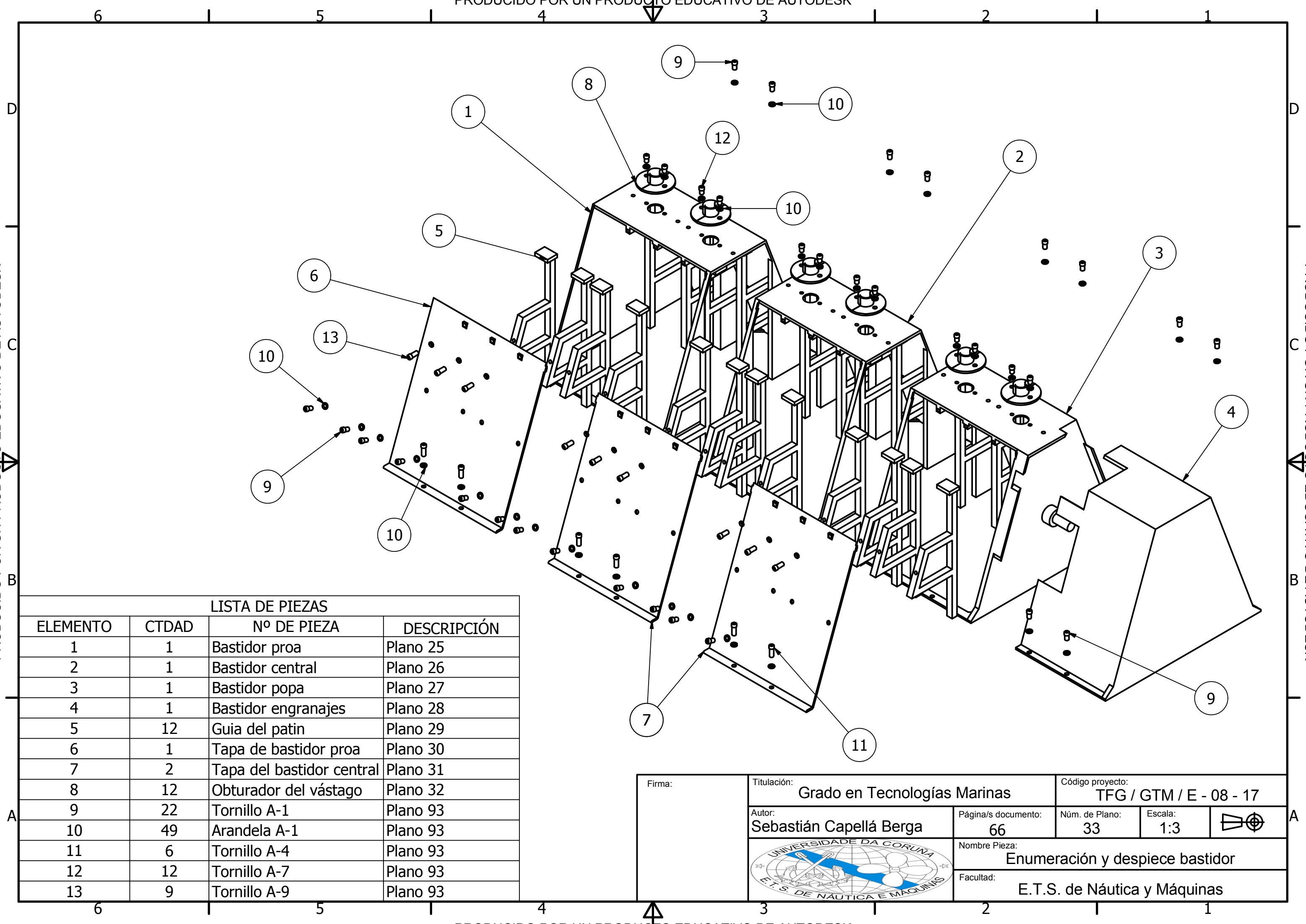
Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga		Página/s documento: 64	Núm. de Plano: 31	Escala: 2:3
			Nombre Pieza: Tapa del bastidor central		
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas					

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK




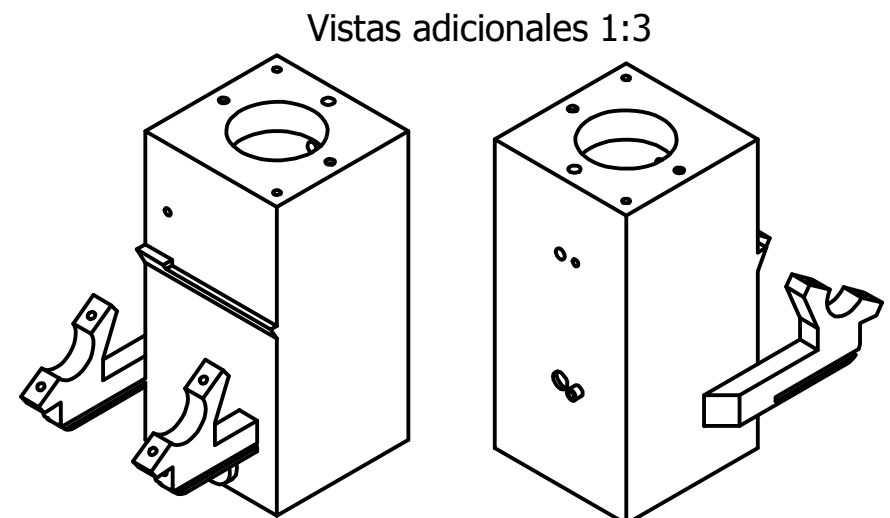
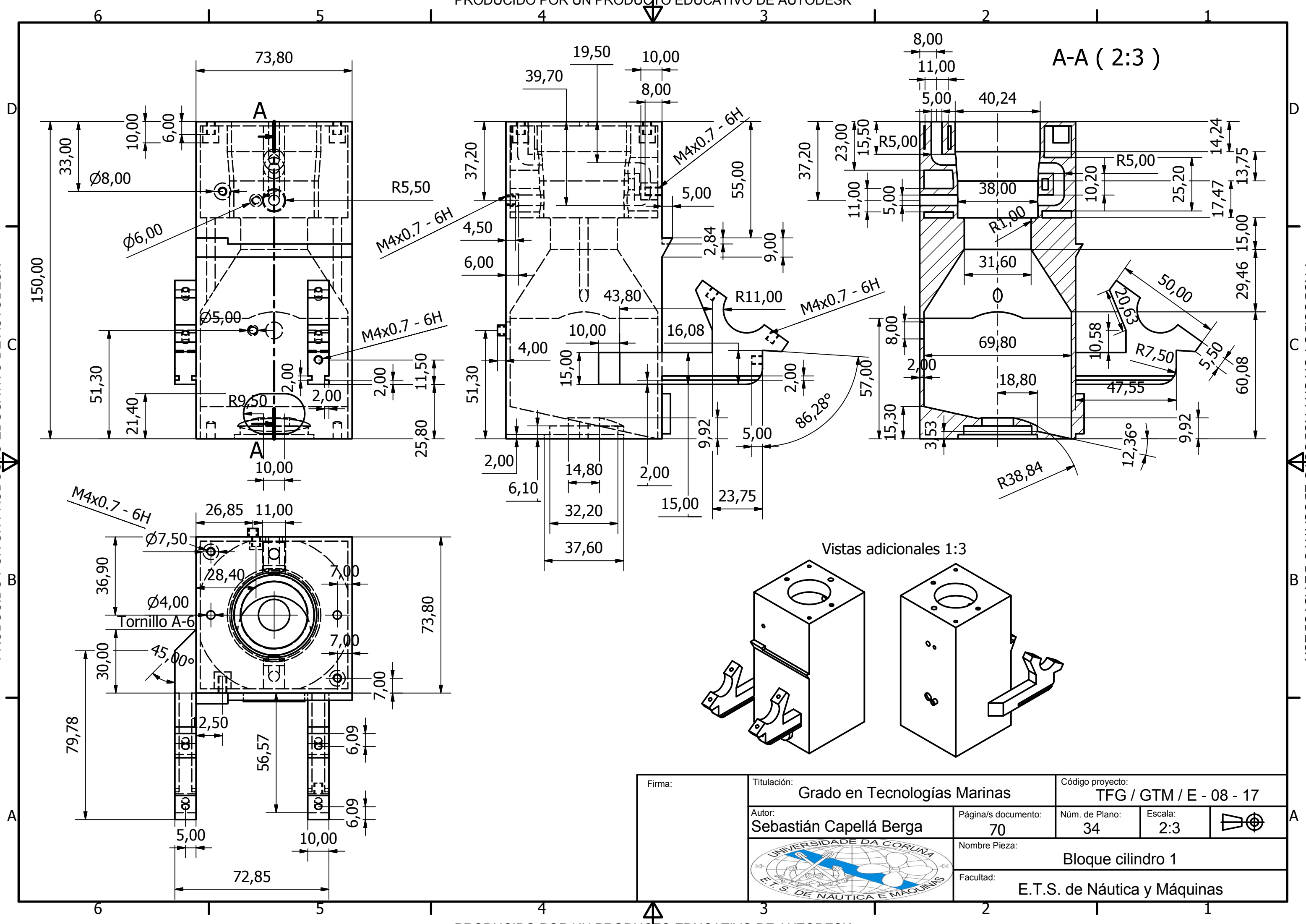
Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 65	Núm. de Plano: 32	Escala: 3:1	
			Nombre Pieza: Obturador del vástago		
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas					




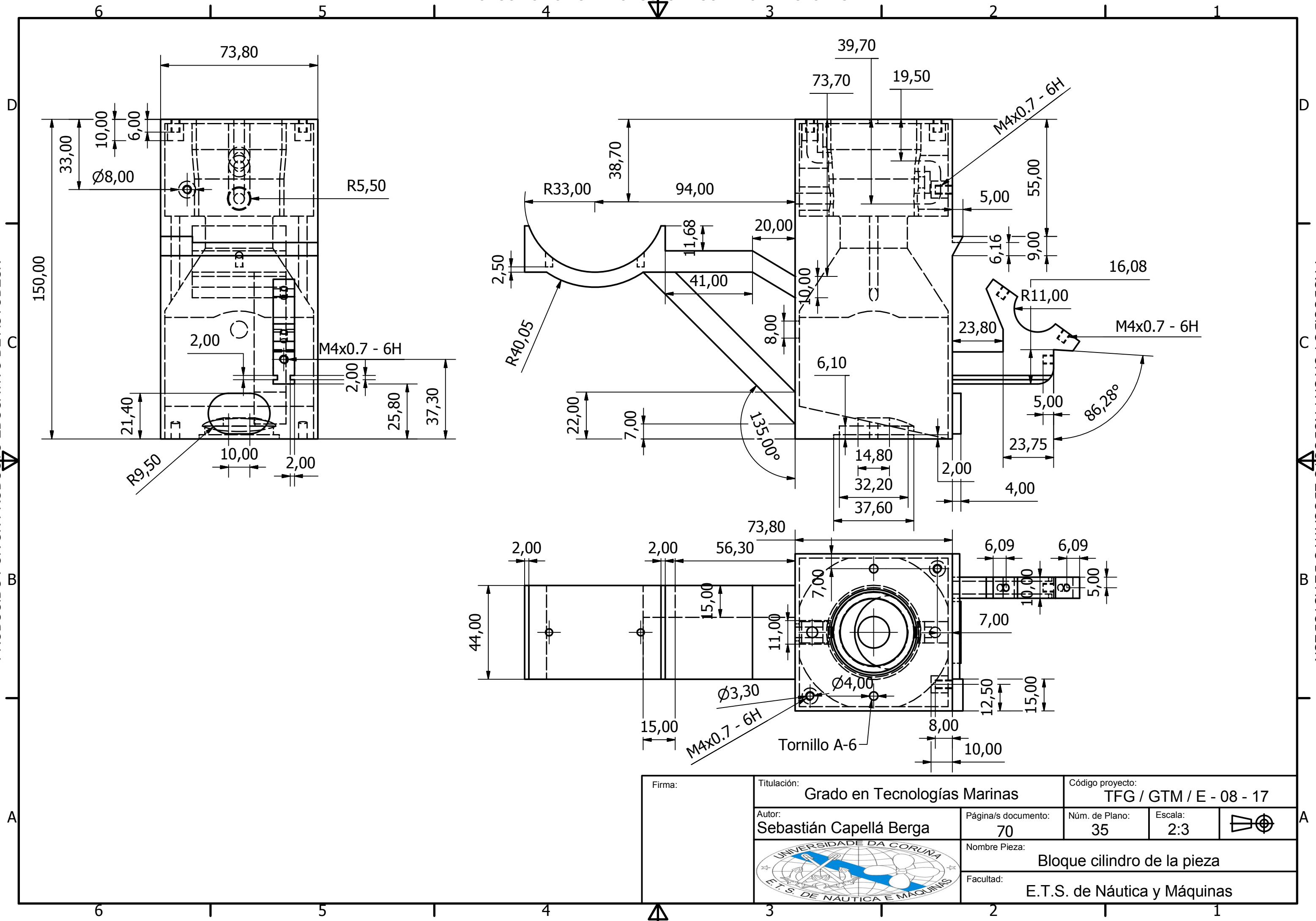
LISTA DE PIEZAS


ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	Bastidor proa	Plano 25
2	1	Bastidor central	Plano 26
3	1	Bastidor popa	Plano 27
4	1	Bastidor engranajes	Plano 28
5	12	Guia del patin	Plano 29
6	1	Tapa de bastidor proa	Plano 30
7	2	Tapa del bastidor central	Plano 31
8	12	Obturador del vástago	Plano 32
9	22	Tornillo A-1	Plano 93
10	49	Arandela A-1	Plano 93
11	6	Tornillo A-4	Plano 93
12	12	Tornillo A-7	Plano 93
13	9	Tornillo A-9	Plano 93

Firma:	Titulación:	Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto:		TFG / GTM / E - 08 - 17	
	Autor:	Sebastián Capellá Berga		Página/s documento:	66	Núm. de Plano:	33
		Nombre Pieza:		Enumeración y despiece bastidor			
		Facultad:		E.T.S. de Náutica y Máquinas			



Firma:	Titulación:	Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto:	
	Autor:	Sebastián Capellá Berga		TFG / GTM / E - 08 - 17	
	Página/s documento:	70	Núm. de Plano:	34	Escala:
	Nombre Pieza:	Bloque cilindro 1			
Facultad:	E.T.S. de Náutica y Máquinas				



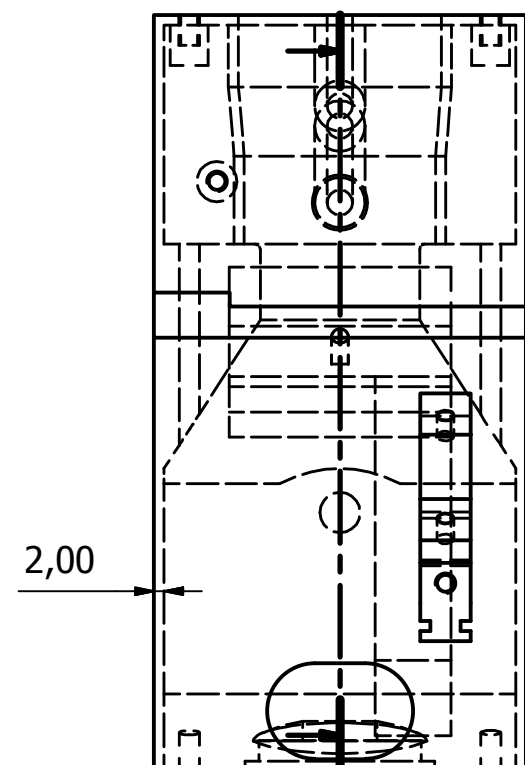
Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga		Página/s documento: 70	Núm. de Plano: 35	Escala: 2:3
			Nombre Pieza: Bloque cilindro de la pieza		
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas					

6 1 5 1 4 3 1 2 1

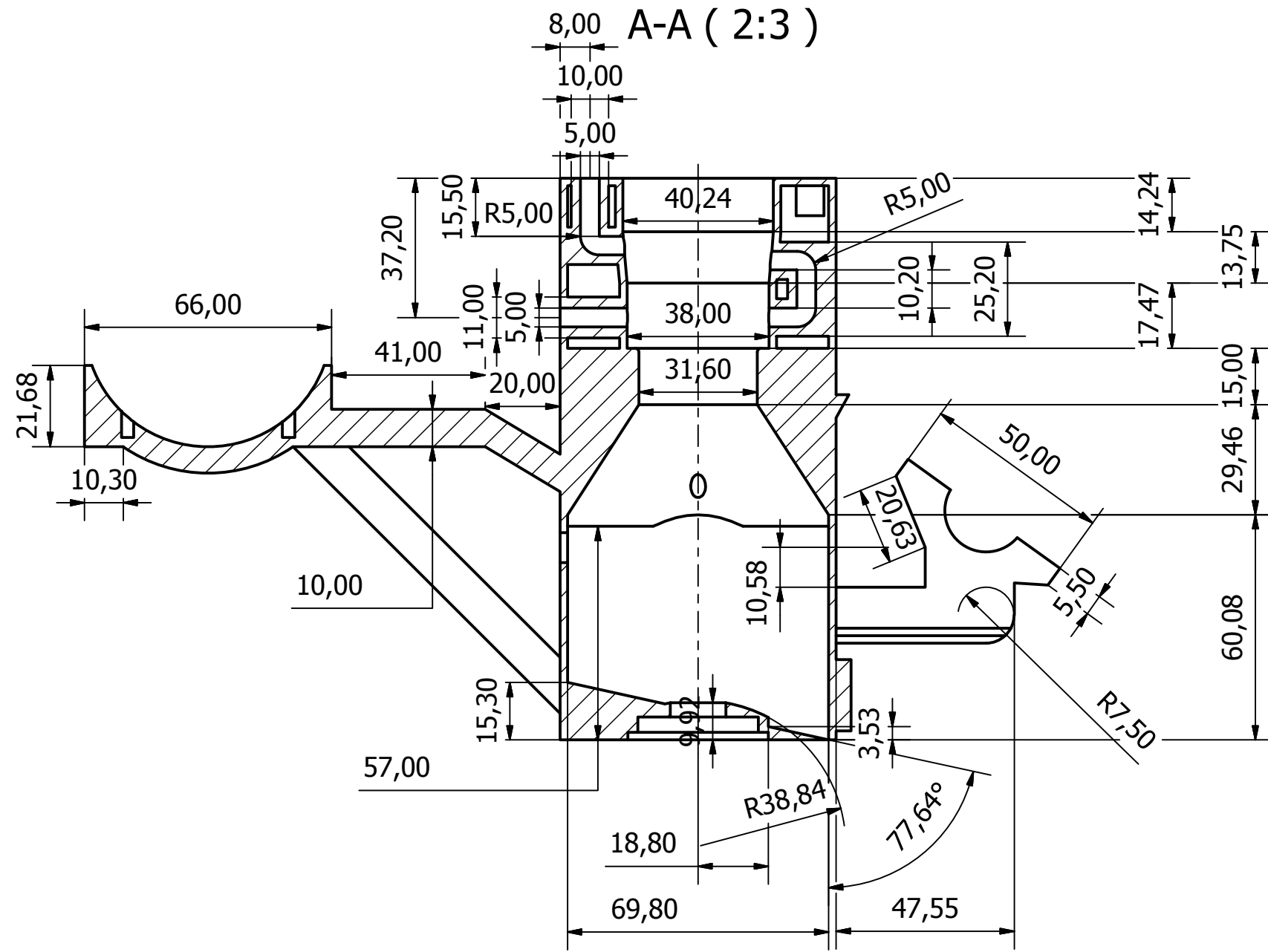
D

D

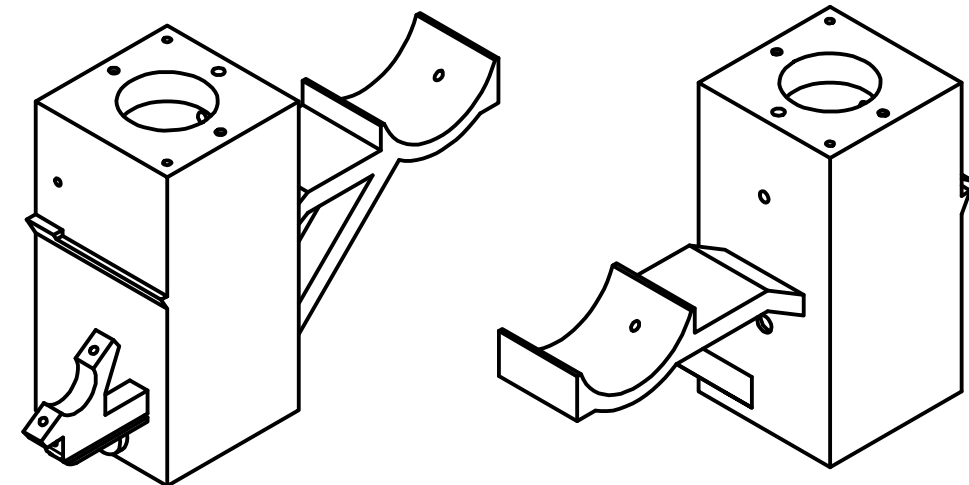
A



A



Vistas adicionales 1:3



Firma:	Titulación:	Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto:		TFG / GTM / E - 08 - 17	
	Autor:	Sebastián Capellá Berga		Página/s documento:	70	Núm. de Plano:	36
		Nombre Pieza:		Bloque de cilindro soporte			
		Facultad:		E.T.S. de Náutica y Máquinas			

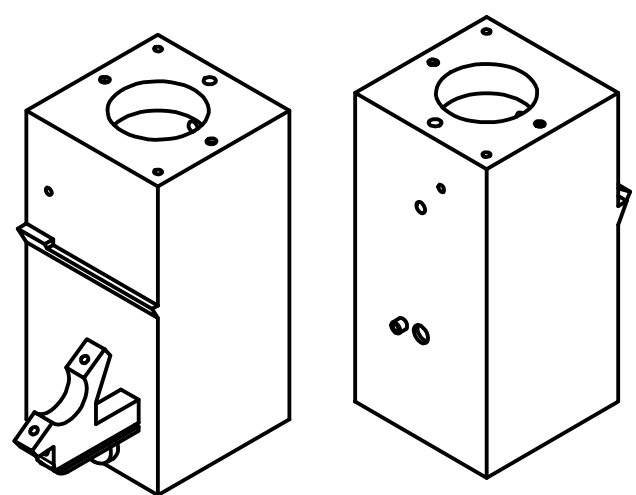
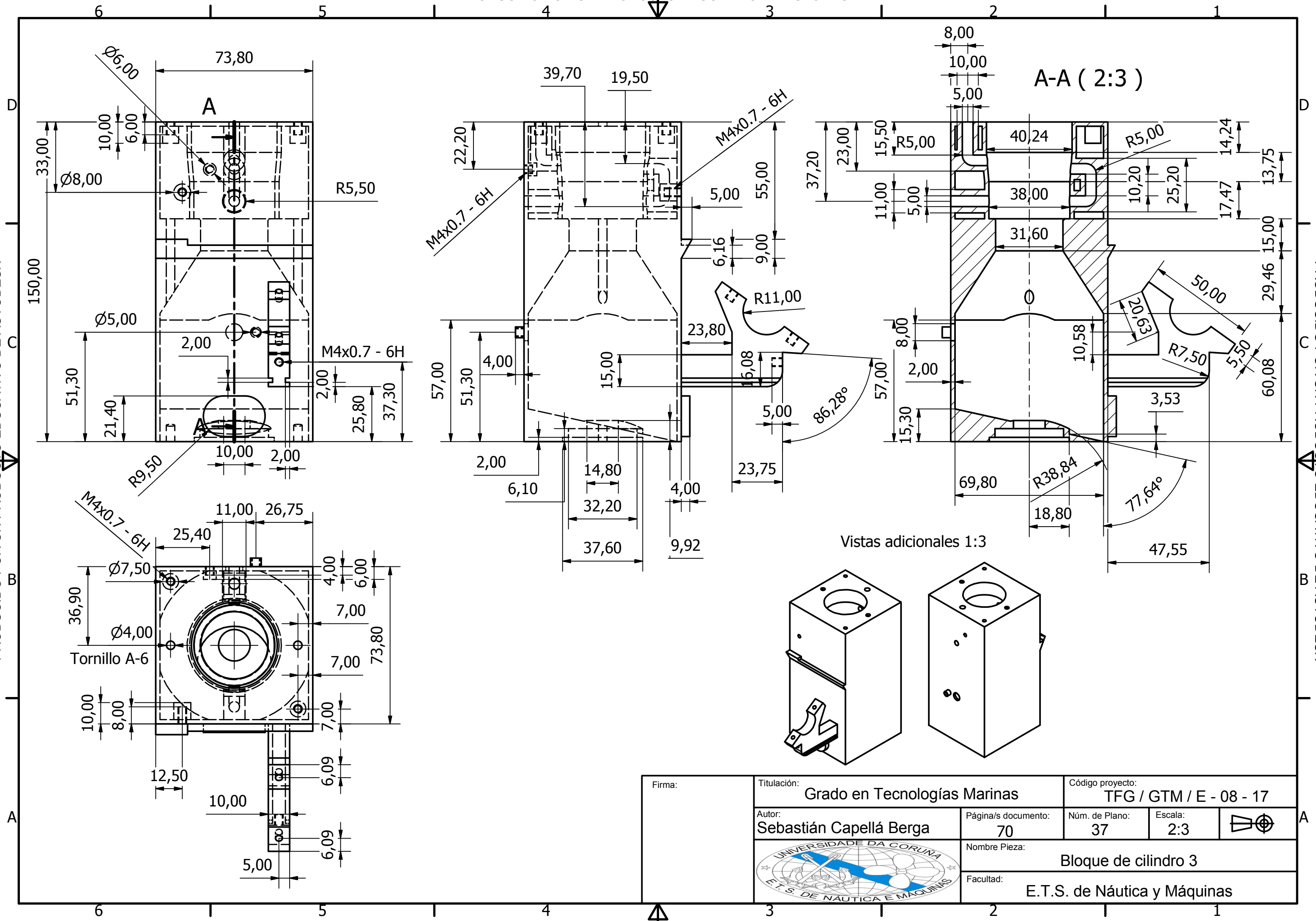
B


B

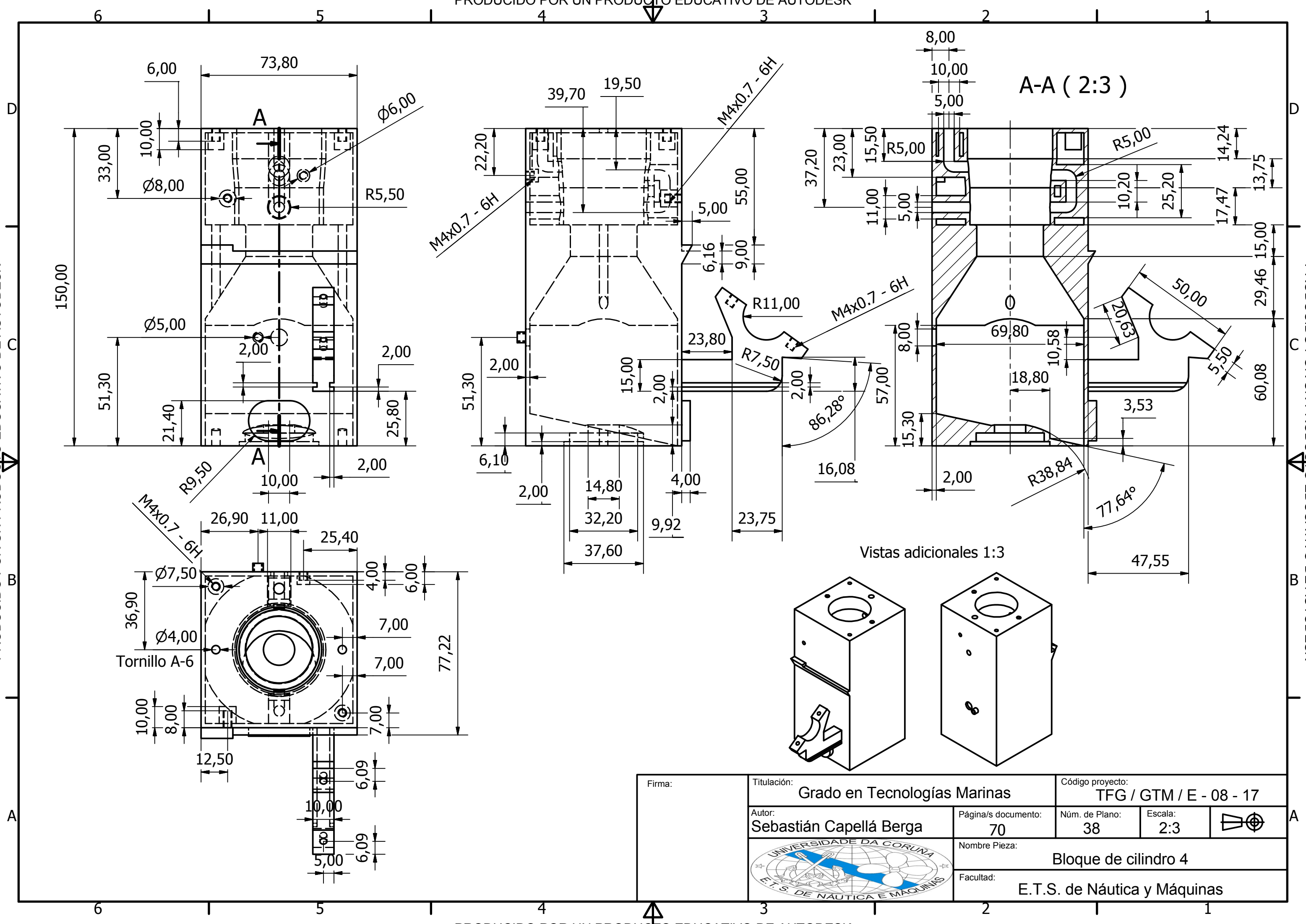
A

A

6 1 5 1 4 3 1 2 1

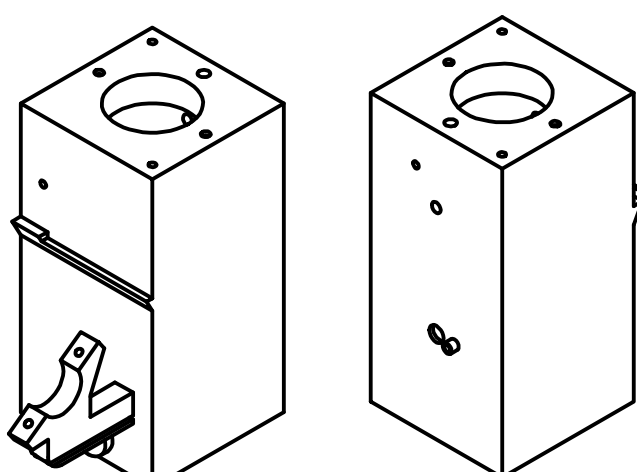


Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga		Página/s documento: 70	Núm. de Plano: 37	Escala: 2:3
		Nombre Pieza: Bloque de cilindro 3			
		Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas			




PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK



Vistas adicionales 1:3

Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga		Página/s documento: 70	Núm. de Plano: 38	Escala: 2:3
		Nombre Pieza: Bloque de cilindro 4			
		Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas			

4 3 2 1

F F

E E

D D

C C

B B

A A

4 3 2 1

F F

E E

D D

C C

B B

A A

4 3 2 1

F F

E E

D D

C C

B B

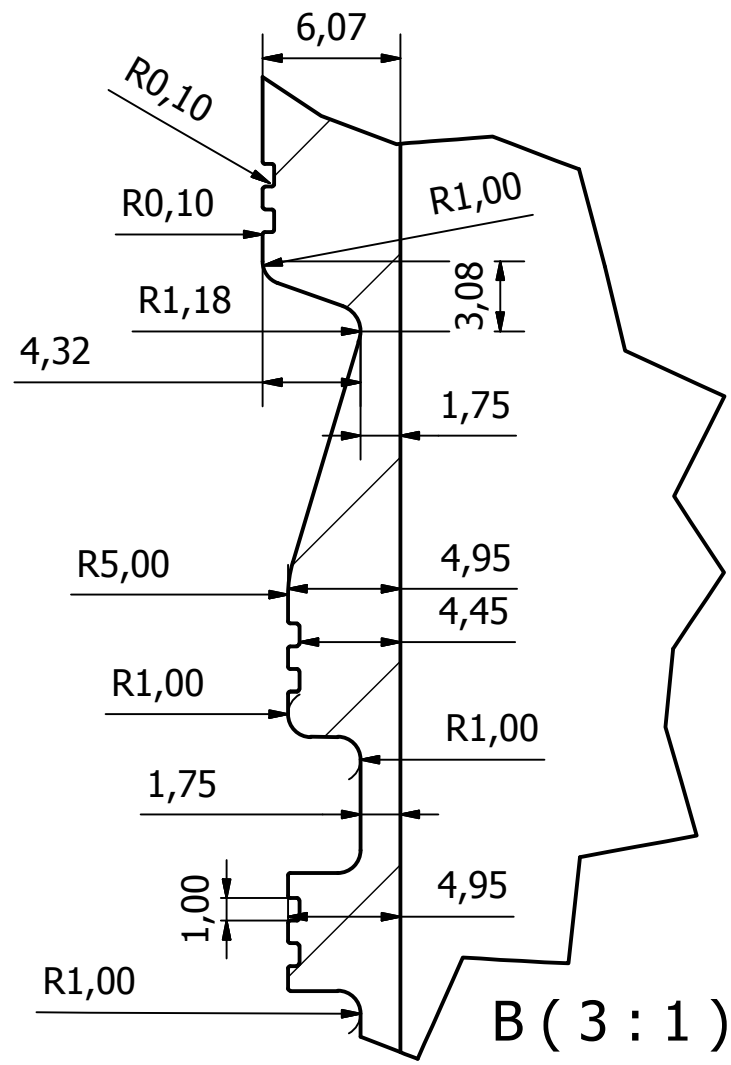
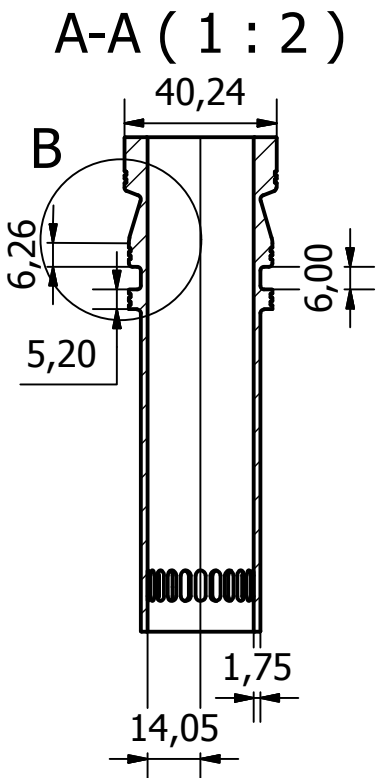
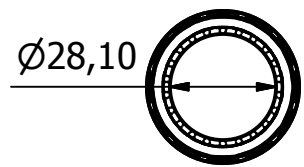
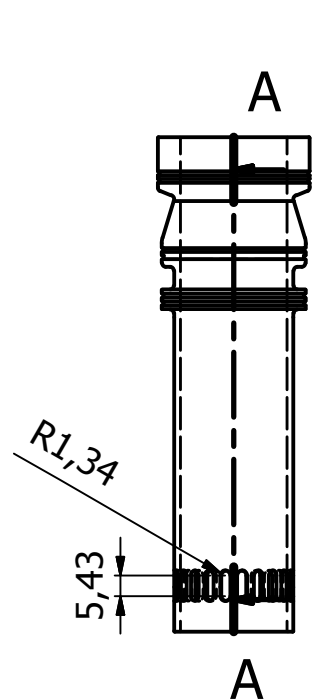
A A

4 3 2 1

F F

E E

4 3 2 1



Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17			
	Autor: Sebastián Capellá Berga		Página/s documento: 76	Núm. de Plano: 40	Escala: 1:2	
	Nombre Pieza: Camisa					
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas						



PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

4

1

3

2

1

1

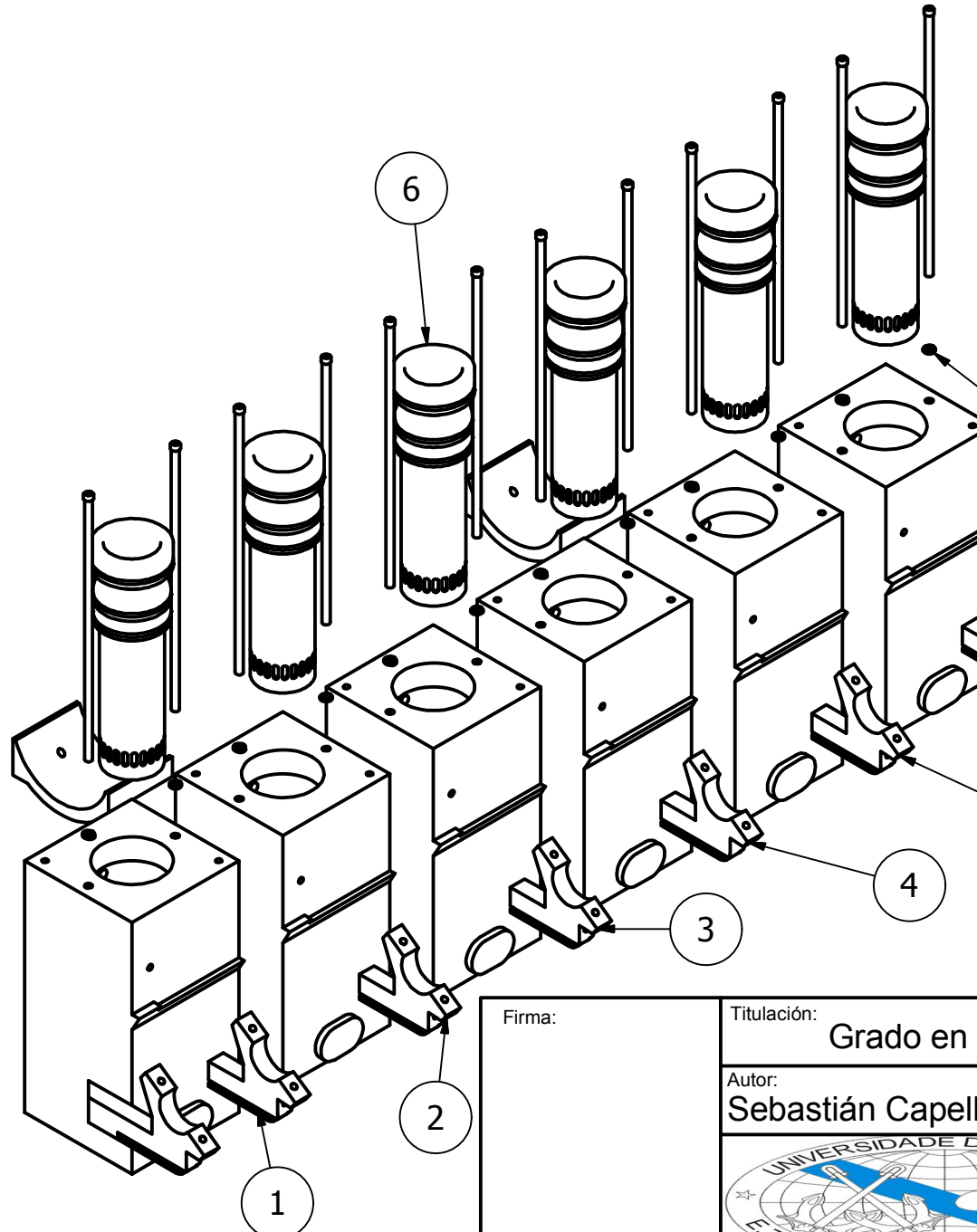
LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	Bloque cilindro 1	Plano 34
2	2	Bloque cil. soporte	Plano 35-36
3	1	Bloque cilindro 3	Plano 37
4	1	Bloque cilindro 4	Plano 38
5	1	Bloque cilindro 6	Plano 39
6	6	Camisa	Plano 40
7	12	Tornillo A-6	Plano 93
8	12	Arandela A-1	Plano 93

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

F
E
D
C
B
A



Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 77	Núm. de Plano: 41	Escala: 0,3:1	
			Nombre Pieza: Enumeración y explosionado cilindro		
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas					

4

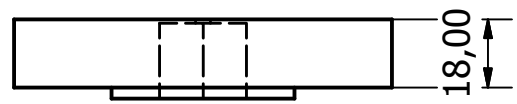
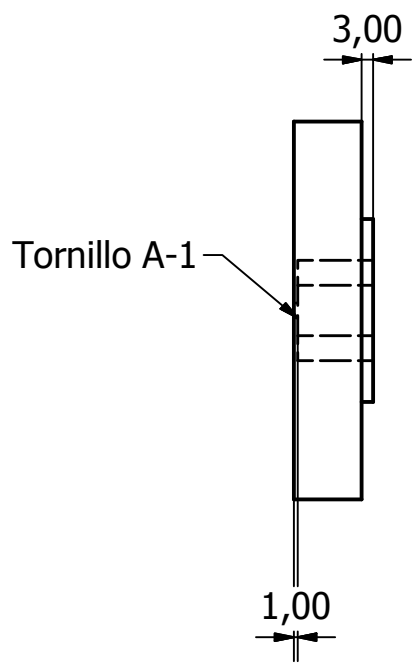
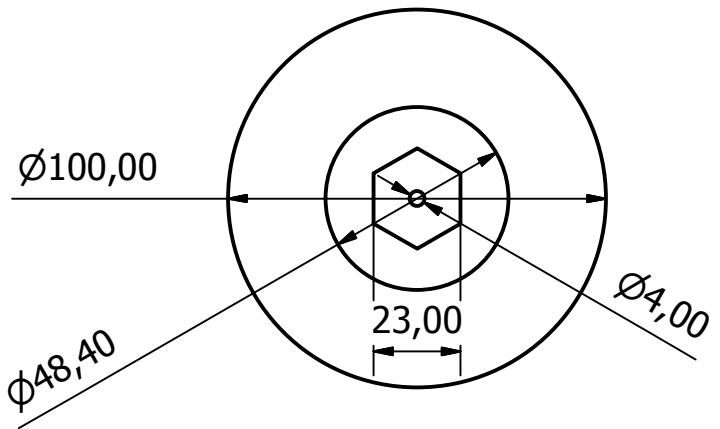
1

3

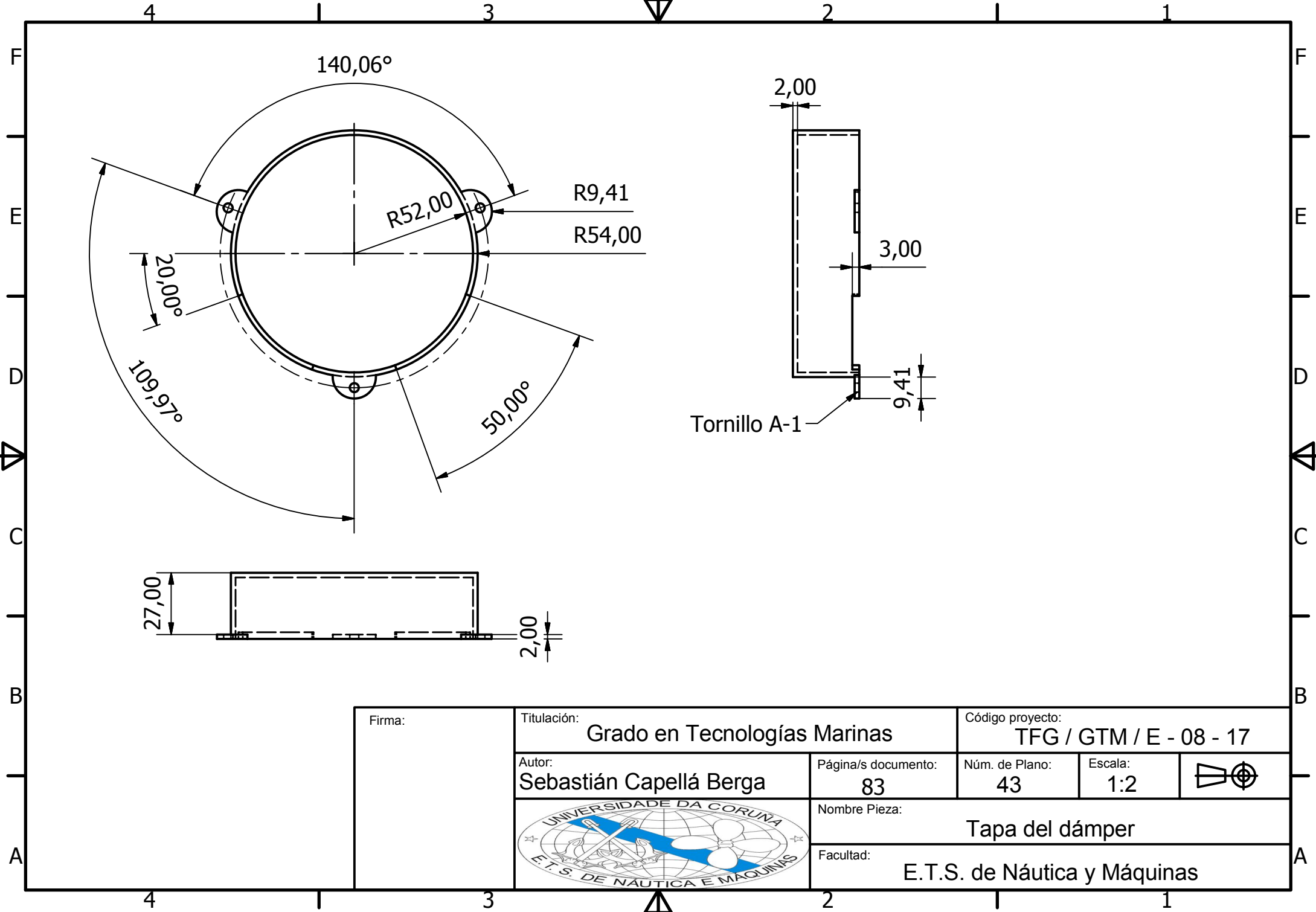
2

1

1



Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 83	Núm. de Plano: 42	Escala: 1:2	
			Nombre Pieza: Disco principal del dámper		
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas					



PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 83	Núm. de Plano: 43	Escala: 1:2	
			Nombre Pieza: Tapa del dámper		
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas					

4

1

3



2

1

1

F

F

E

E

D

D

C

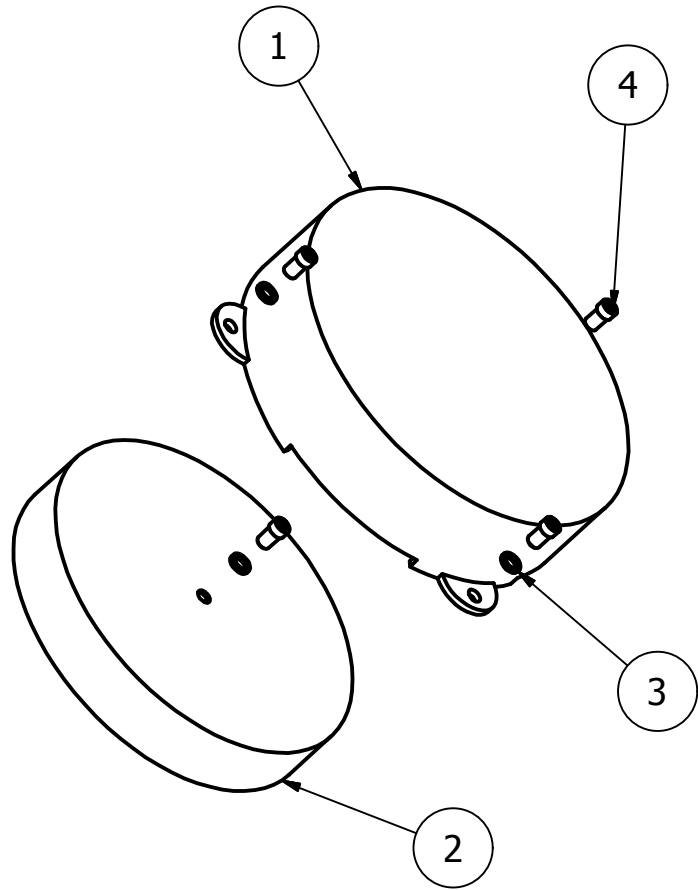
C

B

B

A

A



LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	Tapa del dámper	Plano 43
2	1	Disco principal del dámper	Plano 42
3	4	Arandela A-1	Plano 93
4	4	Tornillo A-1	Plano 93

Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17			
	Autor: Sebastián Capellá Berga		Página/s documento: 84	Núm. de Plano: 44	Escala: 1:2	
			Nombre Pieza: Enumeración y despiece damper			
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas						

4

1

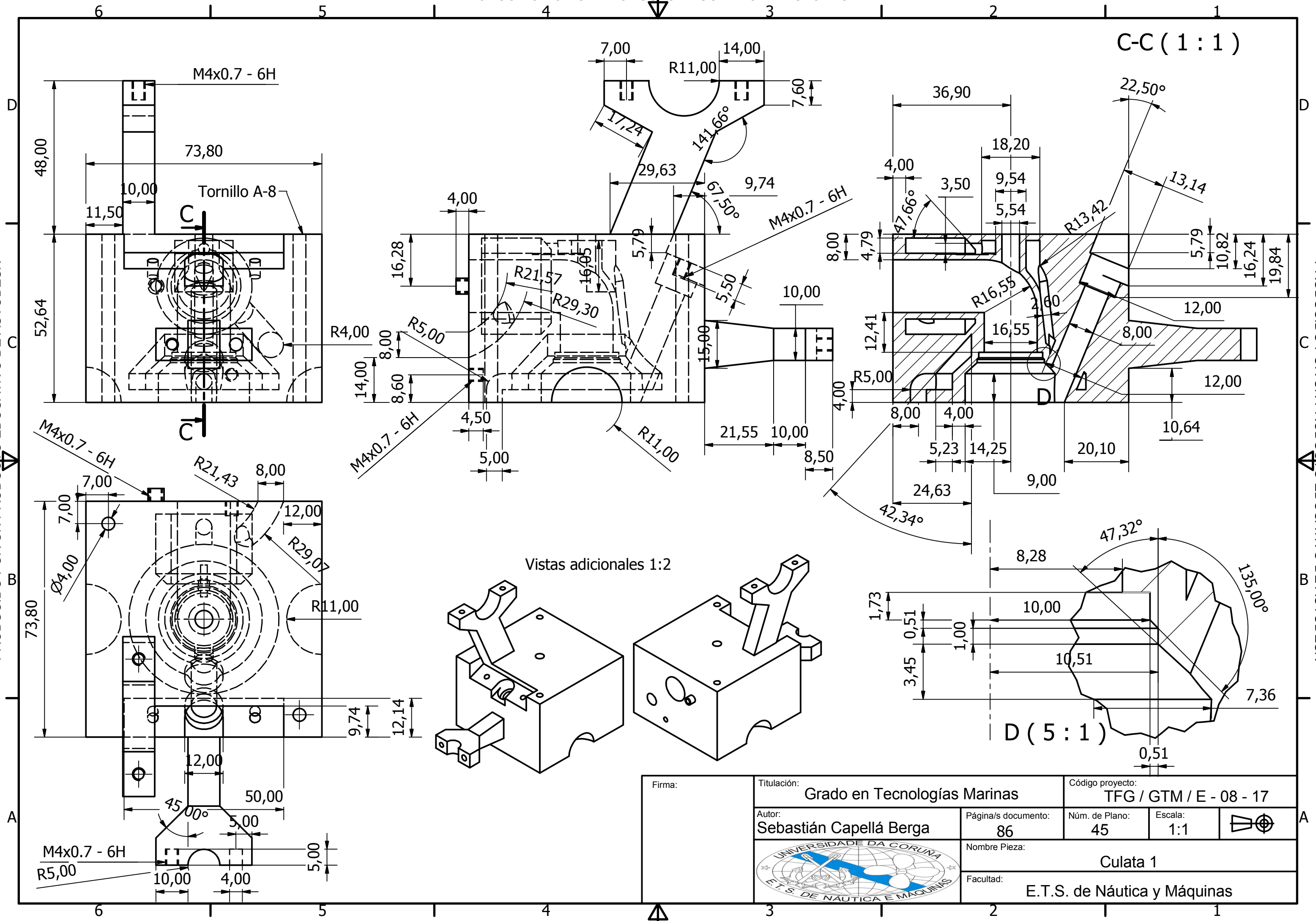
3




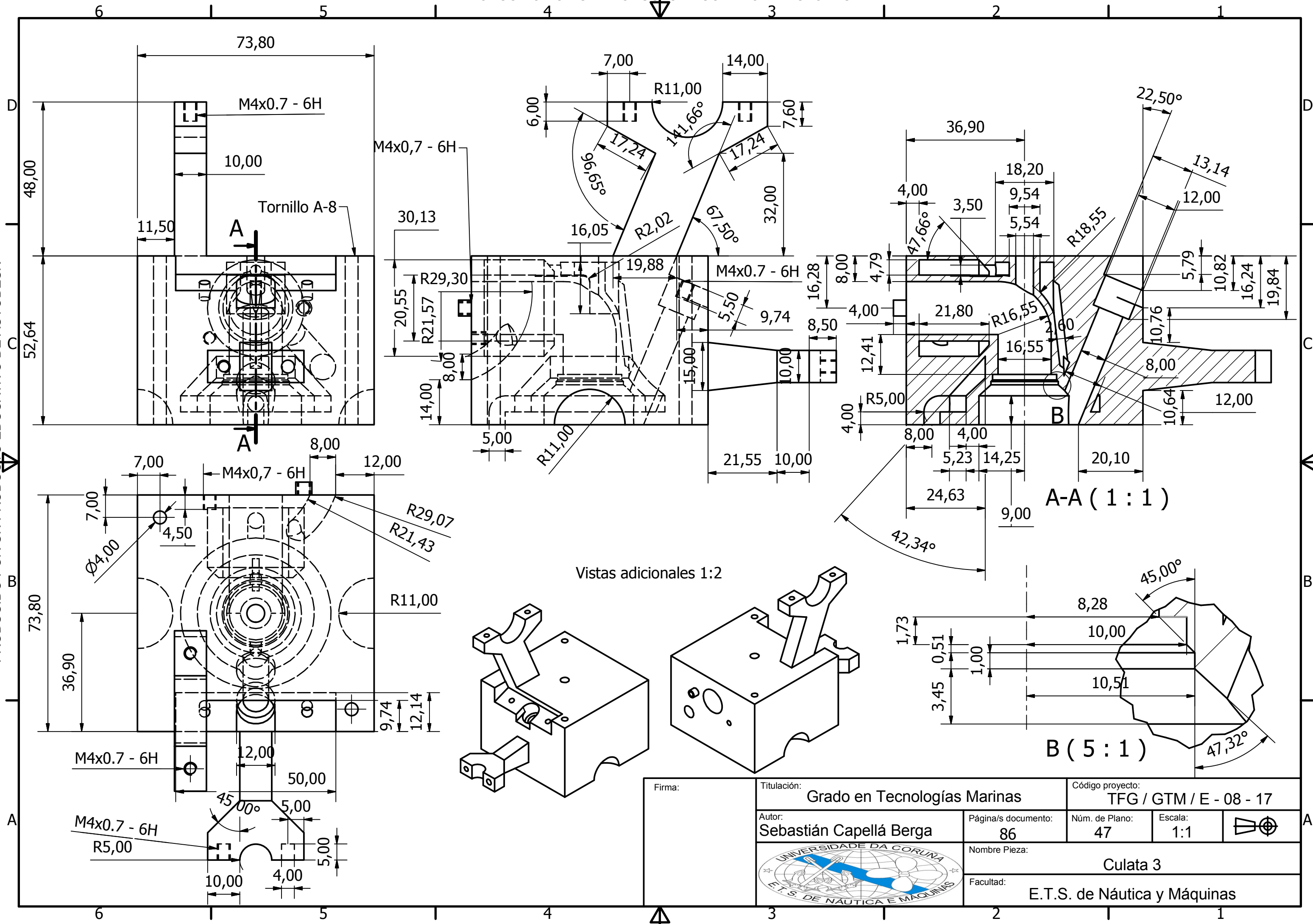
2

1

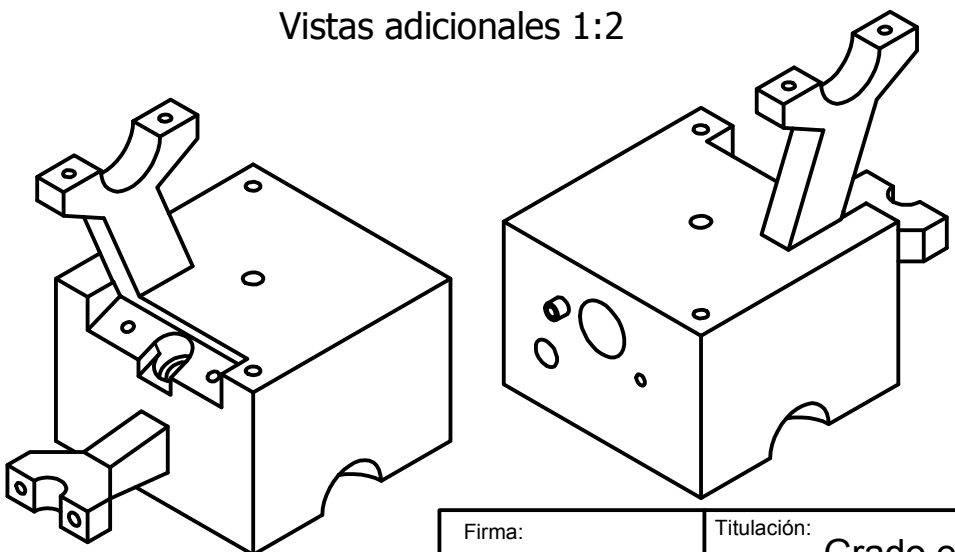
1



Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga		Página/s documento: 86	Núm. de Plano: 45	Escala: 1:1
			Nombre Pieza: Culata 1		
			Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas		




Vistas adicionales 1:2

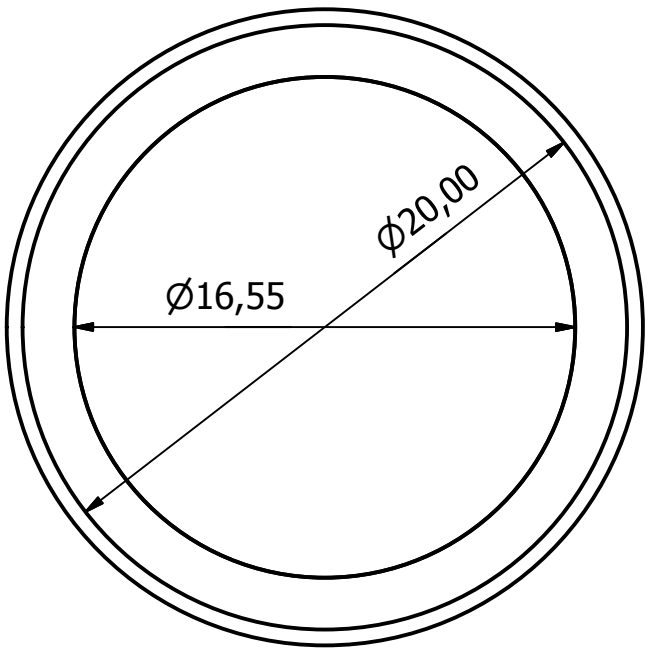
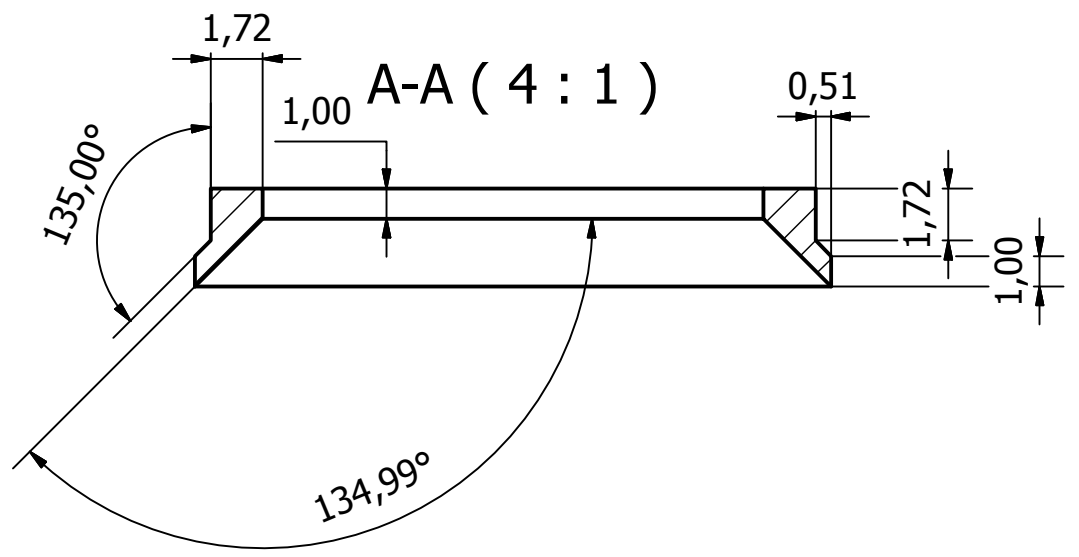
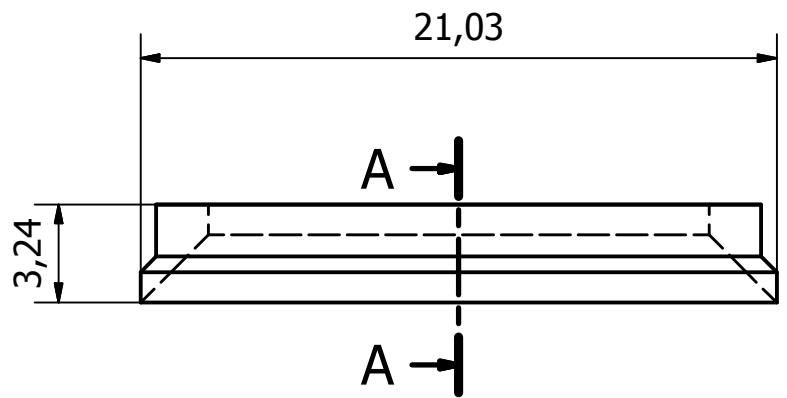


A-A (1:1)

B (5:1)

Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga		Página/s documento: 86	Núm. de Plano: 47	Escala: 1:1
		Nombre Pieza: Culata 3			
		Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas			

4 1 3 2 1



PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

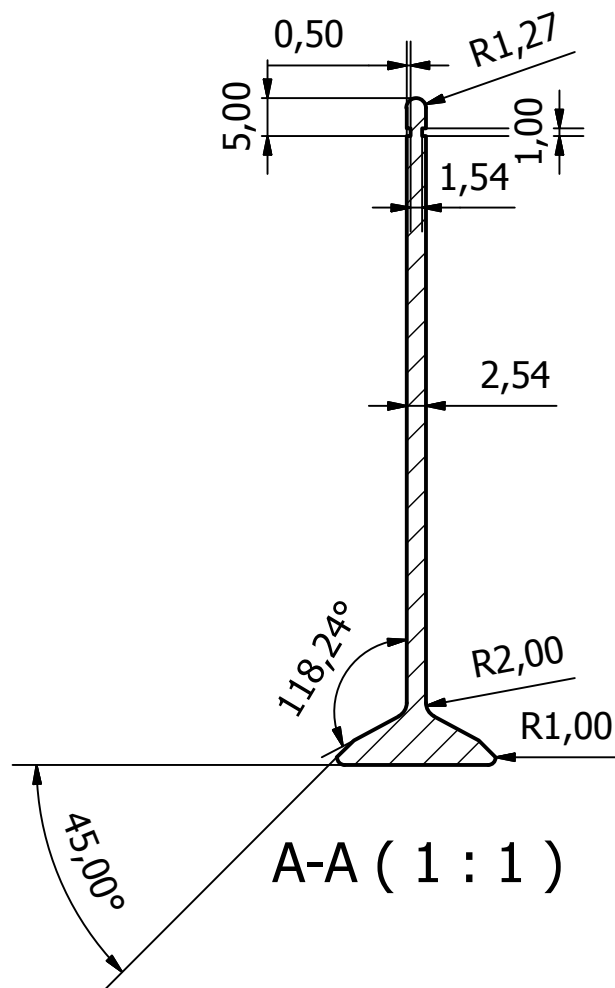
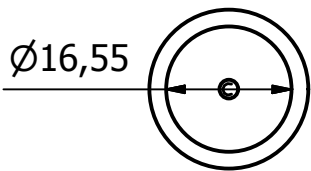
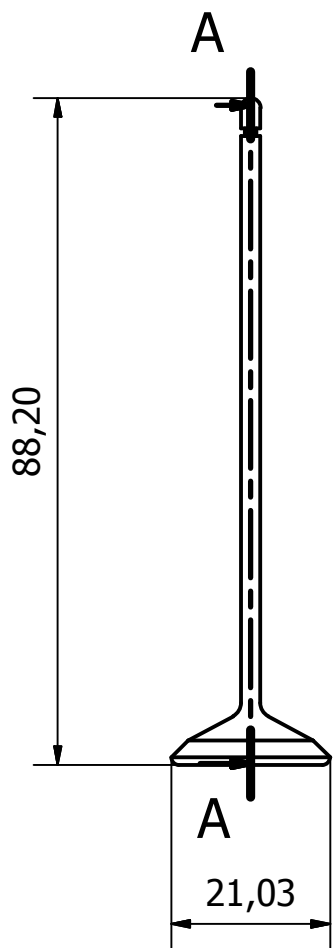
PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK



F
E
D
C
B
A

F
E
D
C
B
A

Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 91	Núm. de Plano: 48	Escala: 4:1	
			Nombre Pieza: Asiento de válvula		
		Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas			

4 1 3 2 1



Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 92	Núm. de Plano: 49	Escala: 1:1	
			Nombre Pieza: Válvula de escape		
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas					

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

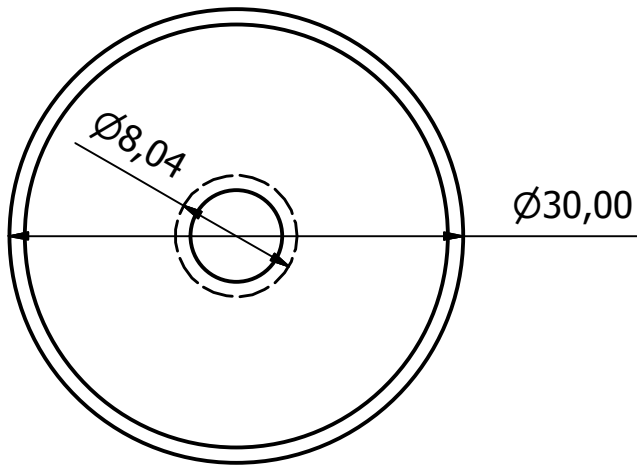
C

B

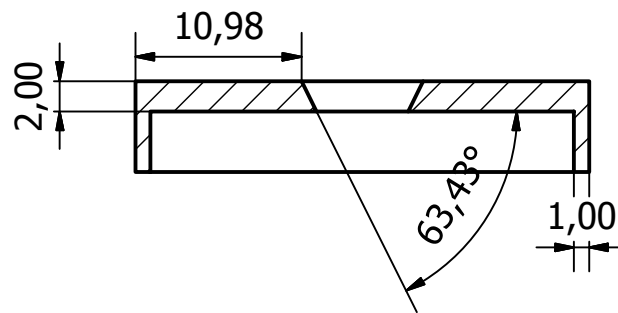
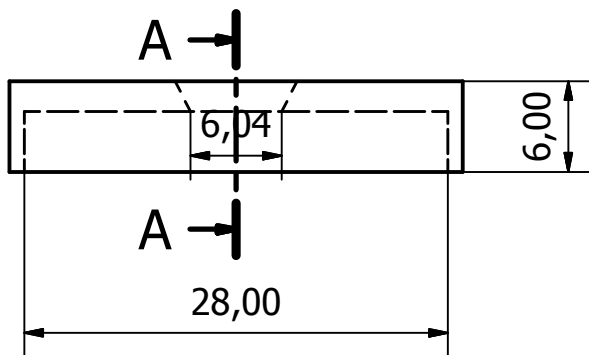
B

A

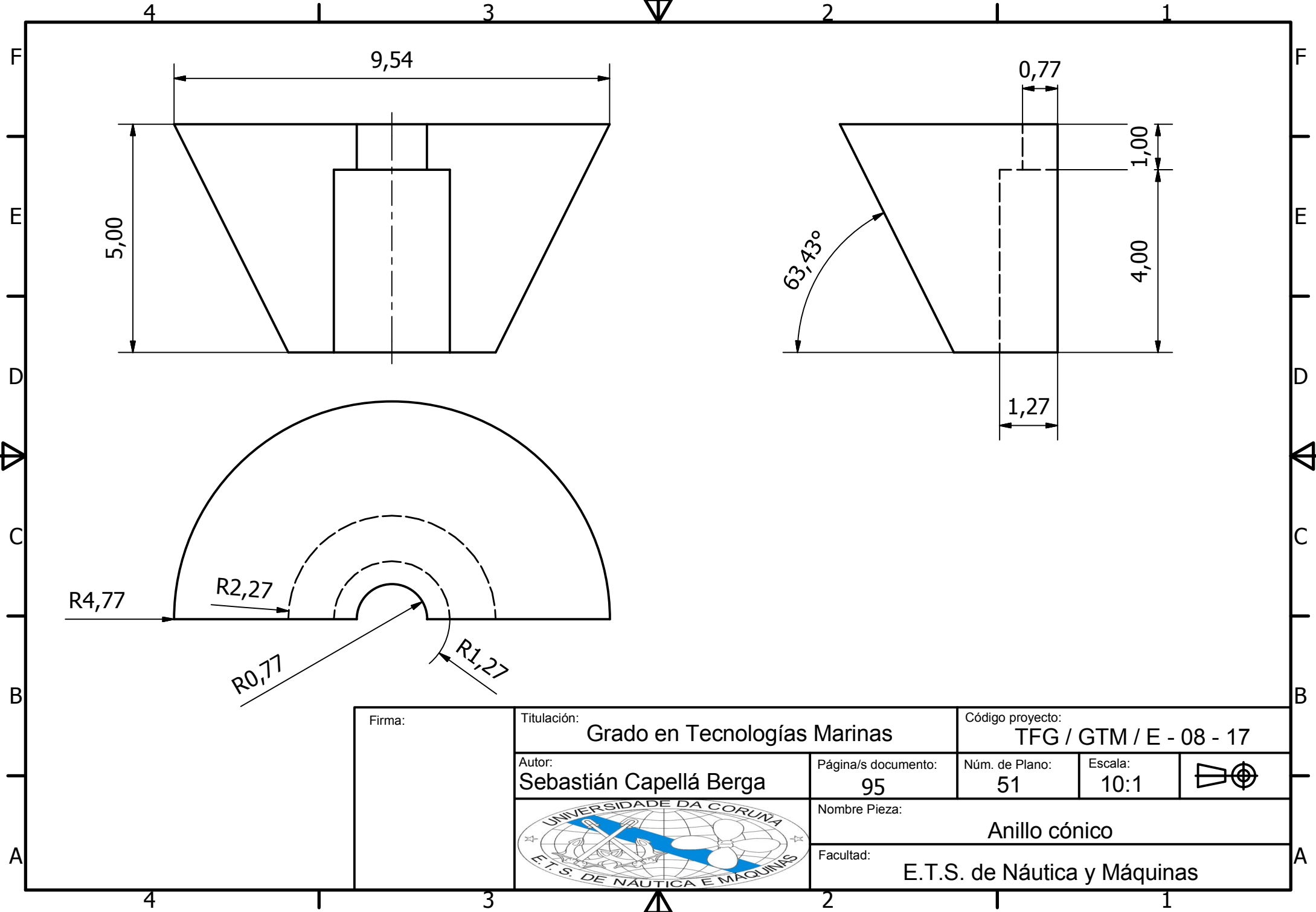
A



A-A (2 : 1)



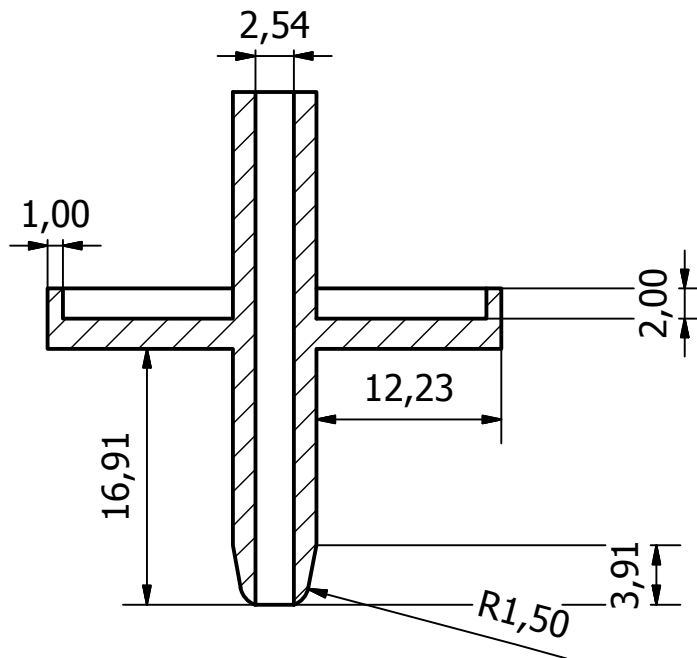
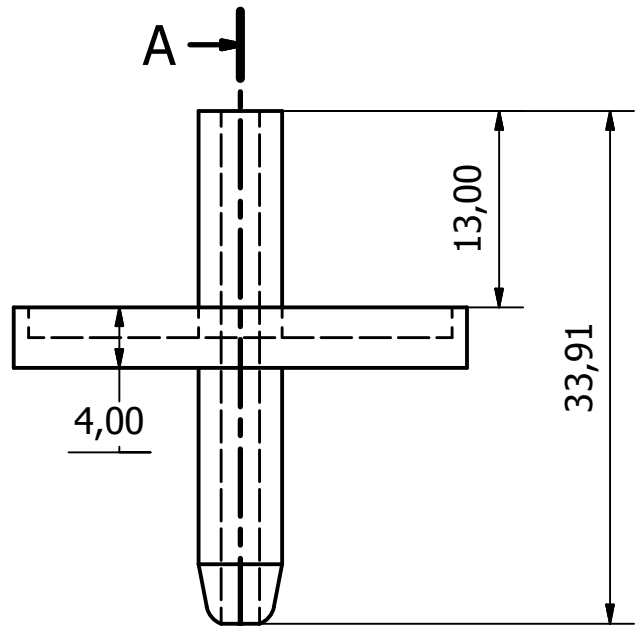
Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 94	Núm. de Plano: 50	Escala: 2:1	
			Nombre Pieza: Platillo de la válvula de escape		
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas					



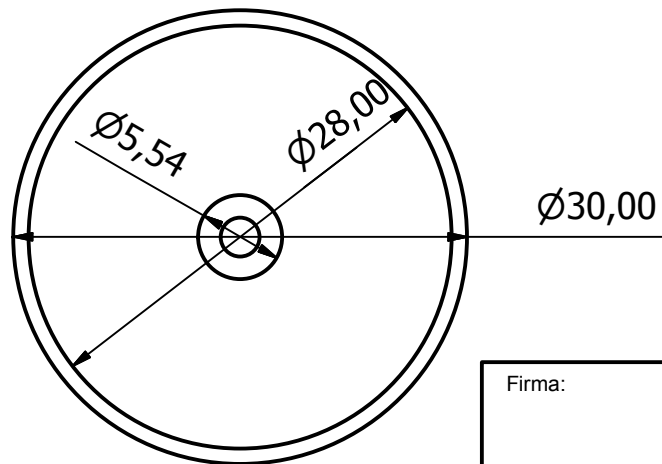
PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK


PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

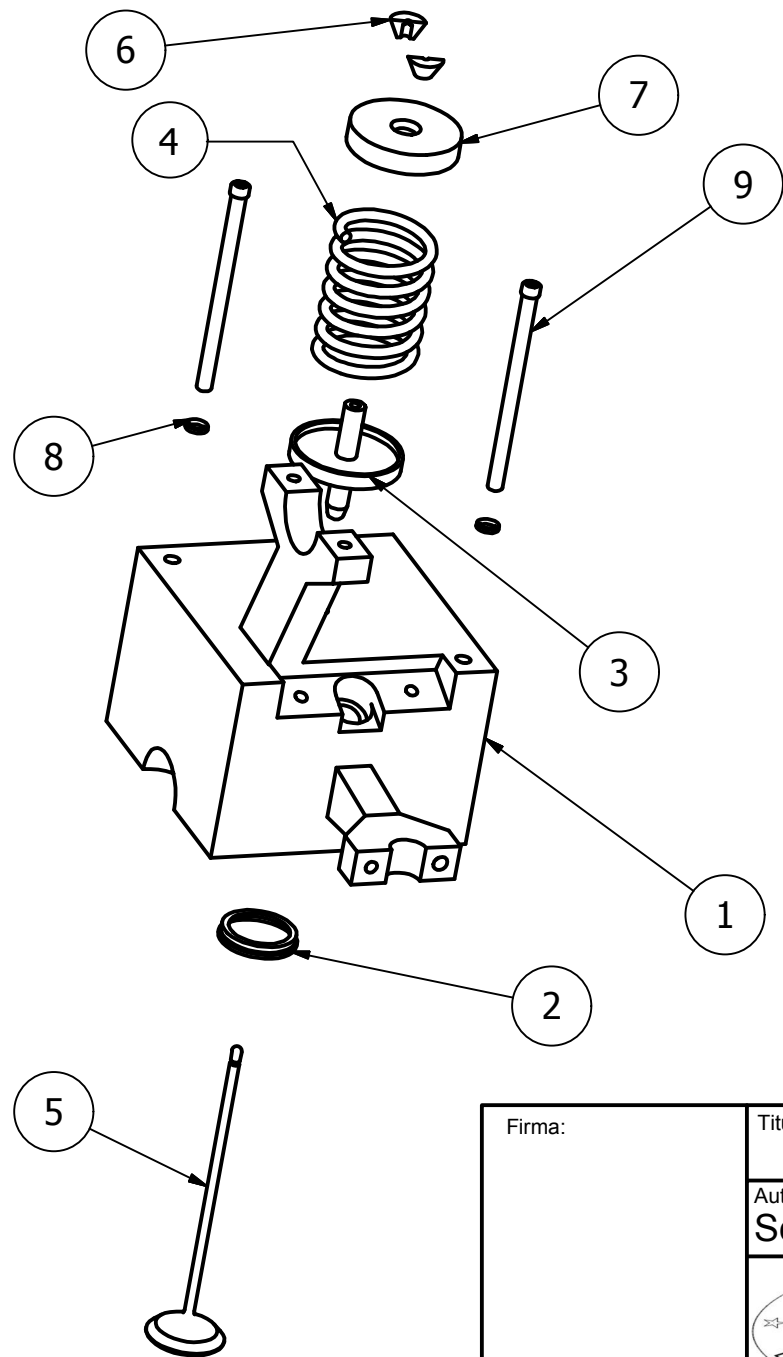
Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 95	Núm. de Plano: 51	Escala: 10:1	
			Nombre Pieza: Anillo cónico		
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas					



A-A (2 : 1)



Firma:	Titulación:	Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto:		TFG / GTM / E - 08 - 17	
	Autor:	Sebastián Capellá Berga		Página/s documento:	95	Núm. de Plano:	52
			Nombre Pieza:		Guía de la válvula		
		Facultad:		E.T.S. de Náutica y Máquinas			



LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	Culata 3	Plano 47
2	1	Asiento válvula	Plano 48
3	1	Guía de la válvula	Plano 52
4	1	Resorte	Anexo I
5	1	Válvula de escape	Plano 49
6	2	Anillo cónico	Plano 51
7	1	Platillo de la válvula	Plano 50
8	2	Arandela A-1	Plano 93
9	2	Tornillo A-8	Plano 93

Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 97	Núm. de Plano: 53	Escala: 1:2	
			Nombre Pieza: Enumeración y explosionado culata 3		
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas					

4

1

3



2

1

1

F

E

D

C

B

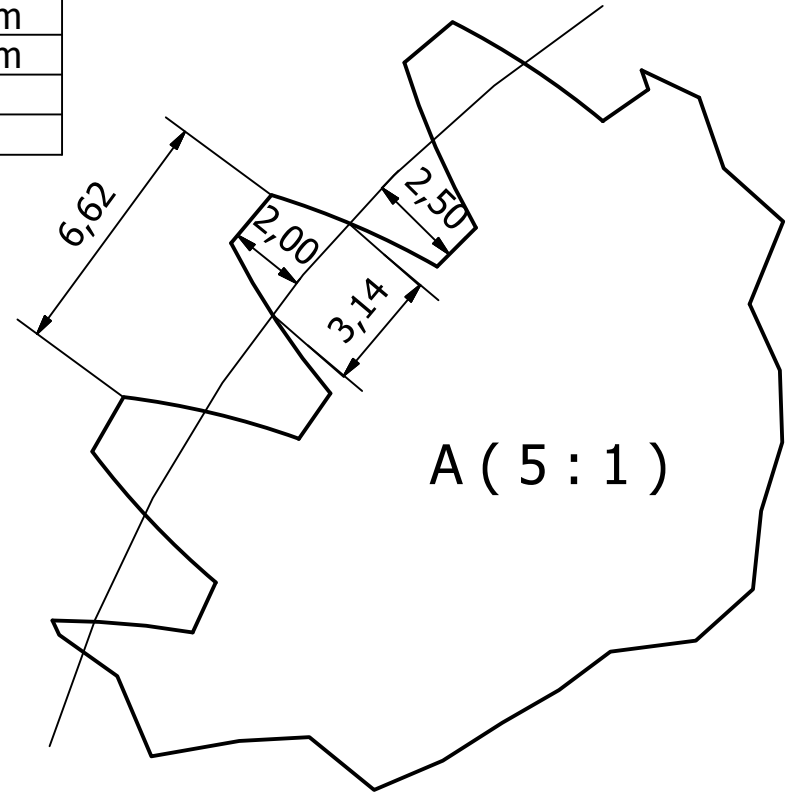
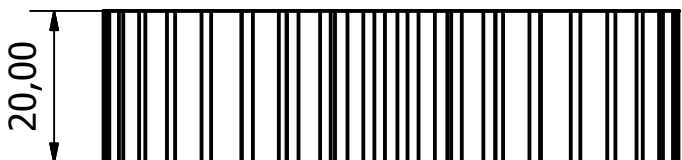
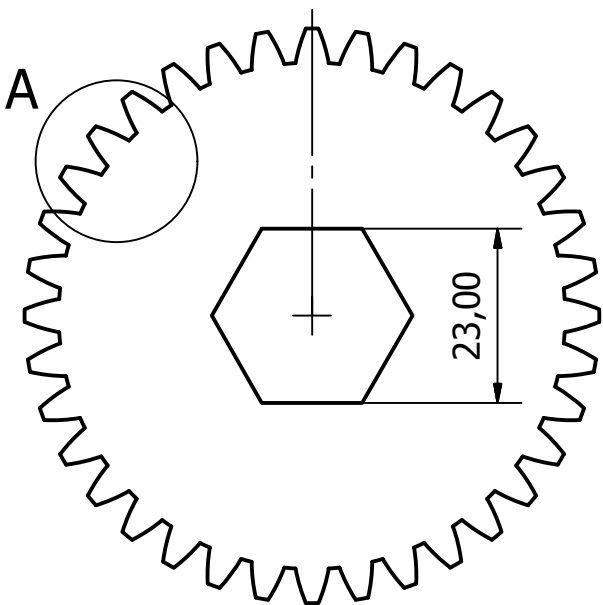
A

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

DATOS ENGRANAJE

Diámetro exterior	76 mm
Diámetro primitivo	72 mm
Diámetro interior	67 mm
Nº dientes	36
Módulo	2



Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 101	Núm. de Plano: 54	Escala: 1:1	
			Nombre Pieza: Engranaje 1		
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas					

4

1

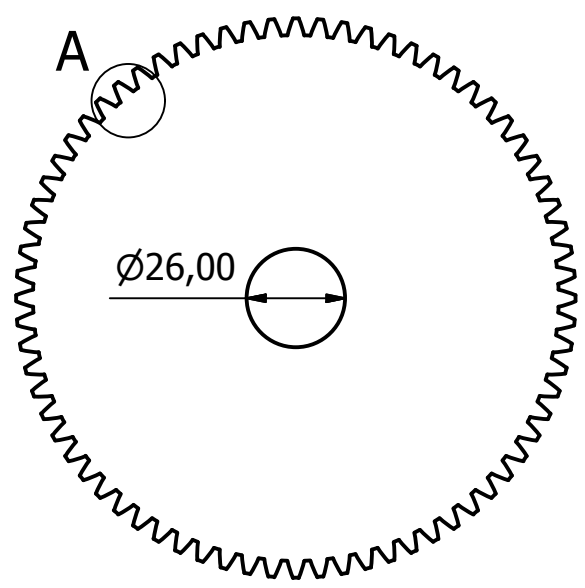
3



2

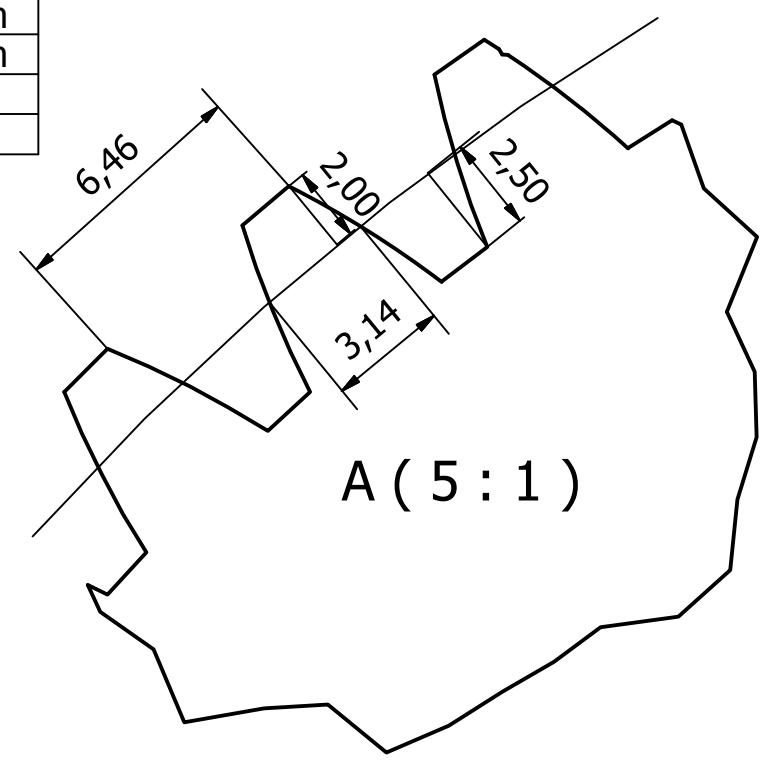
1

1



DATOS ENGRANAJE

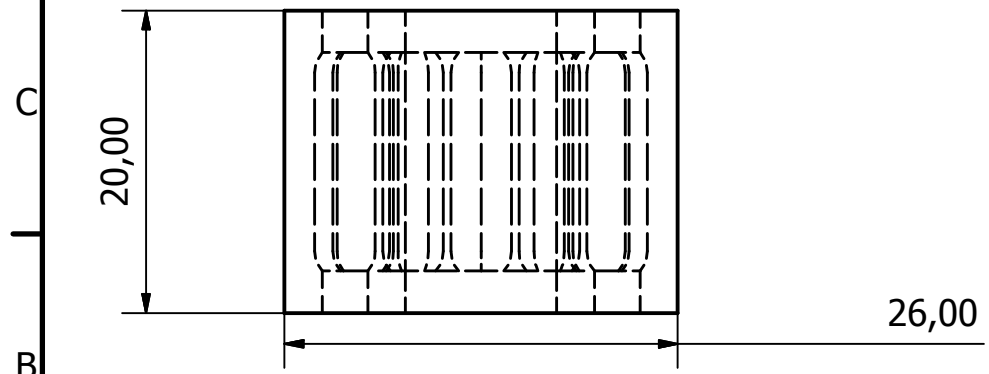
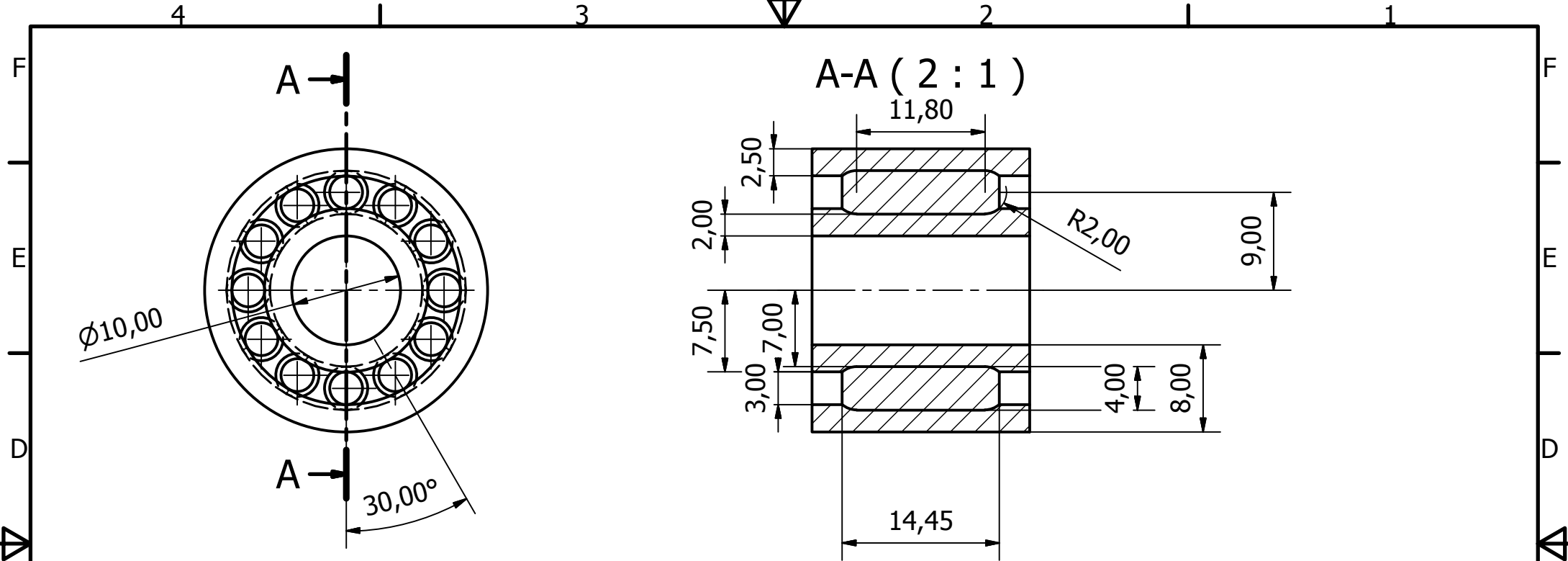
Diámetro exterior	148 mm
Diámetro primitivo	144 mm
Diámetro interior	139 mm
Nº dientes	72
Módulo	2



Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 101	Núm. de Plano: 55	Escala: 1:2	
			Nombre Pieza: Engranaje 2		
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas					

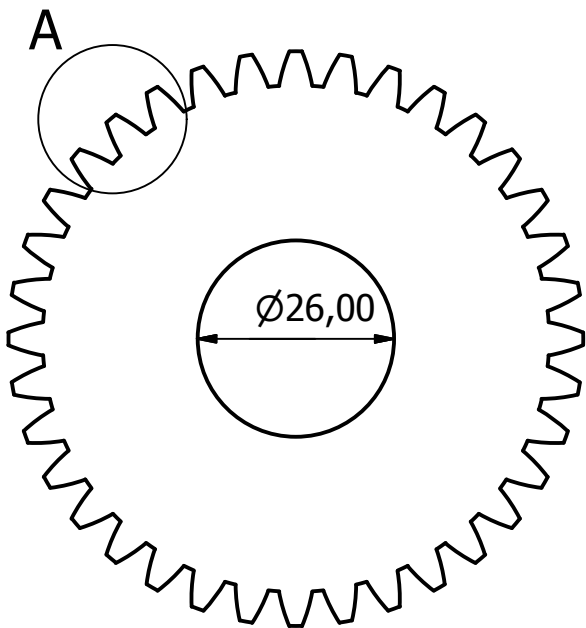
PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK



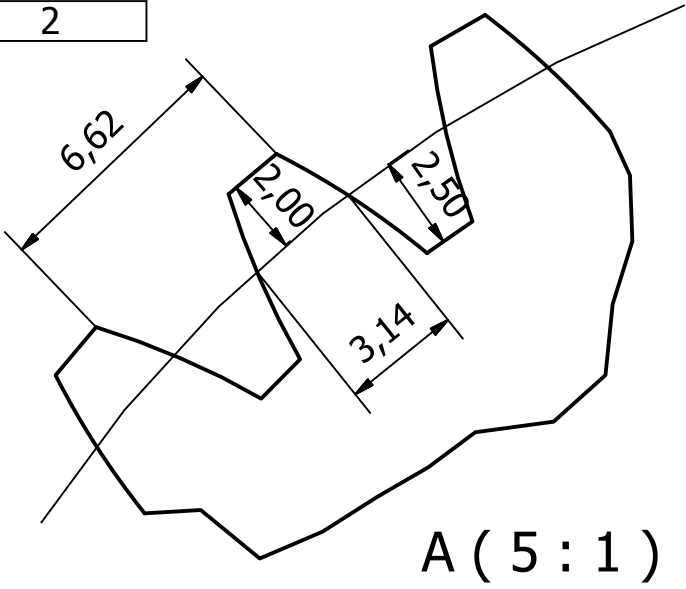
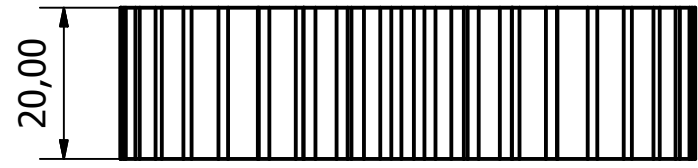
Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 102	Núm. de Plano: 56	Escala: 2:1	
			Nombre Pieza: Rodamiento engranajes		
		Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas			

4 1 3 2 1



DATOS ENGRANAJE

Diámetro exterior	76 mm
Diámetro primitivo	72 mm
Diámetro interior	67 mm
Nº dientes	36
Módulo	2



A (5 : 1)

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

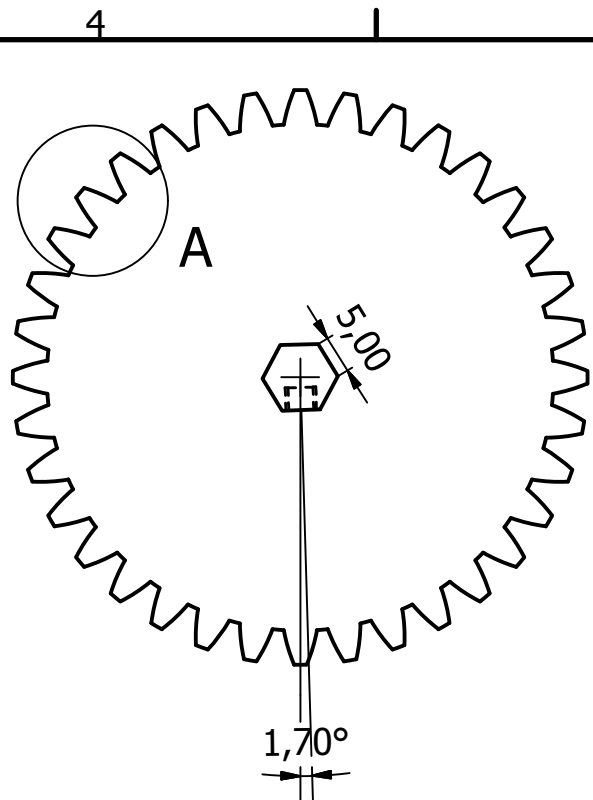
PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

F
E
D
C
B
A

F
E
D
C
B
A

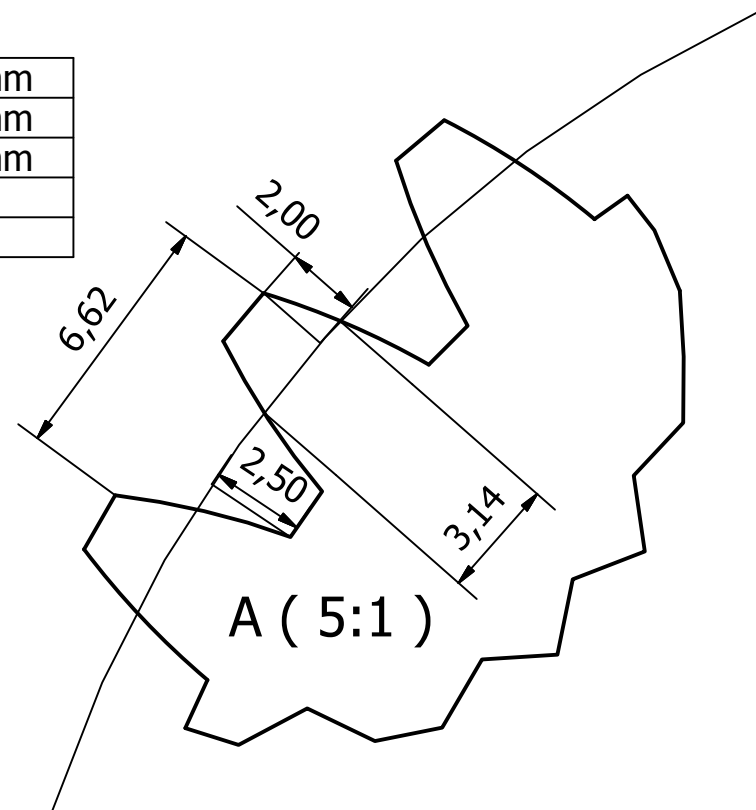
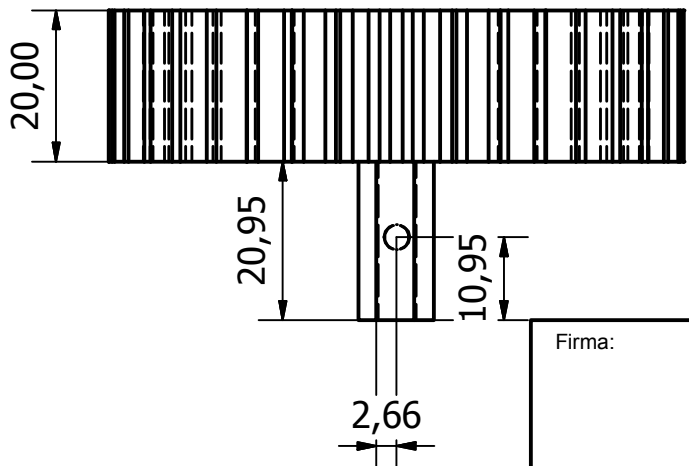
Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 103	Núm. de Plano: 57	Escala: 1:1	
			Nombre Pieza: Engranaje 3		
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas					

4 1 3 2 1



DATOS ENGRANAJE

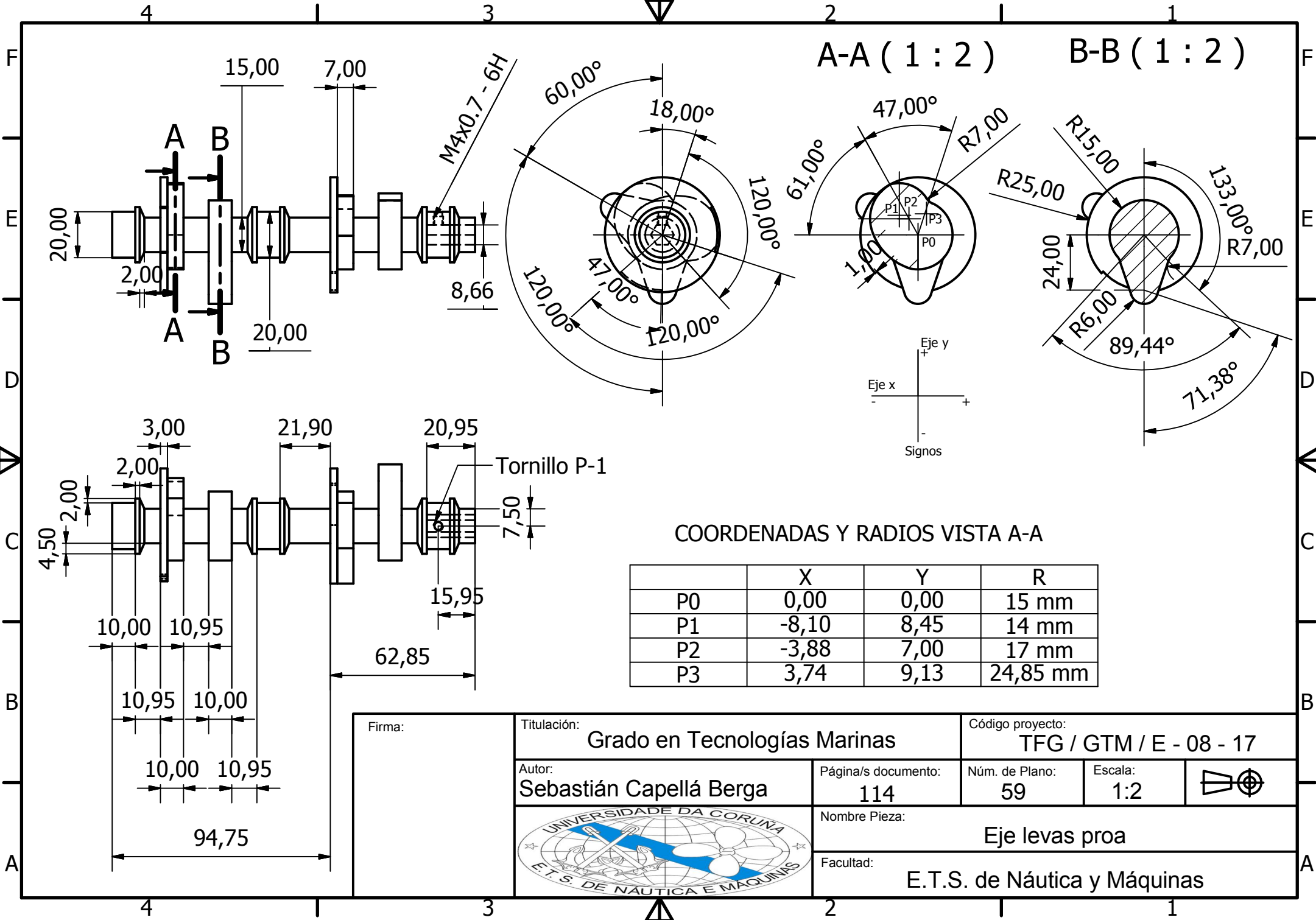
Diámetro exterior	76 mm
Diámetro primitivo	72 mm
Diámetro interior	67 mm
Nº dientes	36
Módulo	2



Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 104	Núm. de Plano: 58	Escala: 1:1	
			Nombre Pieza: Engranaje del eje de levas		
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas					

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

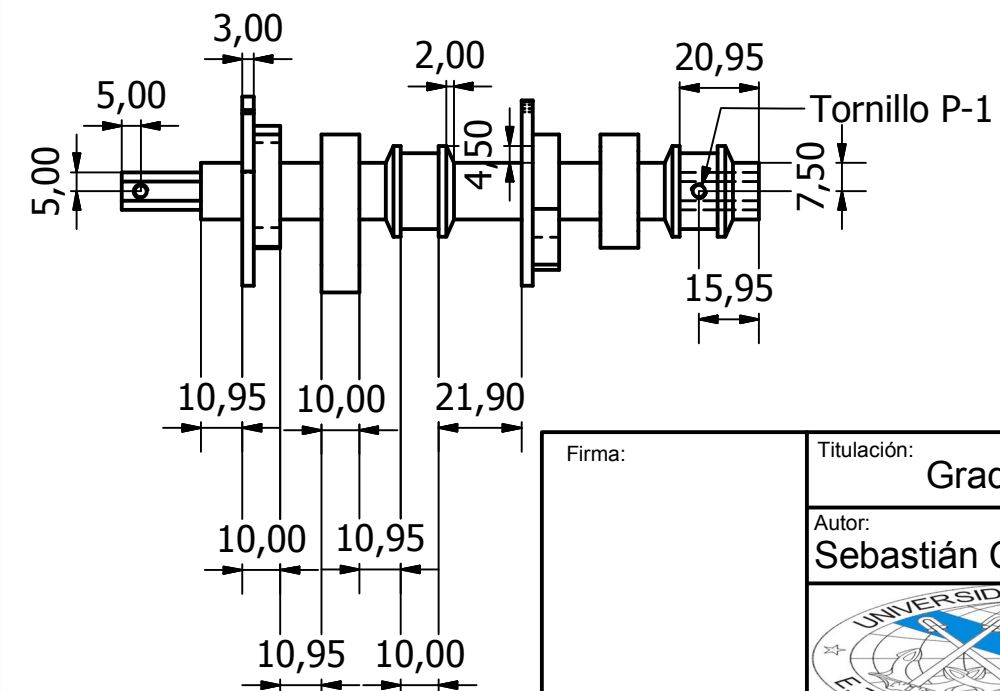
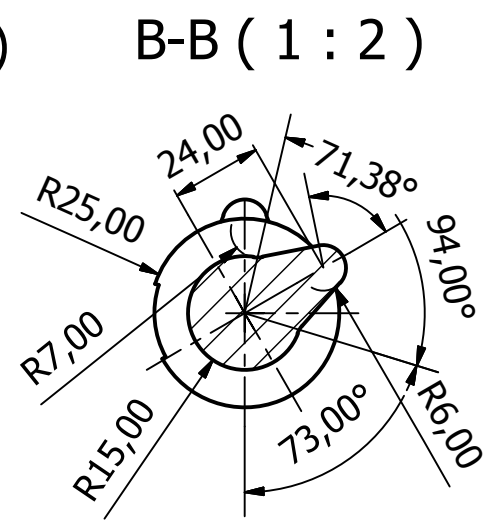
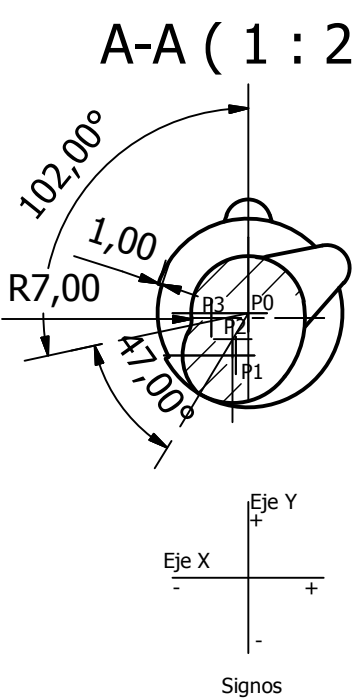
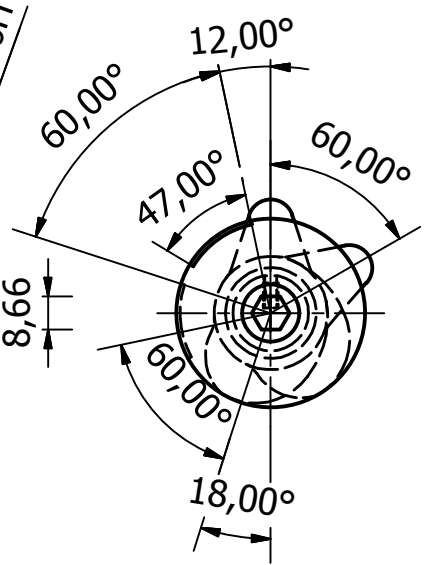
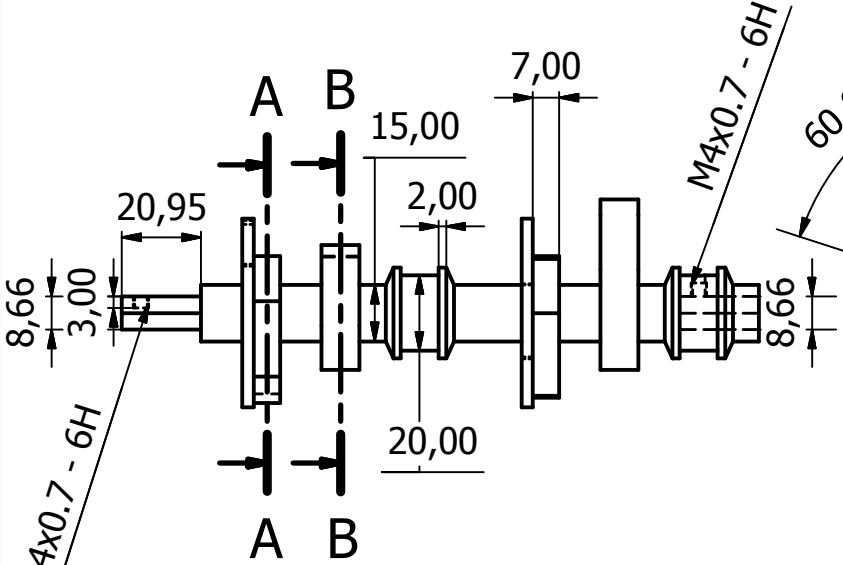
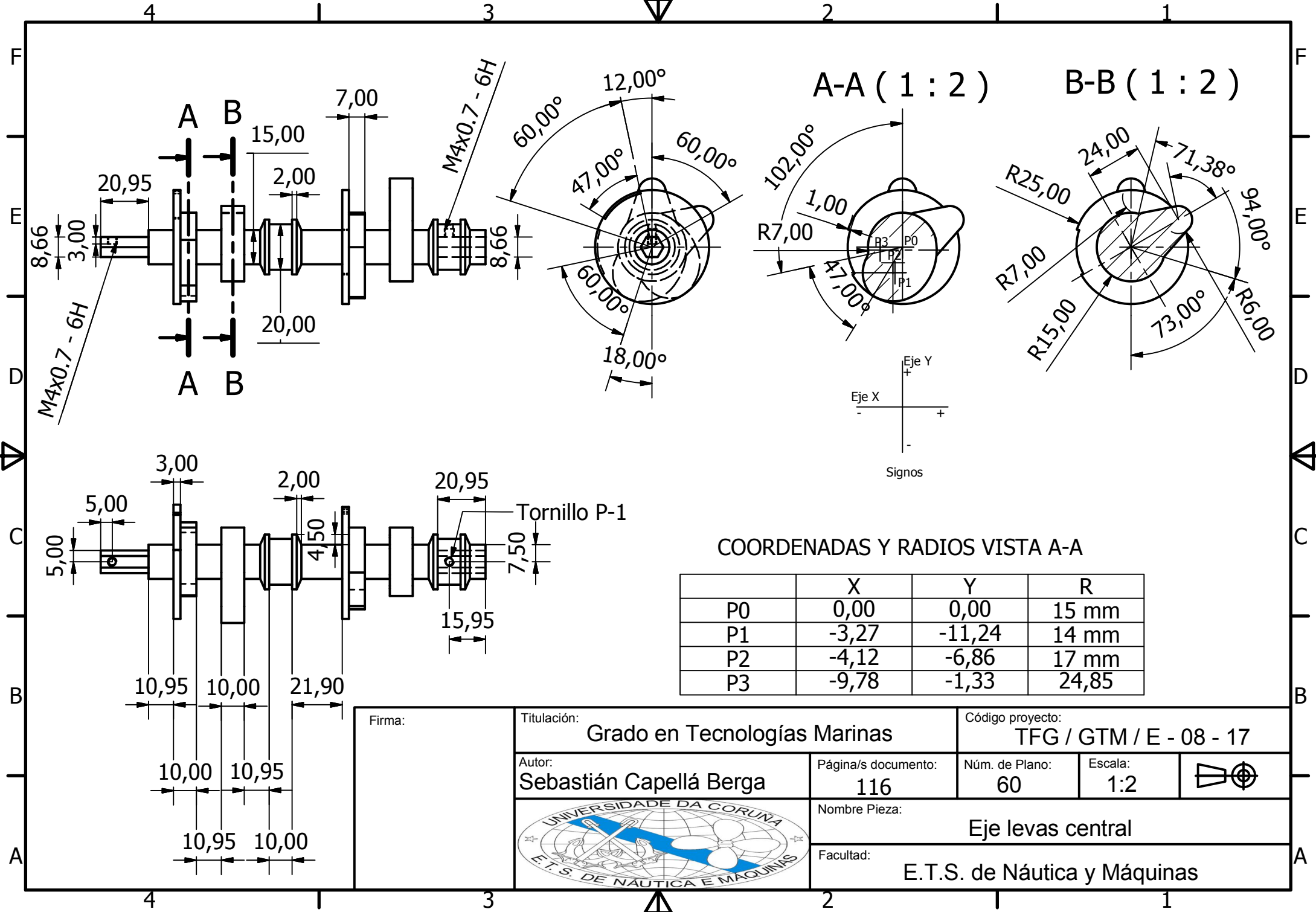
PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK



COORDENADAS Y RADIOS VISTA A-A

	X	Y	R
P0	0,00	0,00	15 mm
P1	-8,10	8,45	14 mm
P2	-3,88	7,00	17 mm
P3	3,74	9,13	24,85 mm

Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17			
	Autor: Sebastián Capellá Berga		Página/s documento: 114	Núm. de Plano: 59	Escala: 1:2	
			Nombre Pieza: Eje levas proa			
		Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas				

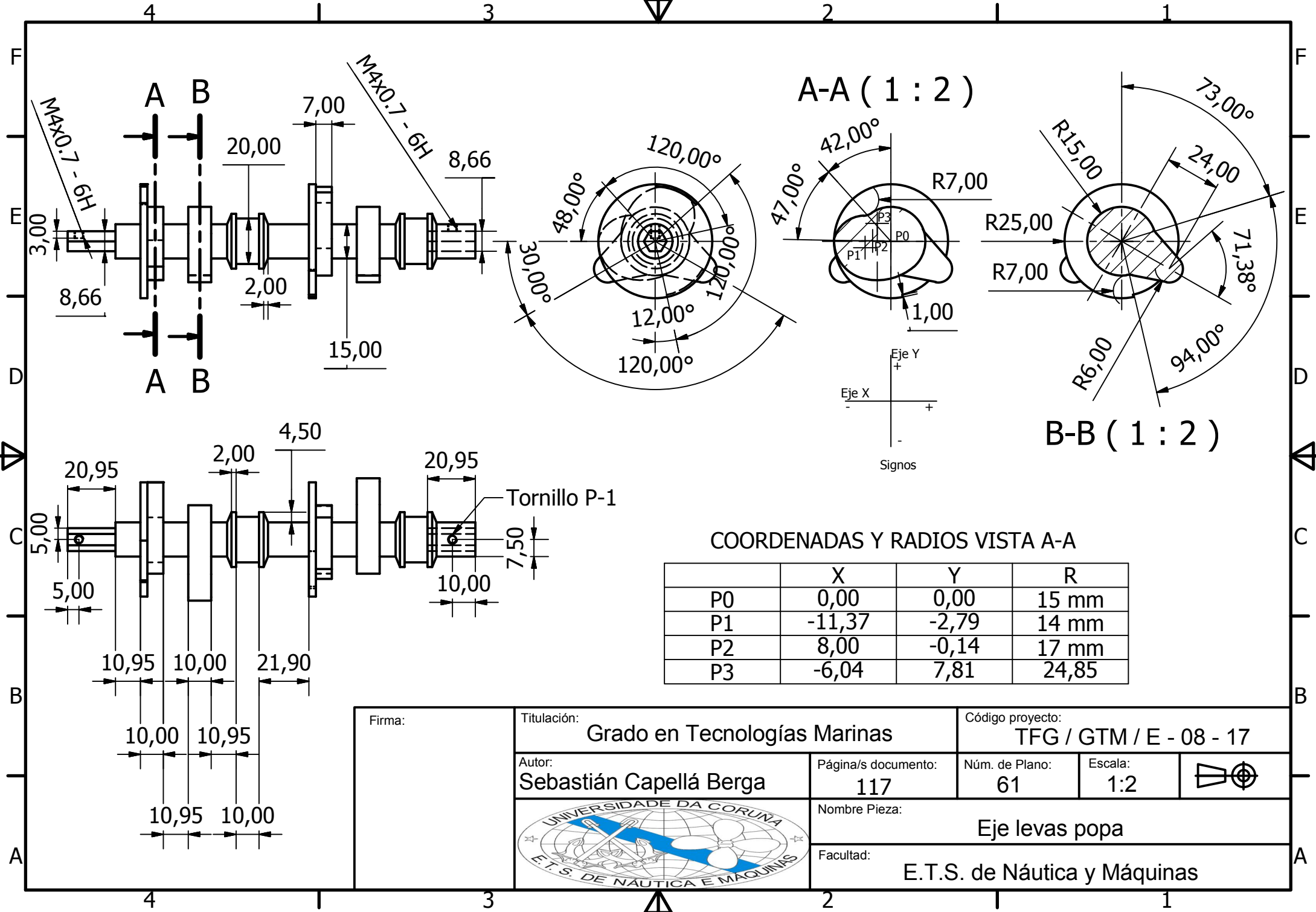


COORDENADAS Y RADIOS VISTA A-A

	X	Y	R
P0	0,00	0,00	15 mm
P1	-3,27	-11,24	14 mm
P2	-4,12	-6,86	17 mm
P3	-9,78	-1,33	24,85

Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17			
	Autor: Sebastián Capellá Berga		Página/s documento: 116	Núm. de Plano: 60	Escala: 1:2	
	Nombre Pieza: Eje levas central					
	Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas					

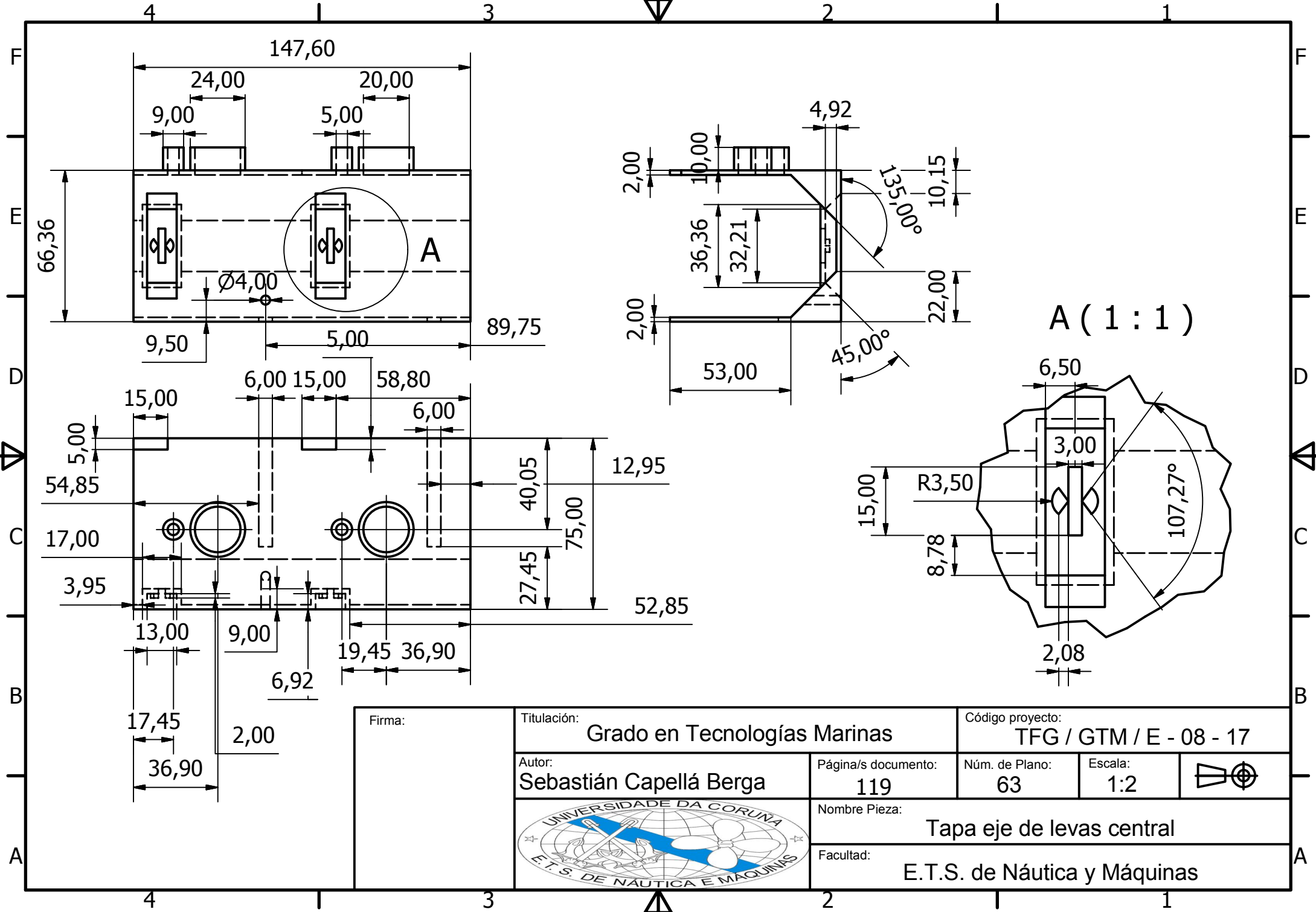




COORDENADAS Y RADIOS VISTA A-A

	X	Y	R
P0	0,00	0,00	15 mm
P1	-11,37	-2,79	14 mm
P2	8,00	-0,14	17 mm
P3	-6,04	7,81	24,85

Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17			
	Autor: Sebastián Capellá Berga		Página/s documento: 117	Núm. de Plano: 61	Escala: 1:2	
			Nombre Pieza: Eje levas popa			
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas						



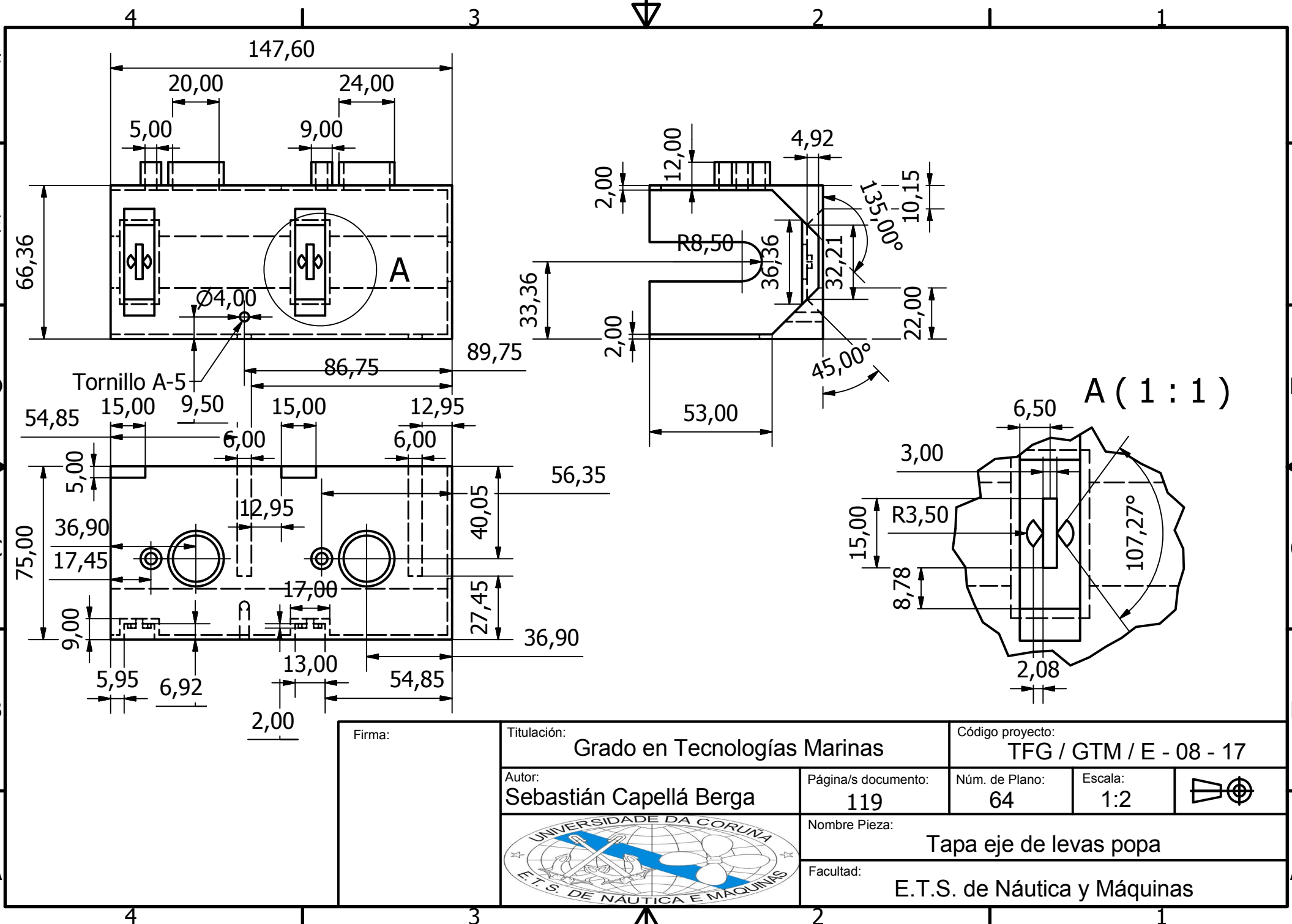
PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 119	Núm. de Plano: 63	Escala: 1:2	
		Nombre Pieza: Tapa eje de levas central			
		Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas			

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK



Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 119	Núm. de Plano: 64	Escala: 1:2	
			Nombre Pieza: Tapa eje de levas popa		
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas					

4 3 2 1

F F

E E

D D

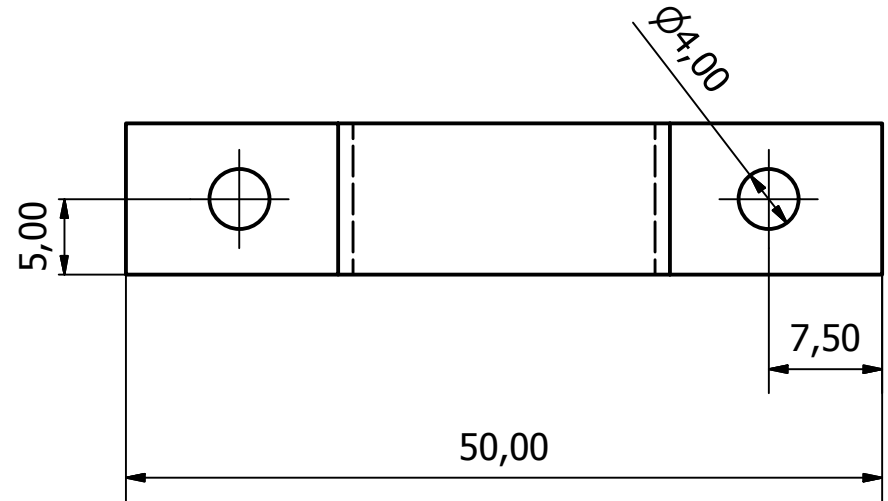
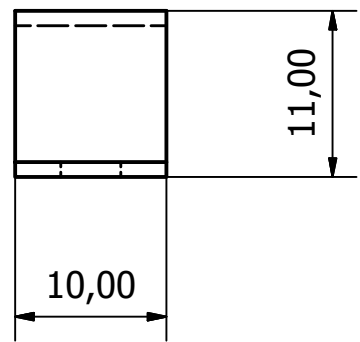
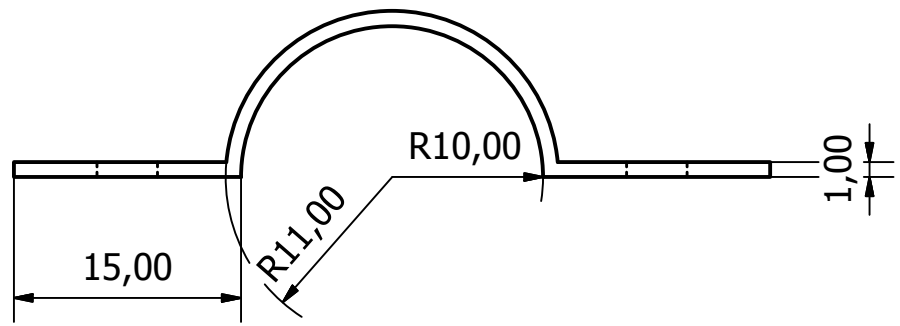
C C

B B

A A

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK



Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 120	Núm. de Plano: 65	Escala: 2:1	
				Nombre Pieza: Semicojinete levas	
			Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas		

4 3 2 1

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

C

B

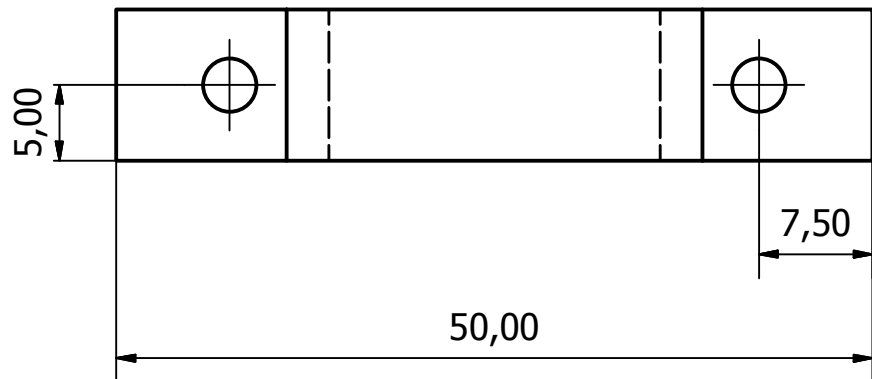
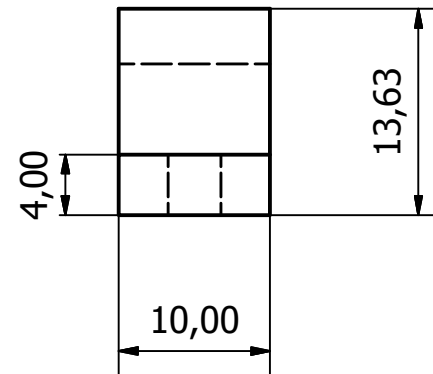
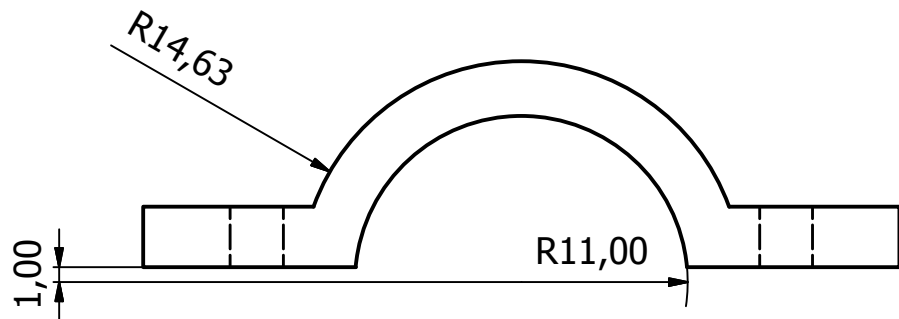
B

A

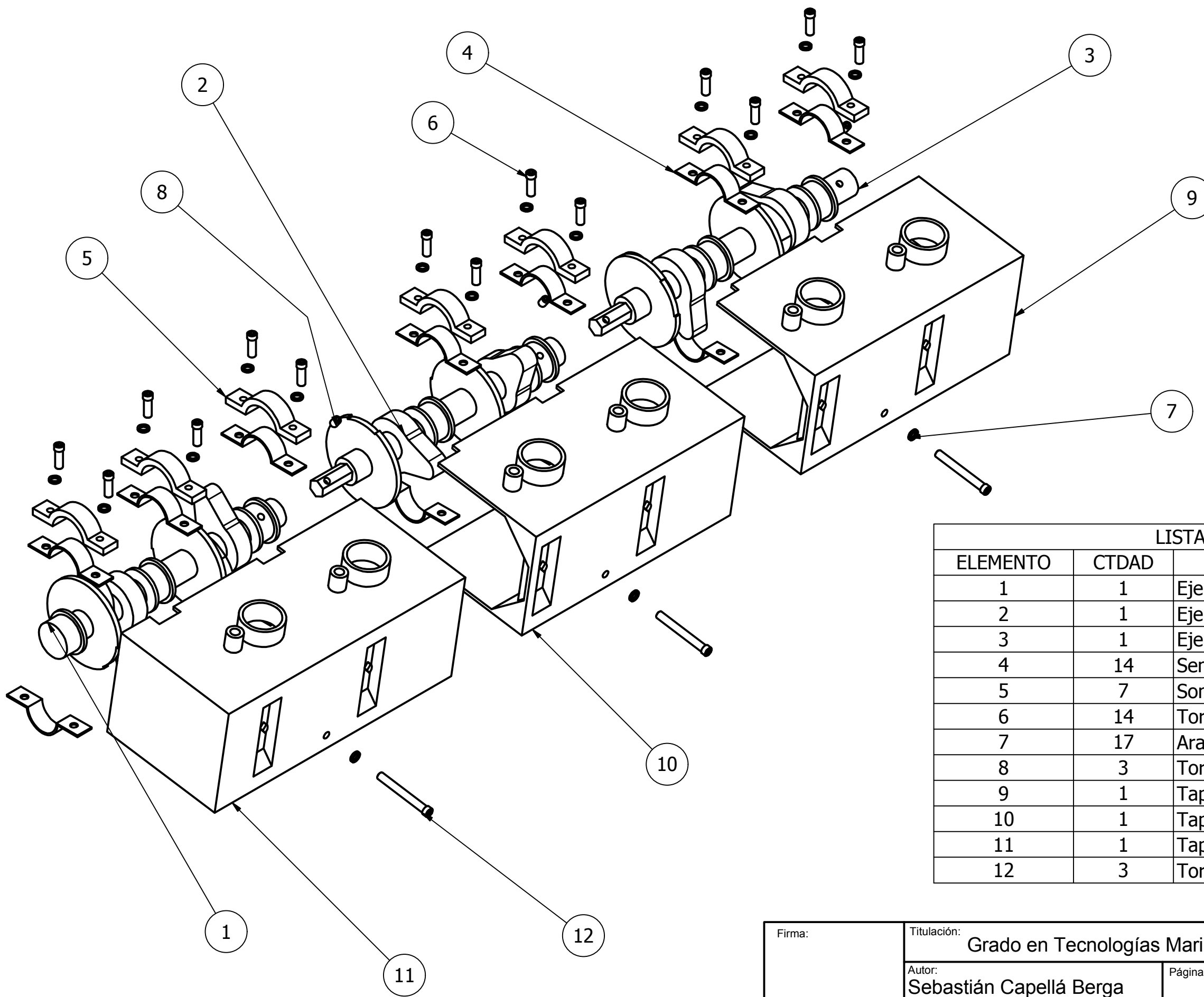
A

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK




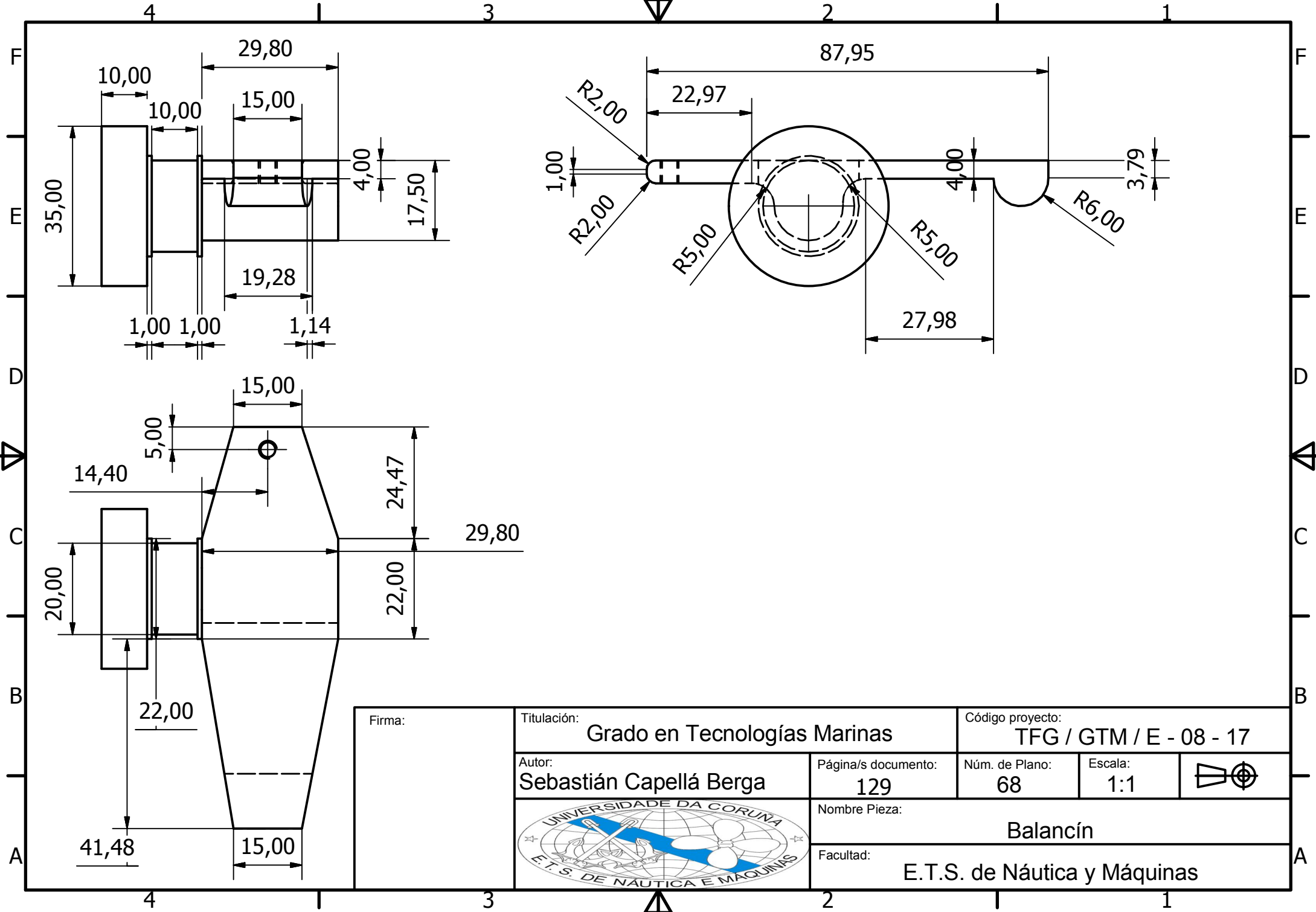
Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 120	Núm. de Plano: 66	Escala: 2:1	
				Nombre Pieza: Sombrero D-22	
			Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas		



LISTA DE PIEZAS


ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	Eje levas proa	Plano 59
2	1	Eje levas central	Plano 62
3	1	Eje levas popa	Plano 61
4	14	Semicojinete levas	Plano 65
5	7	Sombrero D-22	Plano 66
6	14	Tornillo A-2	Plano 93
7	17	Arandela A-1	Plano 93
8	3	Tornillo P-1	Plano 93
9	1	Tapa eje levas popa	Plano 64
10	1	Tapa eje levas central	Plano 63
11	1	Tapa eje levas proa	Plano 62
12	3	Tornillo A-5	Plano 93

Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga		Página/s documento: 121	Núm. de Plano: 67	Escala: 1:2
			Nombre Pieza: Enumeración y despiece eje de levas		
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas					



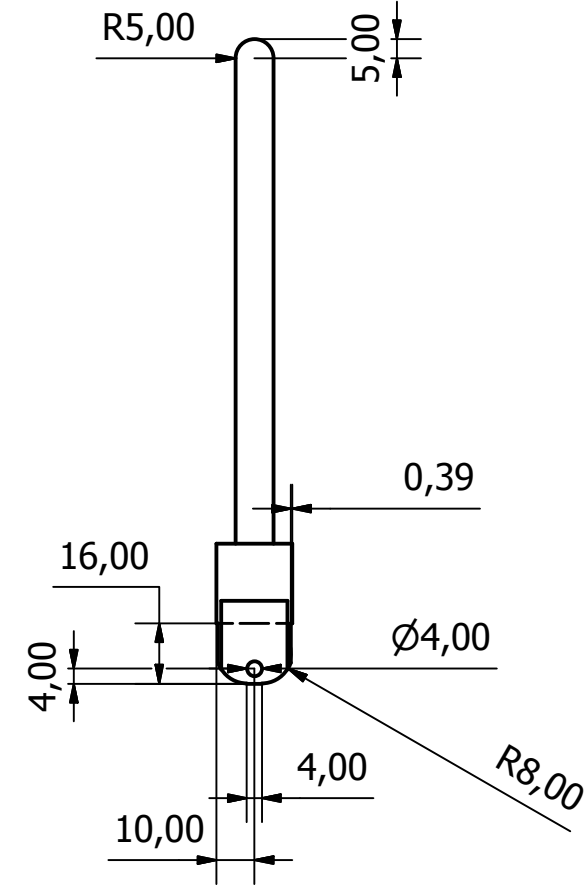
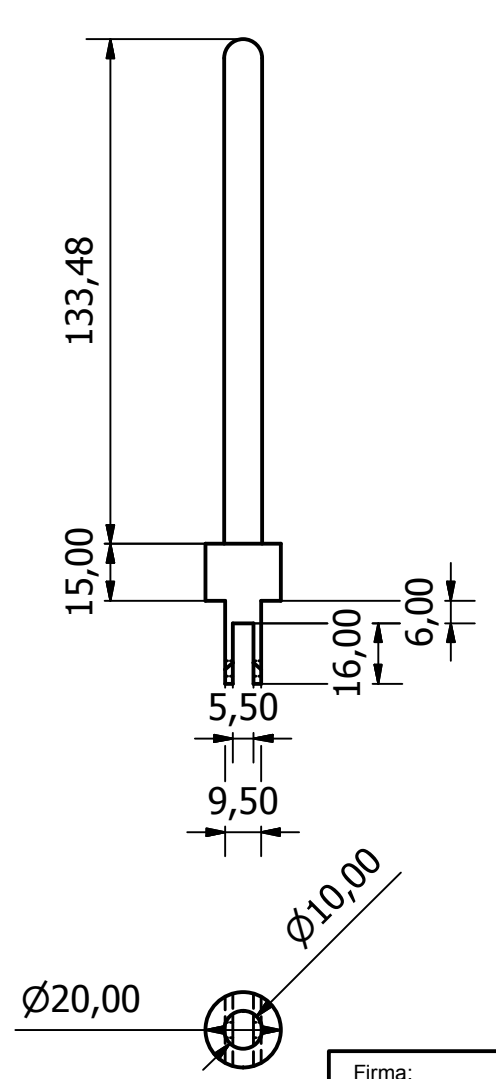
PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga		Página/s documento: 129	Núm. de Plano: 68	Escala: 1:1
					
Nombre Pieza: Balancín			Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas		

4 3 2 1

F
E
D
C
B
A

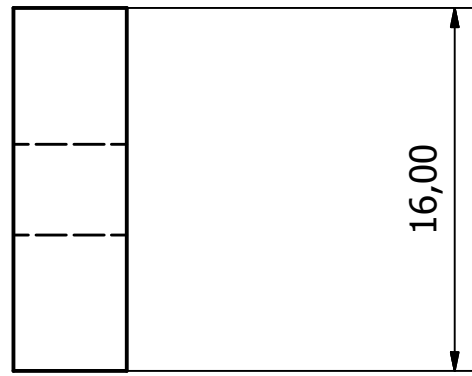
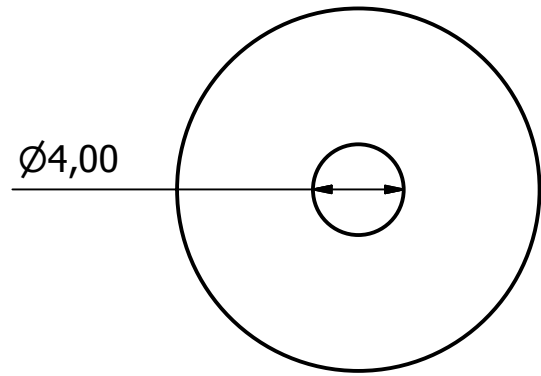


PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 130	Núm. de Plano: 69	Escala: 1:2	
			Nombre Pieza: Barra empujadora		
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas					

4 3 2 1

4 1 3 2 1

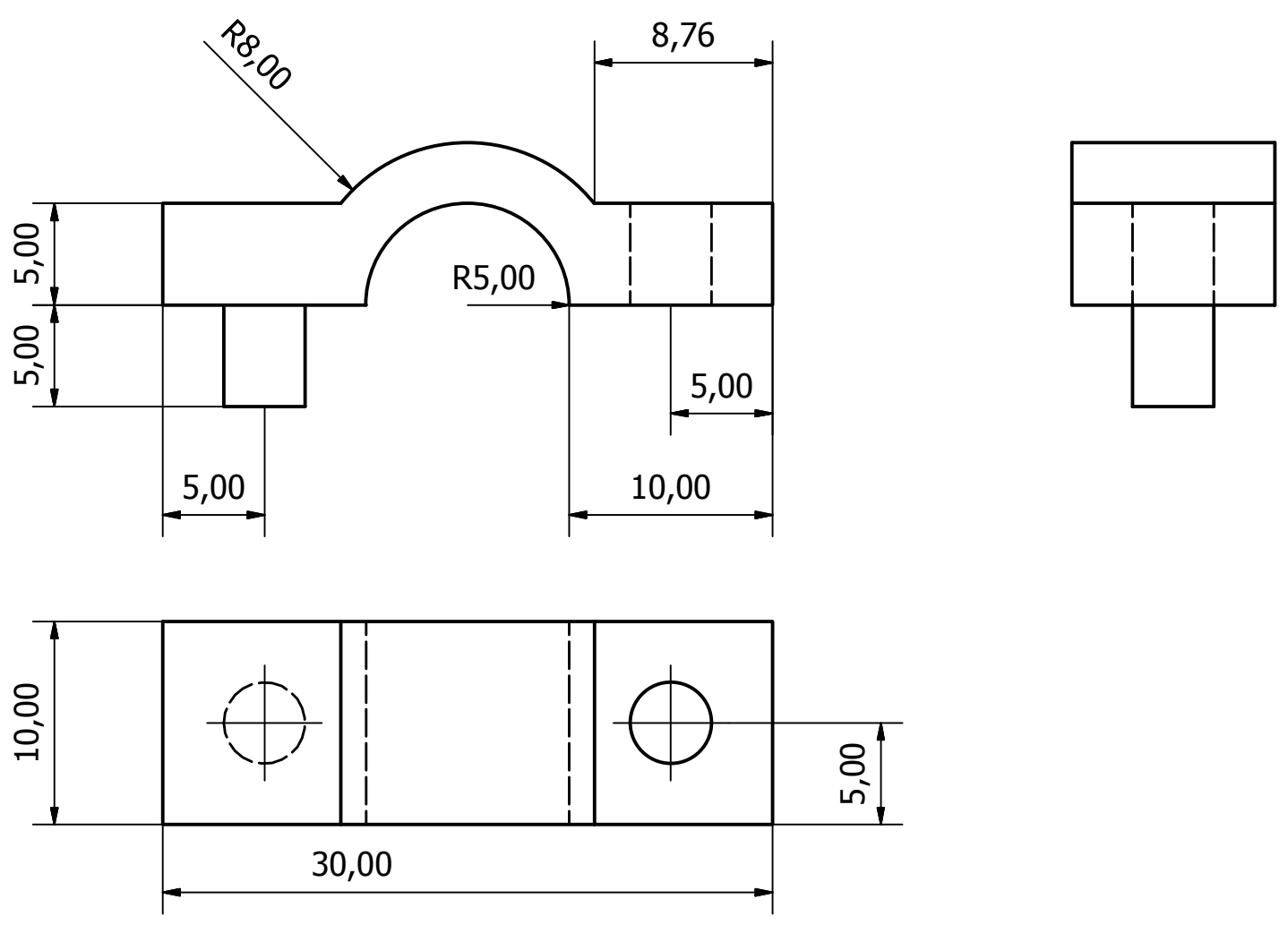


4 1 3 2 1

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 130	Núm. de Plano: 70	Escala: 3:1	
			Nombre Pieza: Rodillo seguidor		
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas					



PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 131	Núm. de Plano: 71	Escala: 3:1	
			Nombre Pieza: Sombrerete barra empujadora		
		Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas			

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

C

B

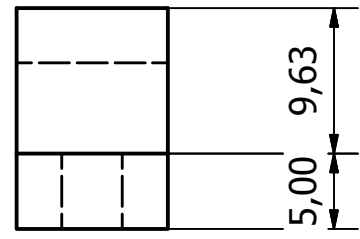
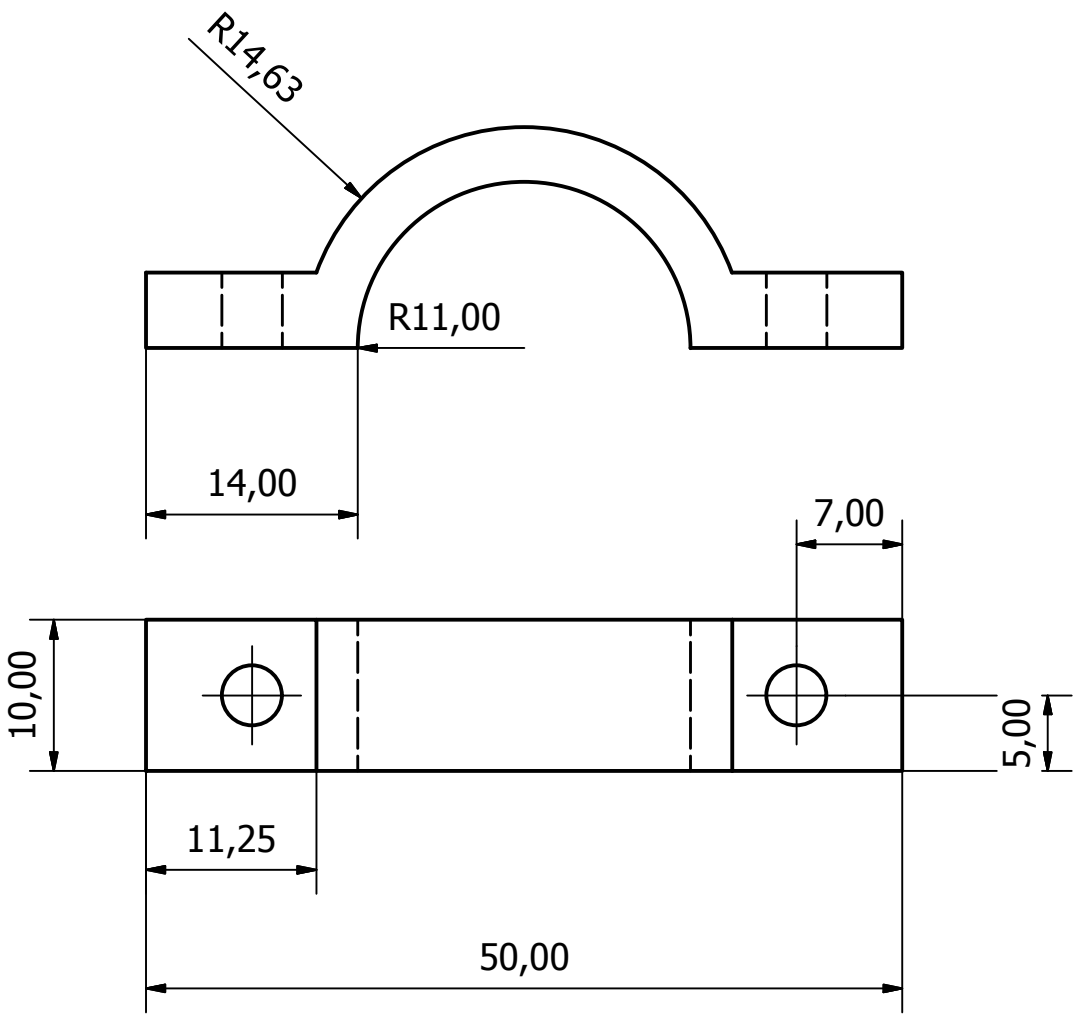
B

A

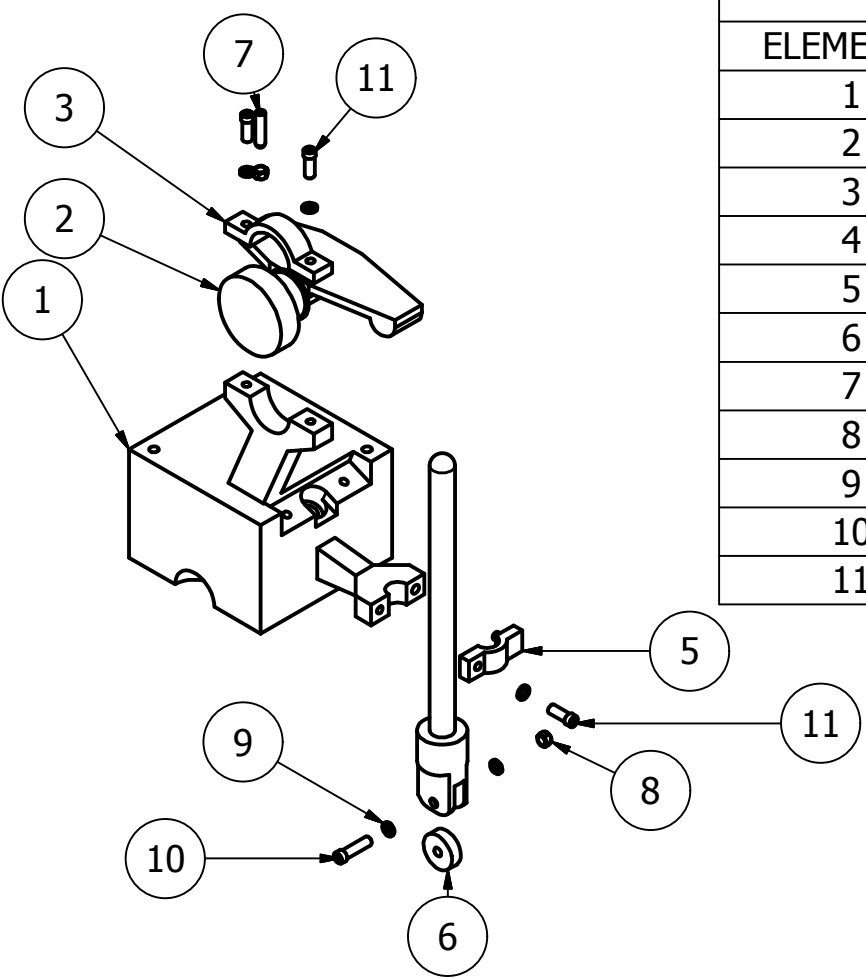
A

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK



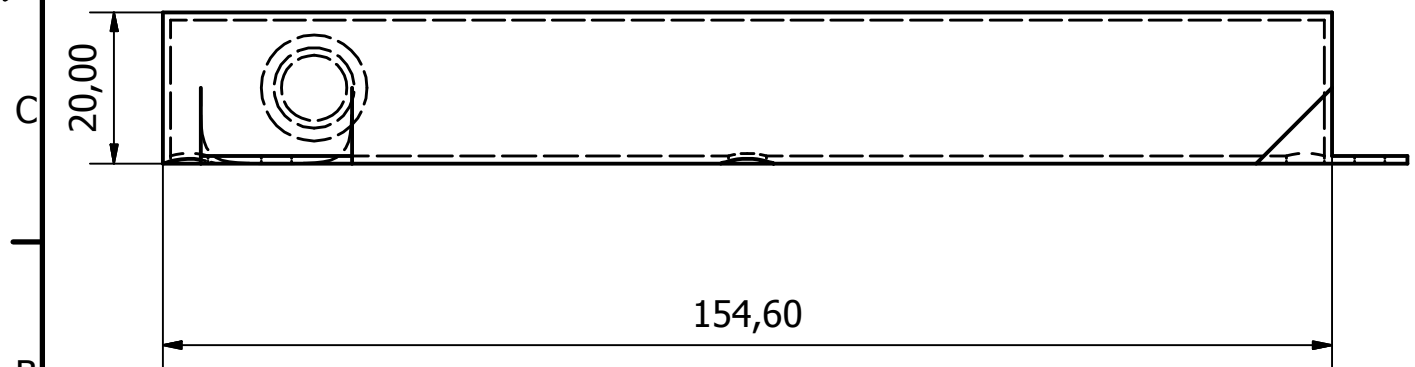
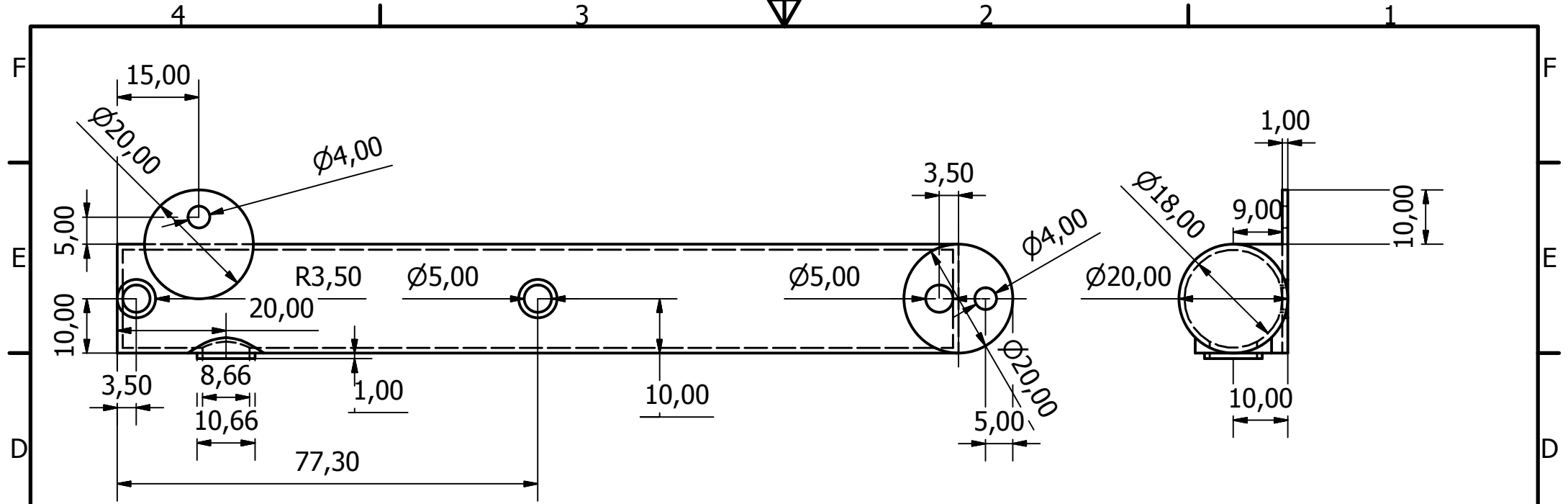
Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 129	Núm. de Plano: 72	Escala: 2:1	
				Nombre Pieza: Sombrerete Balancín	
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas					



LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	Culata cilindro 1	Plano 45
2	1	Balancín	Plano 68
3	1	Sombbrero balancín	Plano 72
4	1	Barra empujadora	Plano 69
5	1	Sombbrero barra em.	Plano 71
6	1	Rodillo seguidor	Plano 70
7	1	Tornillo P-3	Plano 93
8	2	Tuerca A-1	Plano 93
9	5	Arandela A-1	Plano 93
10	1	Tornillo A-11	Plano 93
11	3	Tornillo A-4	Plano 93

Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 133	Núm. de Plano: 73	Escala: 1:3	
	Nombre Pieza: Enumeración y explosionado balancín			Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas	





Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 140	Núm. de Plano: 74	Escala: 1:1	
	Nombre Pieza: Colector refrigeración admisión popa				
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas					



PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

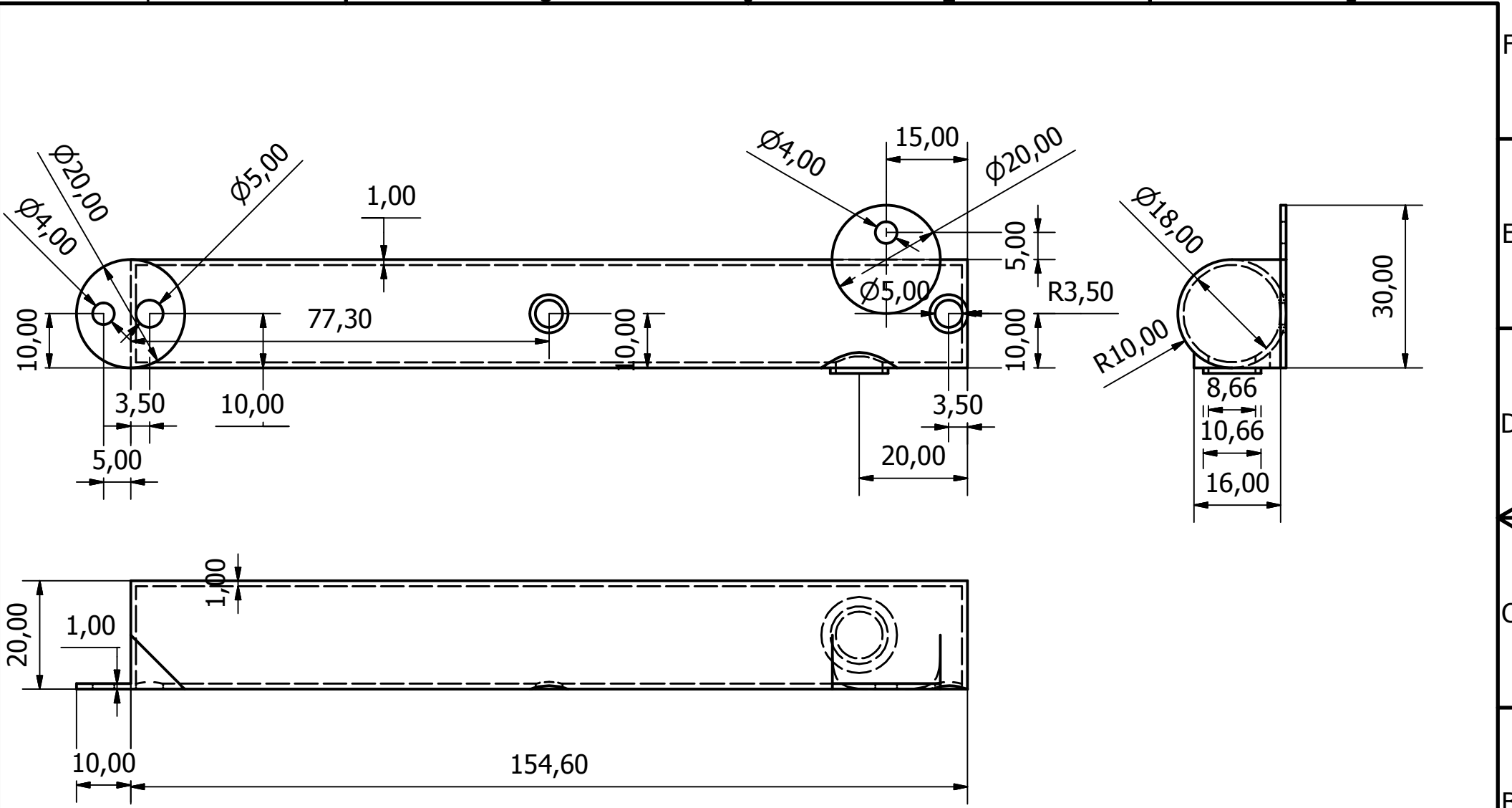
C

B

B

A

A

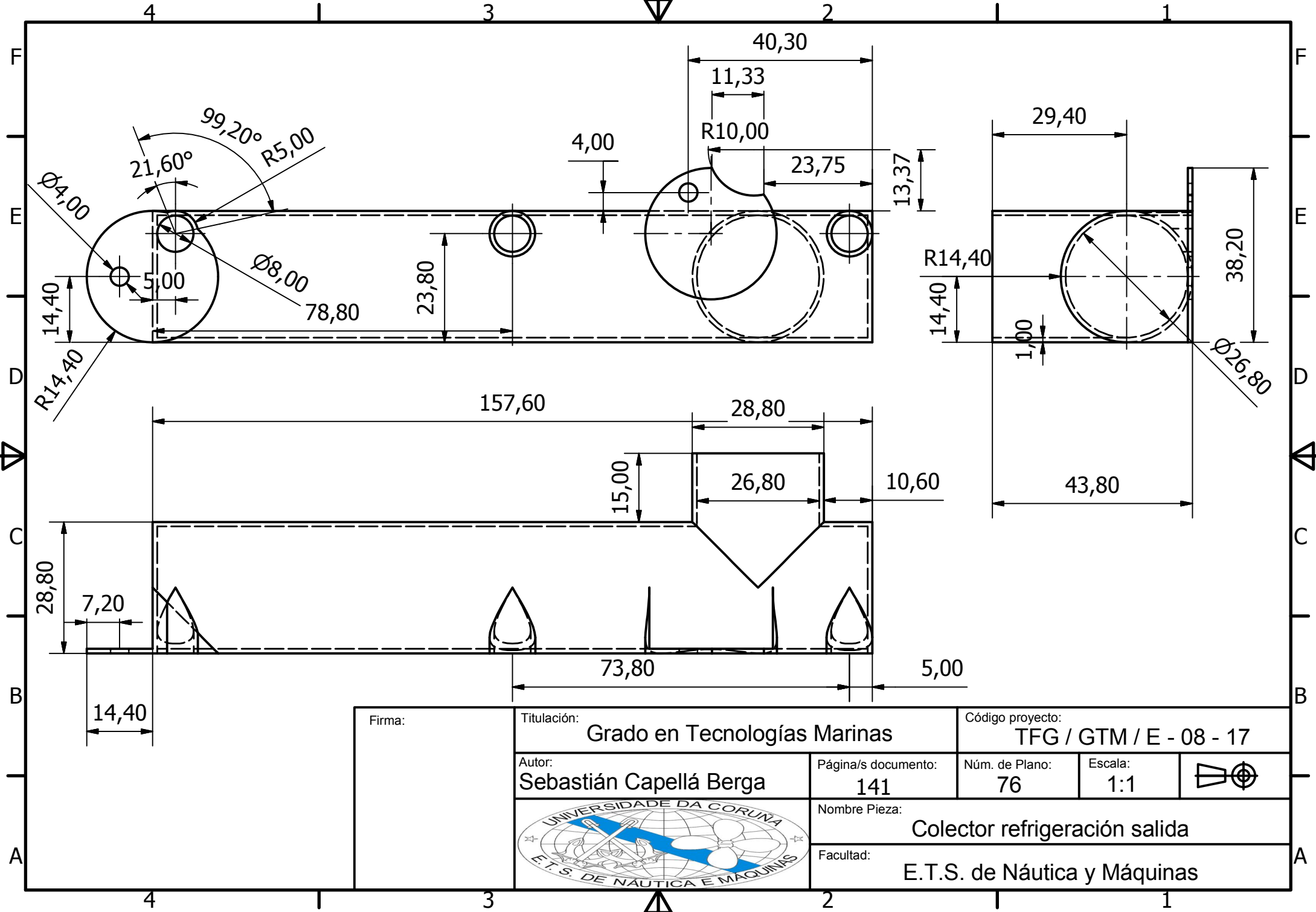



Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 140	Núm. de Plano: 75	Escala: 1:1	
	Nombre Pieza: Colector refrigeración admisión proa				
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas					

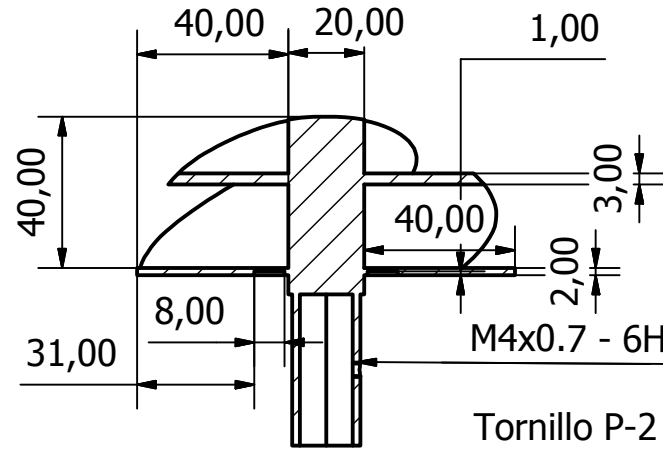
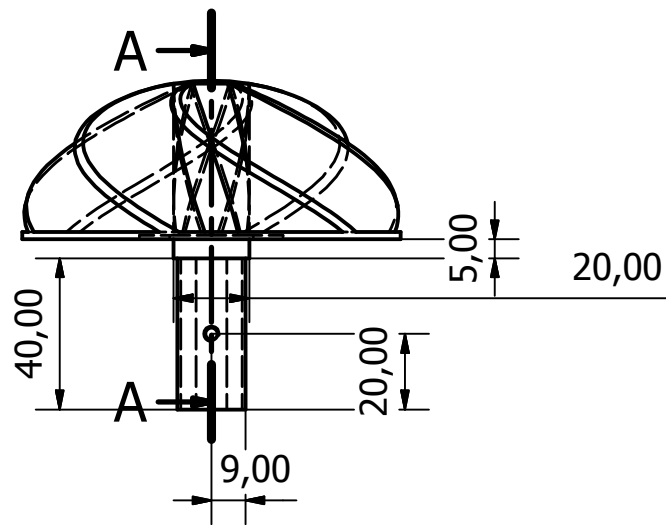


PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

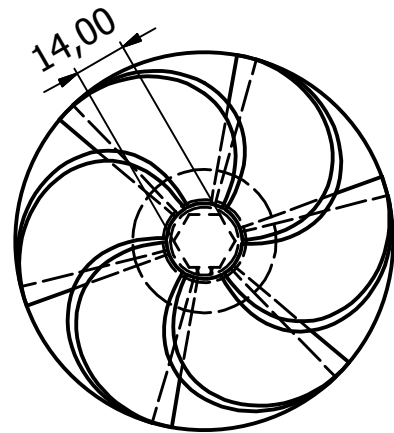


Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga		Página/s documento: 141	Núm. de Plano: 76	Escala: 1:1
			Nombre Pieza: Colector refrigeración salida		
		Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas			

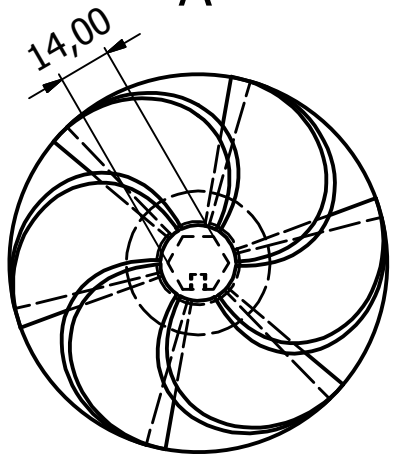
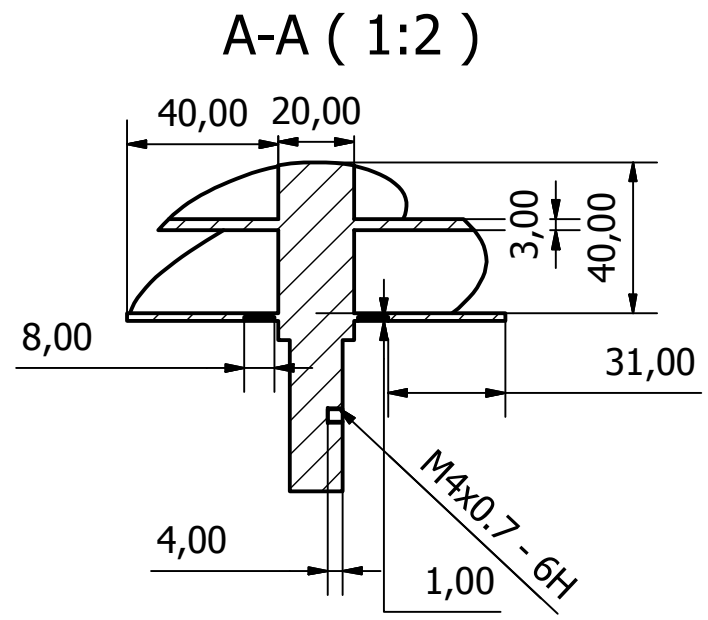
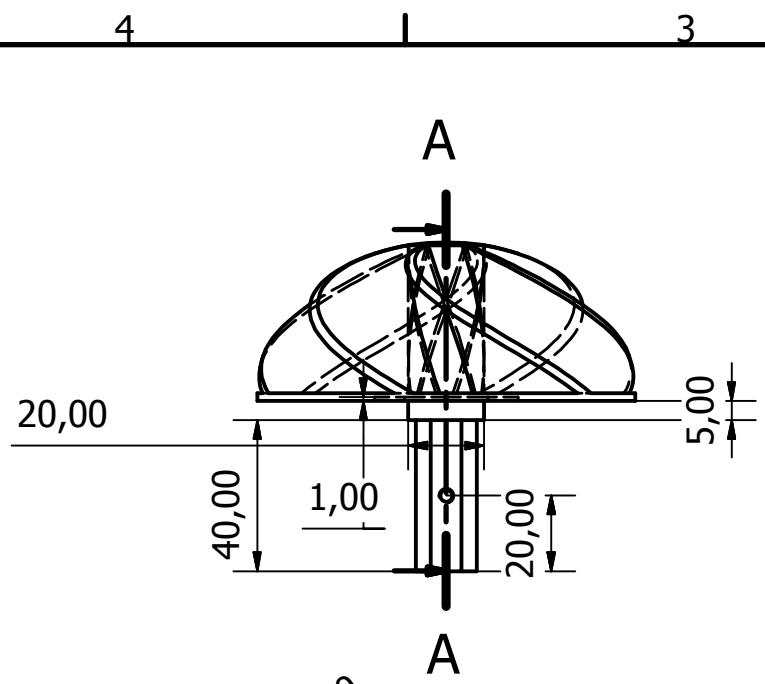


A-A (1:2)

Curva helicoidal, \varnothing 100 mm, paso (altura en este caso) 180 mm 1 revolución, el perfil de barrido un rectángulo de 40 x 3 mm desde la parte superior de la pieza, revolución de corte desde el eje 40 mm altura, 50 mm longitud. Se repite operación con patrón circular.

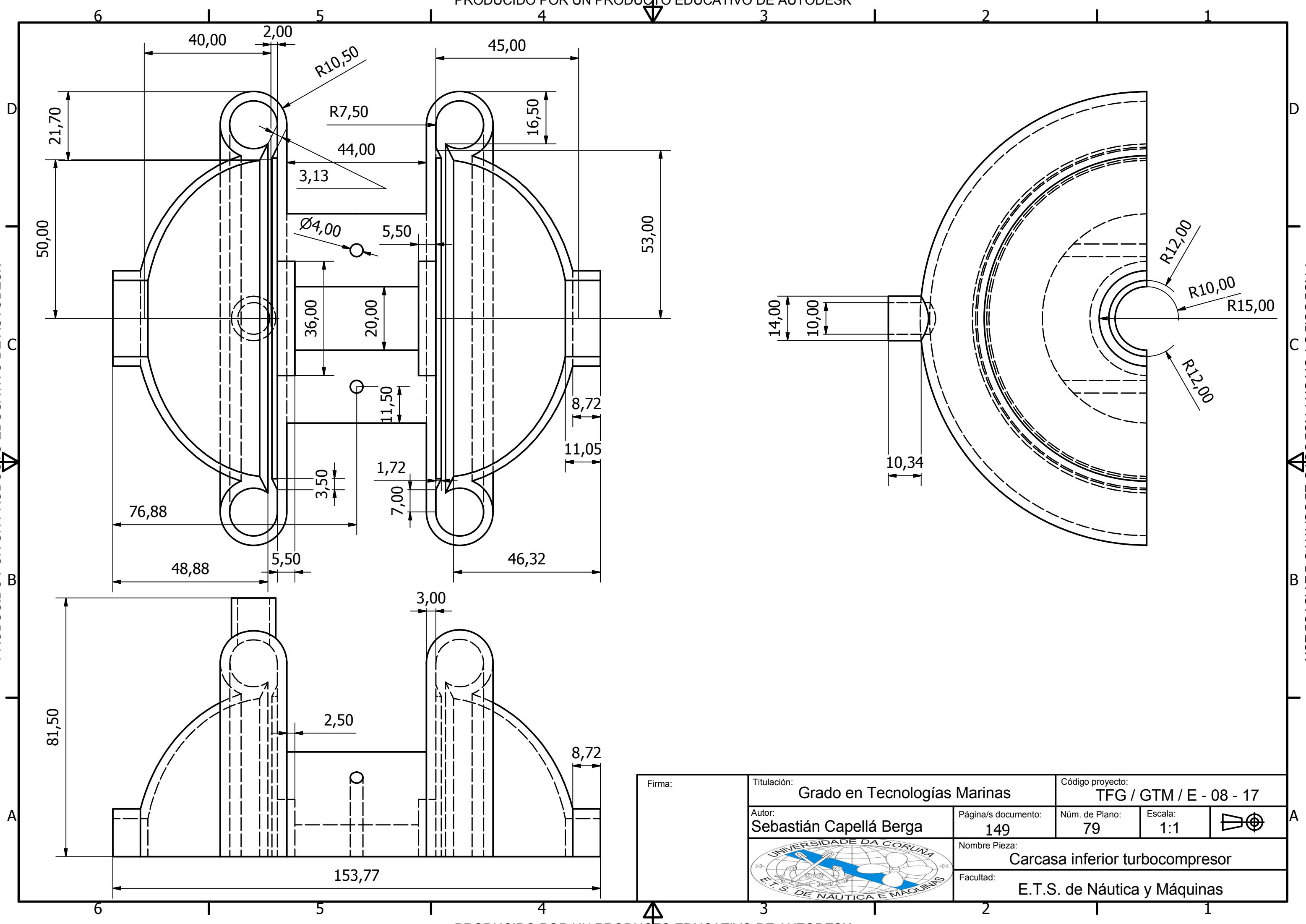



Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 147	Núm. de Plano: 77	Escala: 1:2	
			Nombre Pieza: Rodete turbina		
		Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas			

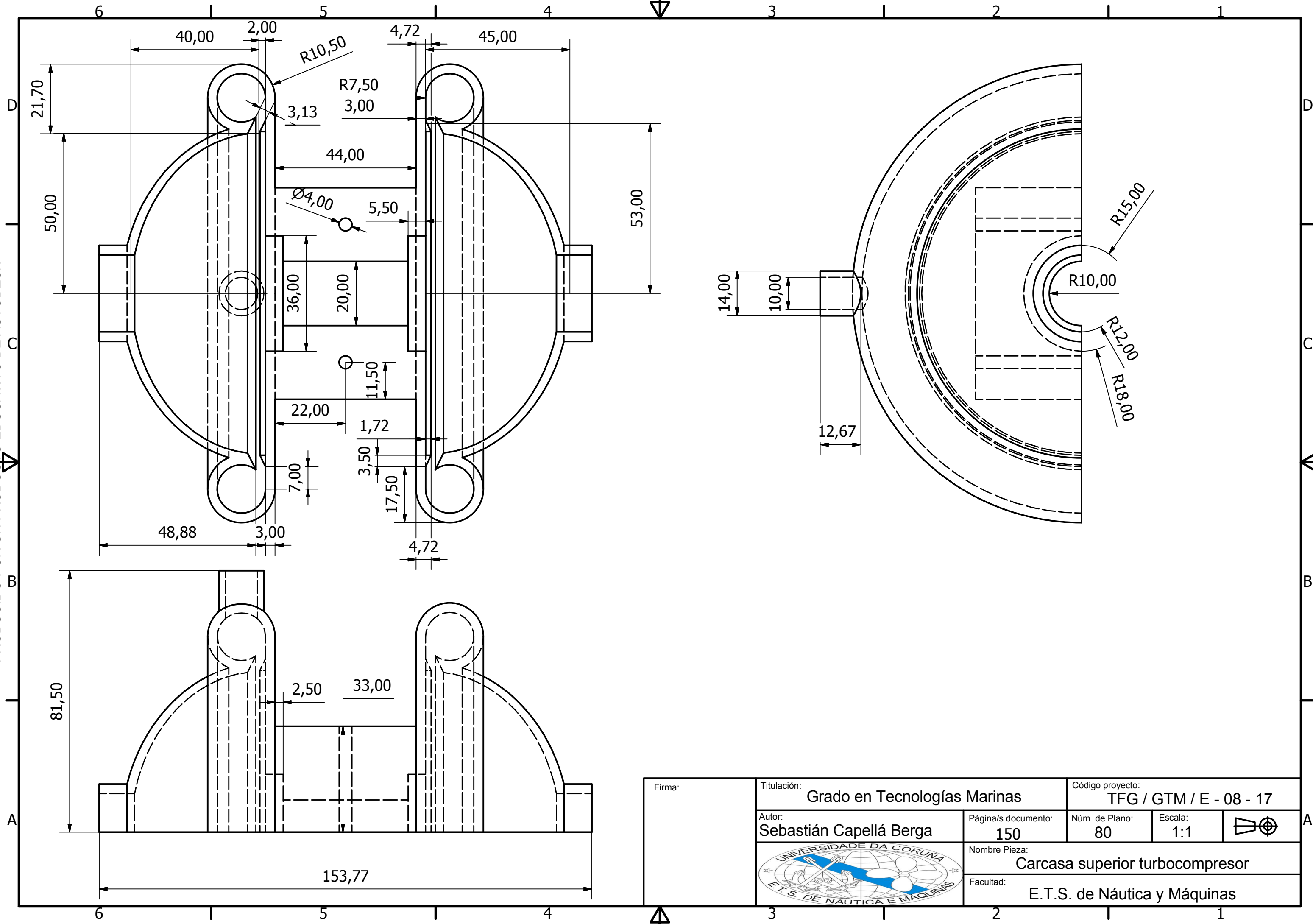


Curva helicoidal, \varnothing 100 mm, paso (altura en este caso) 180 mm 1 revolución, el perfil de barrido un rectángulo de 40 x 3 mm desde la parte superior de la pieza, revolución de corte desde el eje 40 mm altura, 50 mm longitud. Se repite operación con patrón circular.

Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 149	Núm. de Plano: 78	Escala: 1:2	
			Nombre Pieza: Rodete compresor		
		Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas			




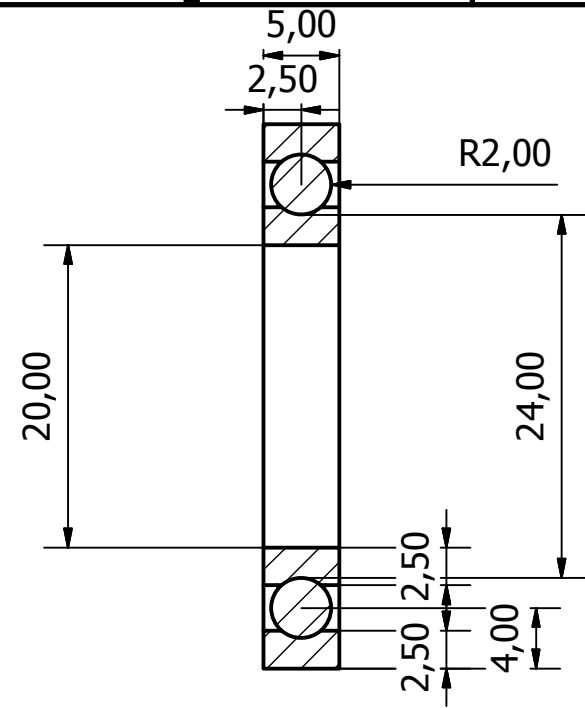
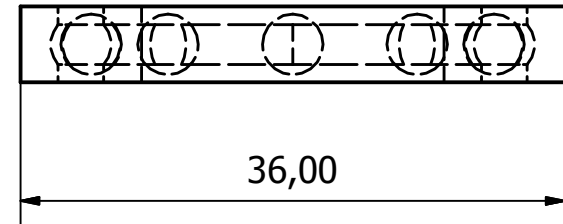
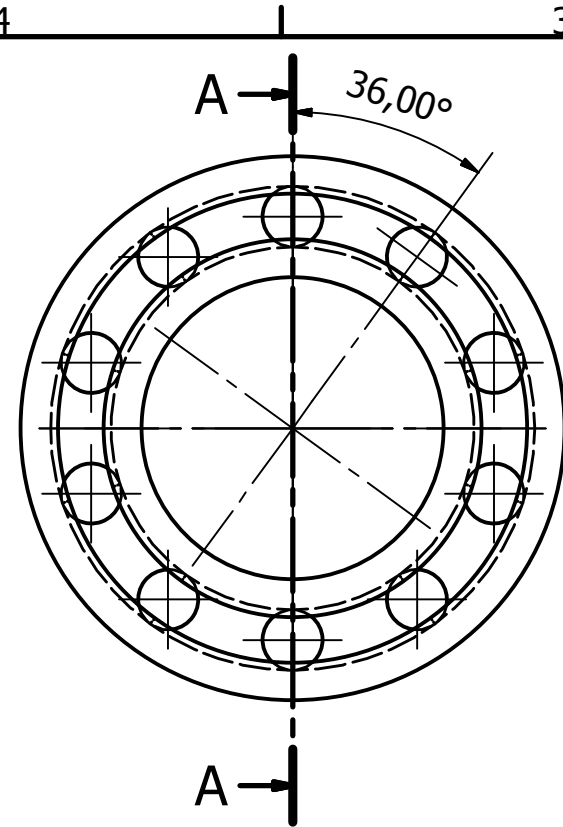
Firma:	Titulación:	Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto:		TFG / GTM / E - 08 - 17	
	Autor:	Sebastián Capellá Berga		Página/s documento:	149	Núm. de Plano:	79
		Nombre Pieza:		Carcasa inferior turbocompresor			
		Facultad:		E.T.S. de Náutica y Máquinas			



PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga		Página/s documento: 150	Núm. de Plano: 80	Escala: 1:1
			Nombre Pieza: Carcasa superior turbocompresor		
			Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas		

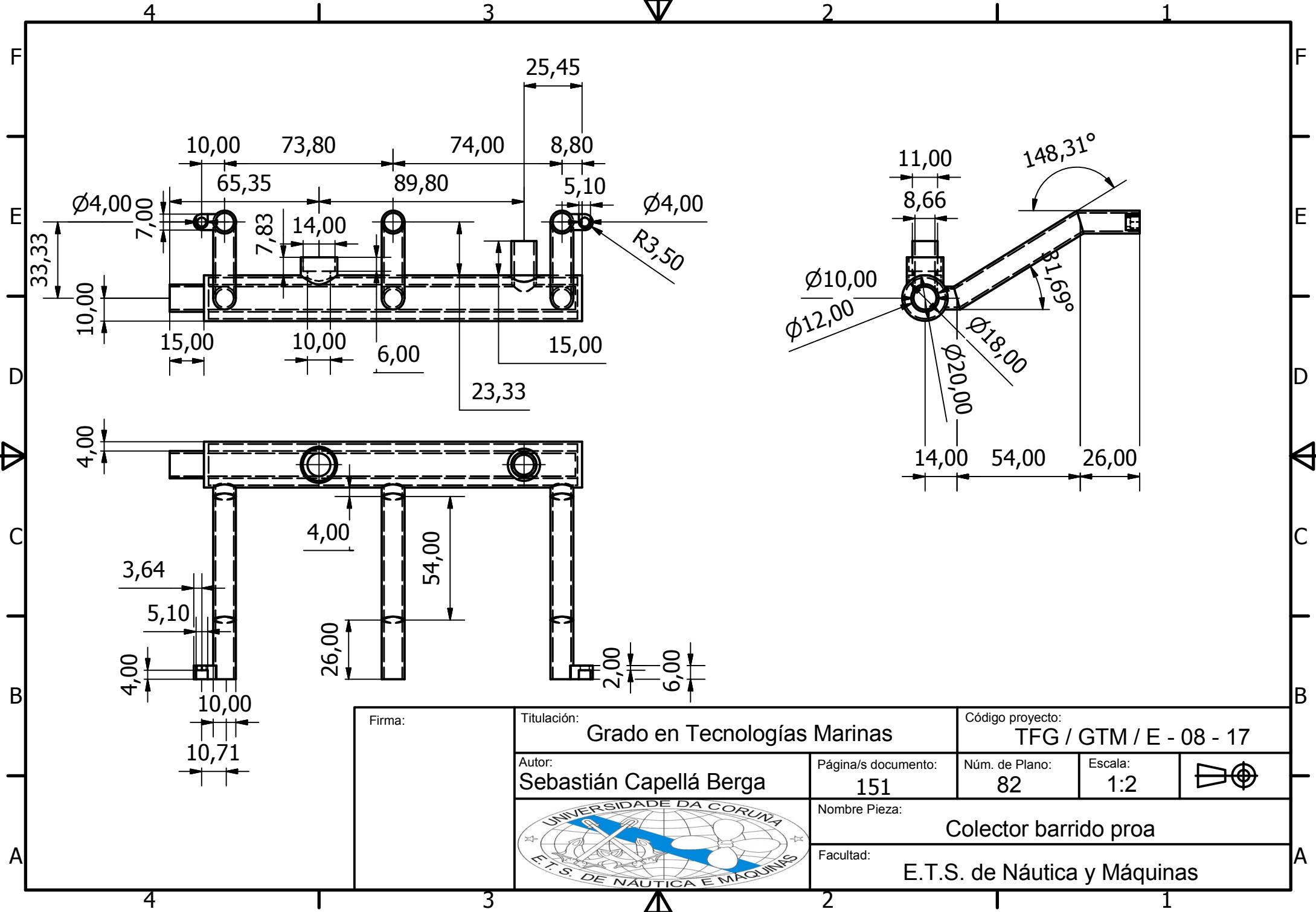


A-A (2 : 1)

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 151	Núm. de Plano: 81	Escala: 2:1	
			Nombre Pieza: Rodamiento turbocompresor		
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas					

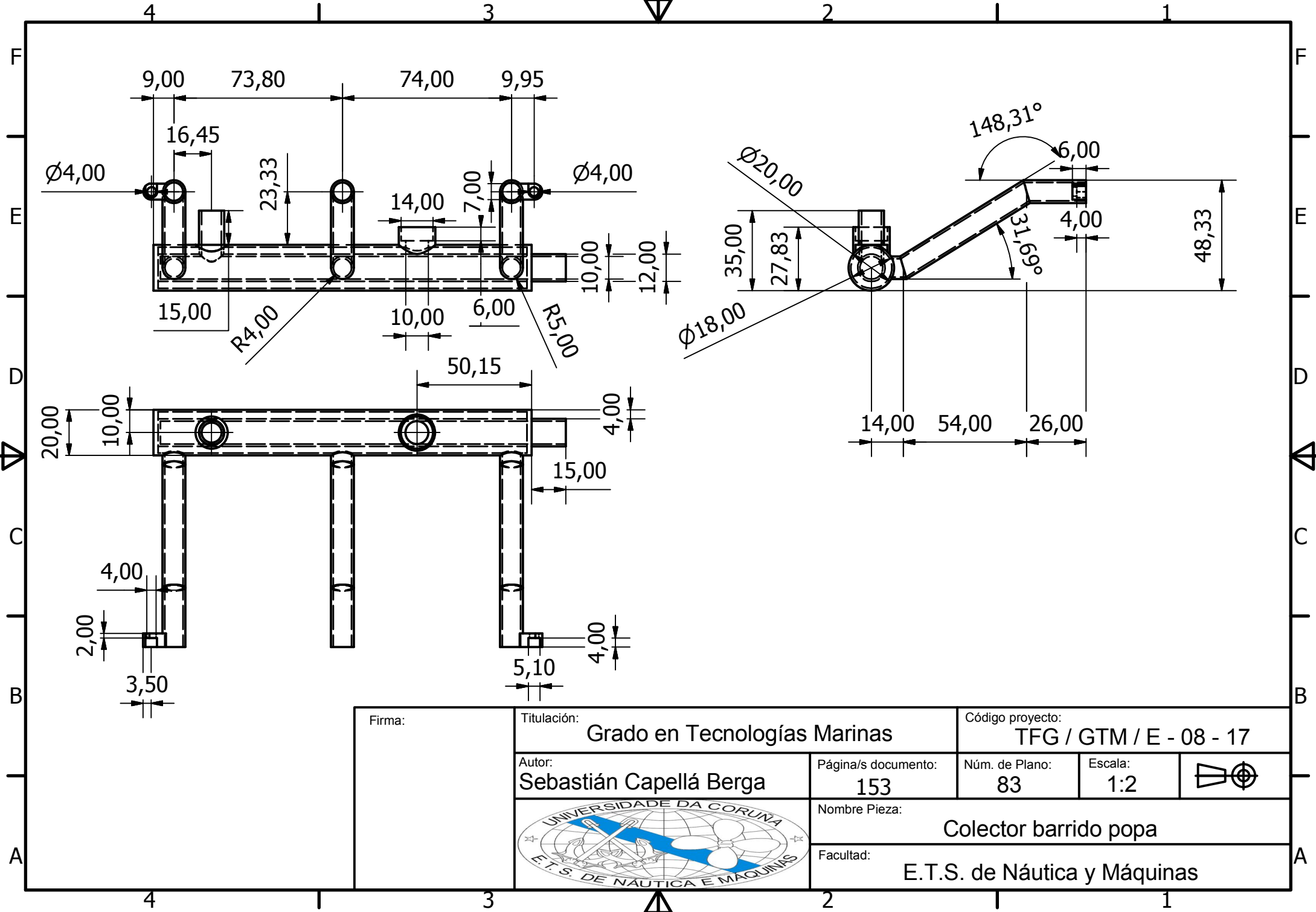


PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK


Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 151	Núm. de Plano: 82	Escala: 1:2	
	Nombre Pieza: Colector barrido proa				
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas					

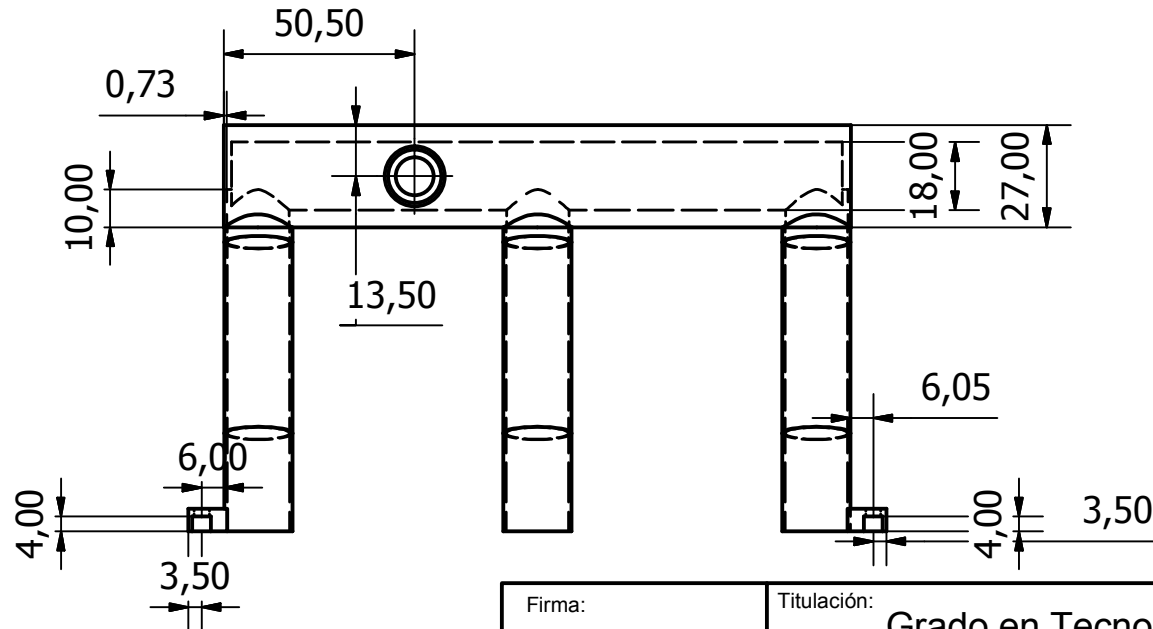
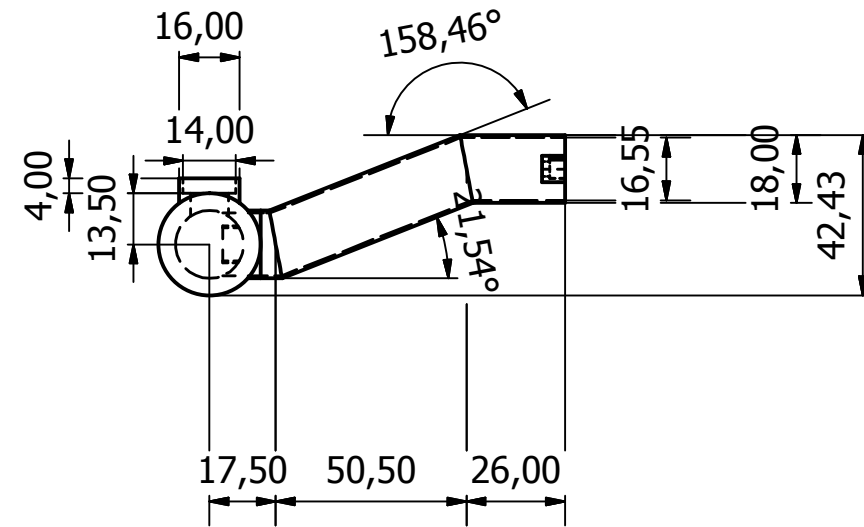
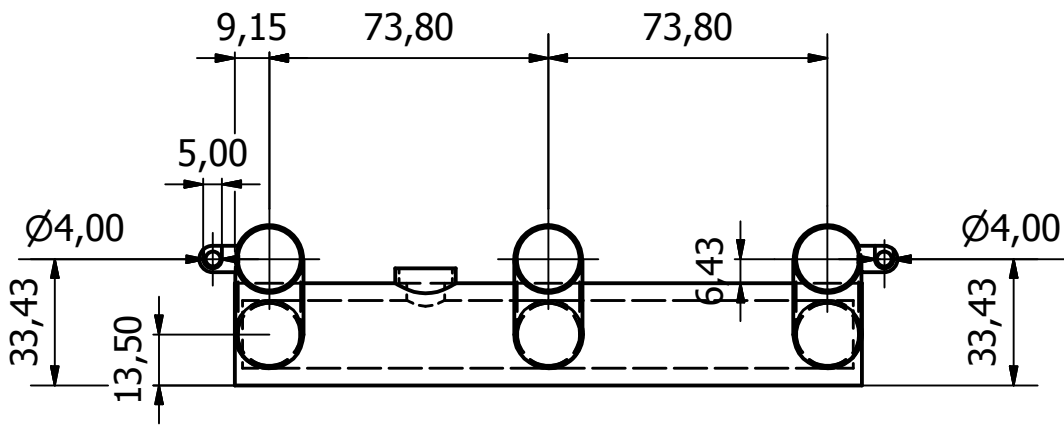





PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga		Página/s documento: 153	Núm. de Plano: 83	Escala: 1:2
					
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas					



Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga		Página/s documento: 154	Núm. de Plano: 84	Escala: 1:2
					
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas					

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

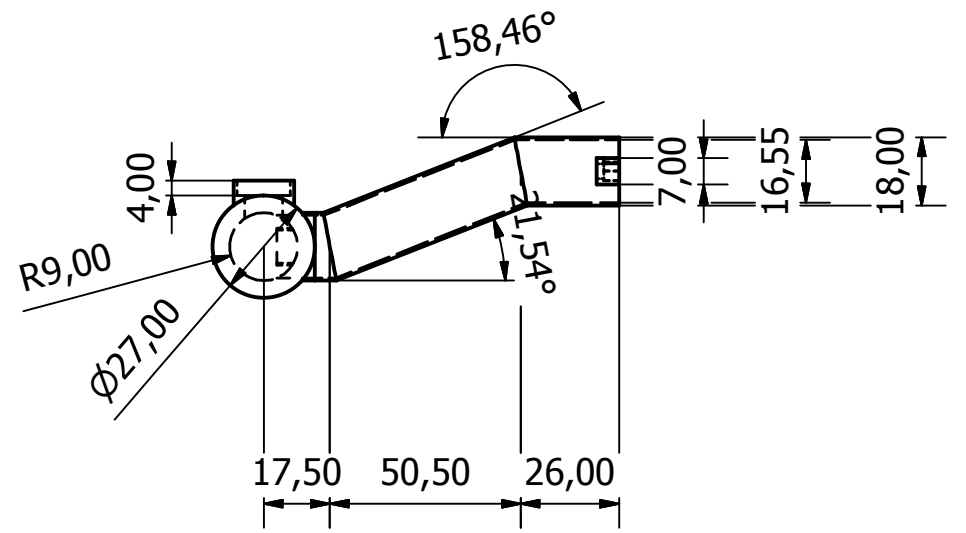
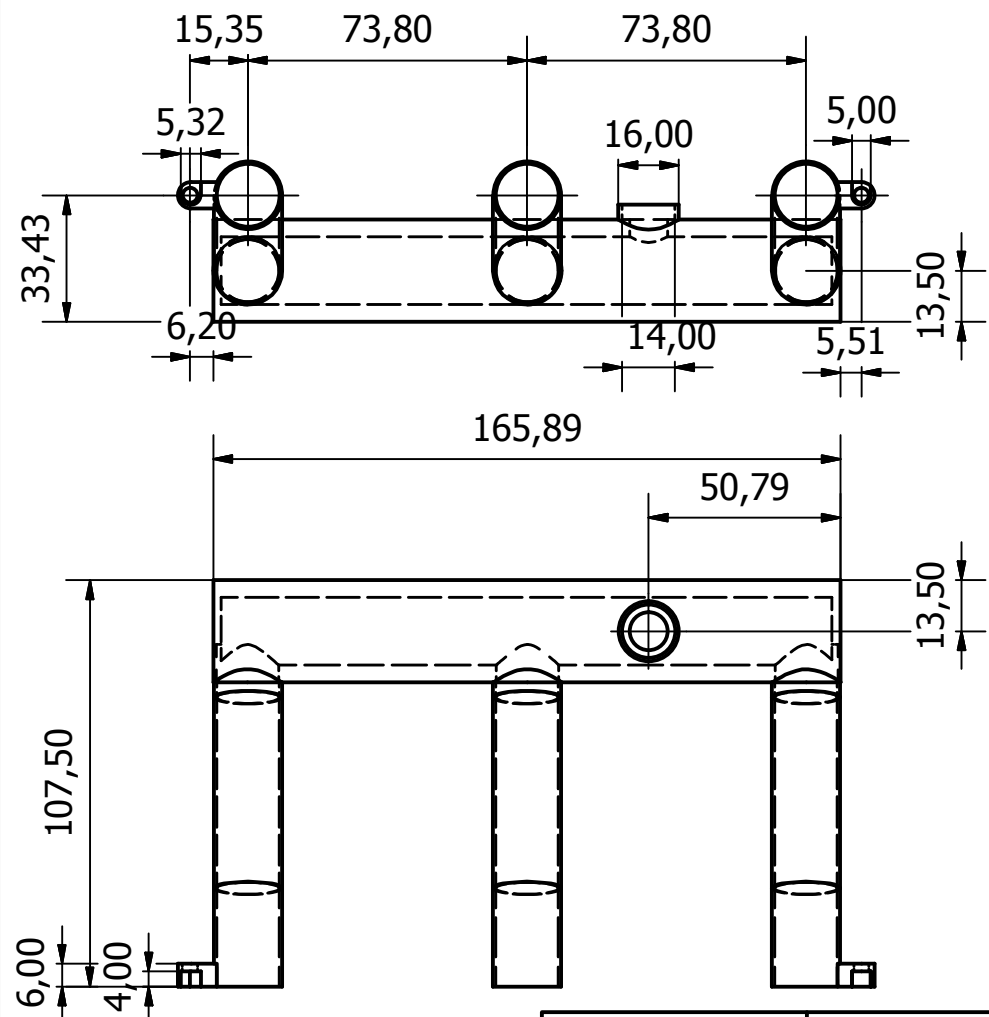
C


B

B

A

A



Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga		Página/s documento: 154	Núm. de Plano: 85	Escala: 1:2
					
	Nombre Pieza: Colector escape popa		Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas		

4

1

3

2

2

1

1

F

E

D

C

B

A

F

E

D

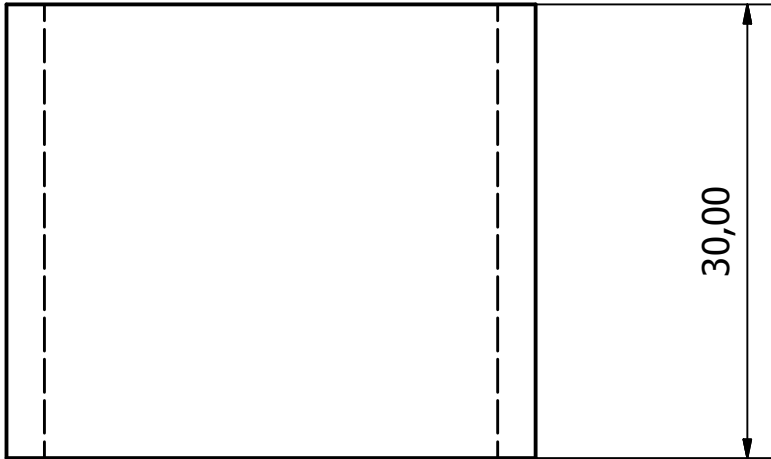
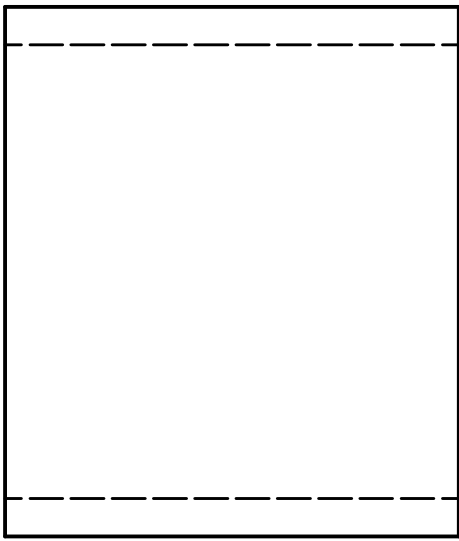
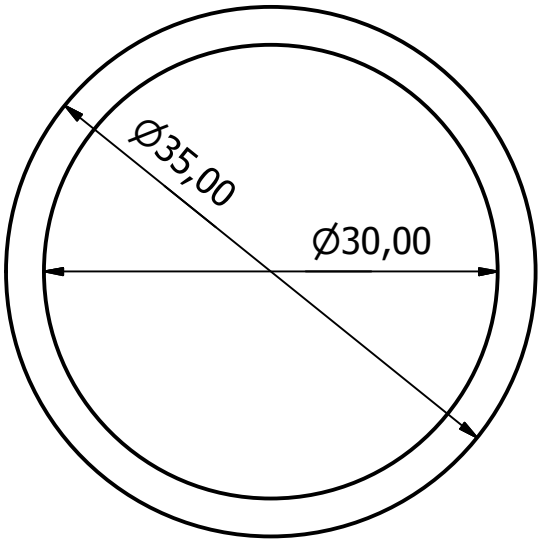
C



B

A

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK



Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 155	Núm. de Plano: 86	Escala: 2:1	
			Nombre Pieza: Conducto admisión		
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas					

4

1

3

2

2

1

1

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

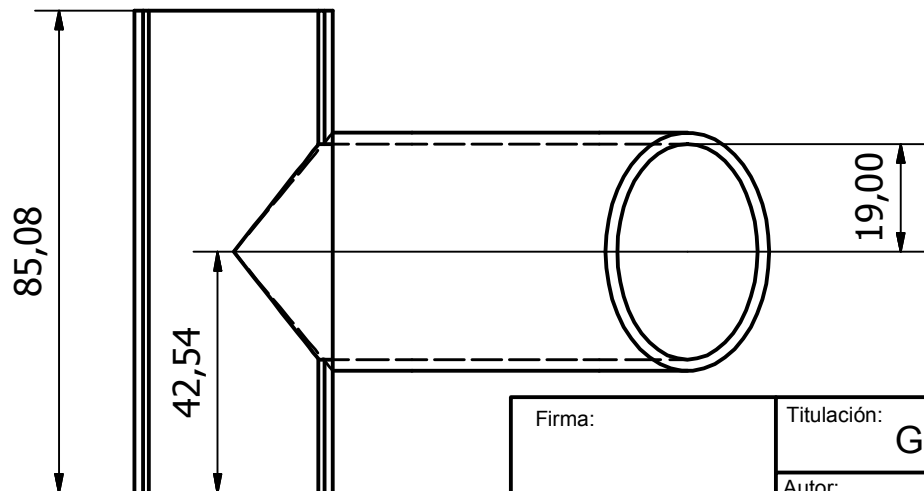
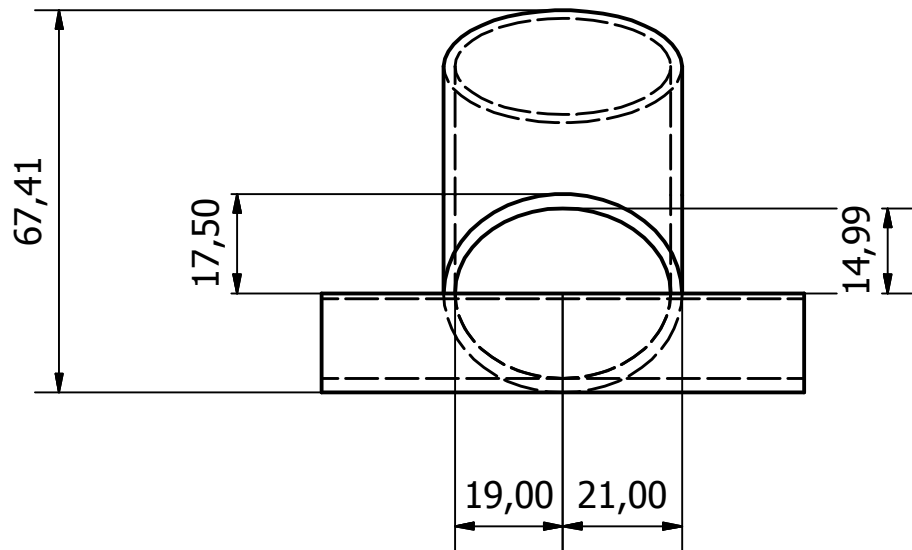
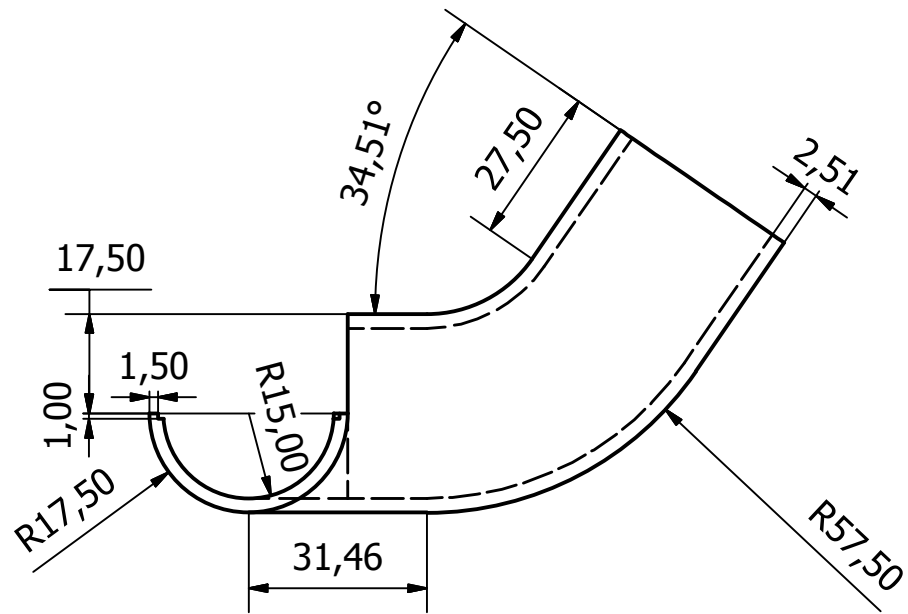
C

B

B

A

A



Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 155	Núm. de Plano: 87	Escala: 3:4	
	Nombre Pieza: Conducto escape inferior				
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas					



4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

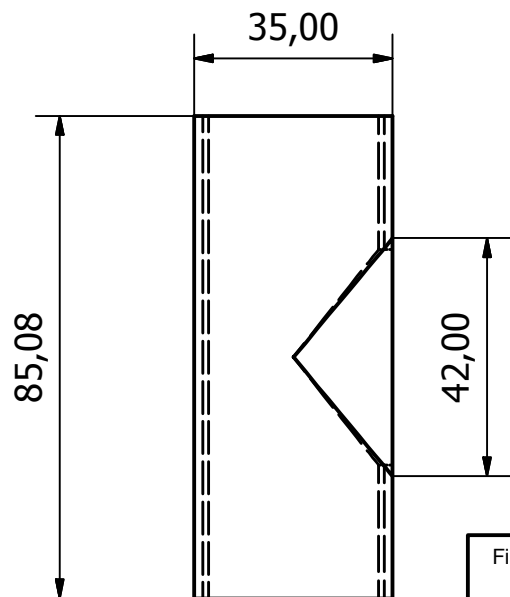
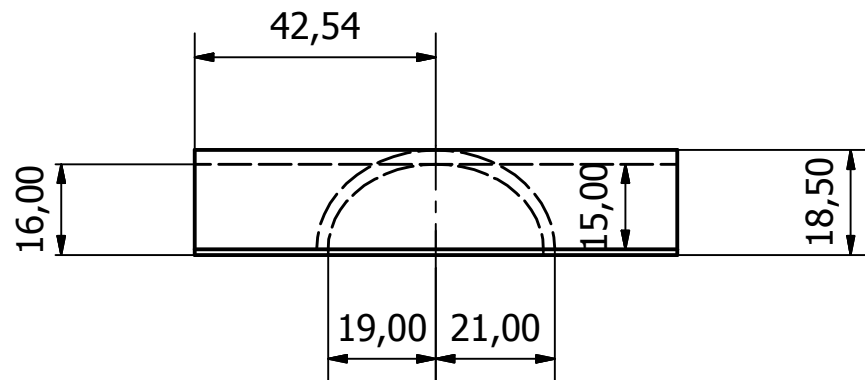
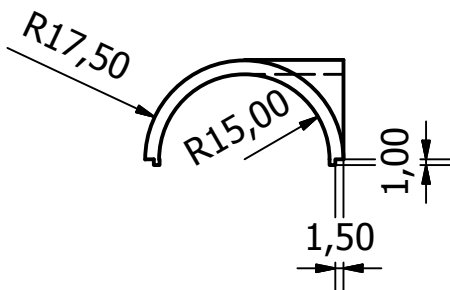
C

B

B

A

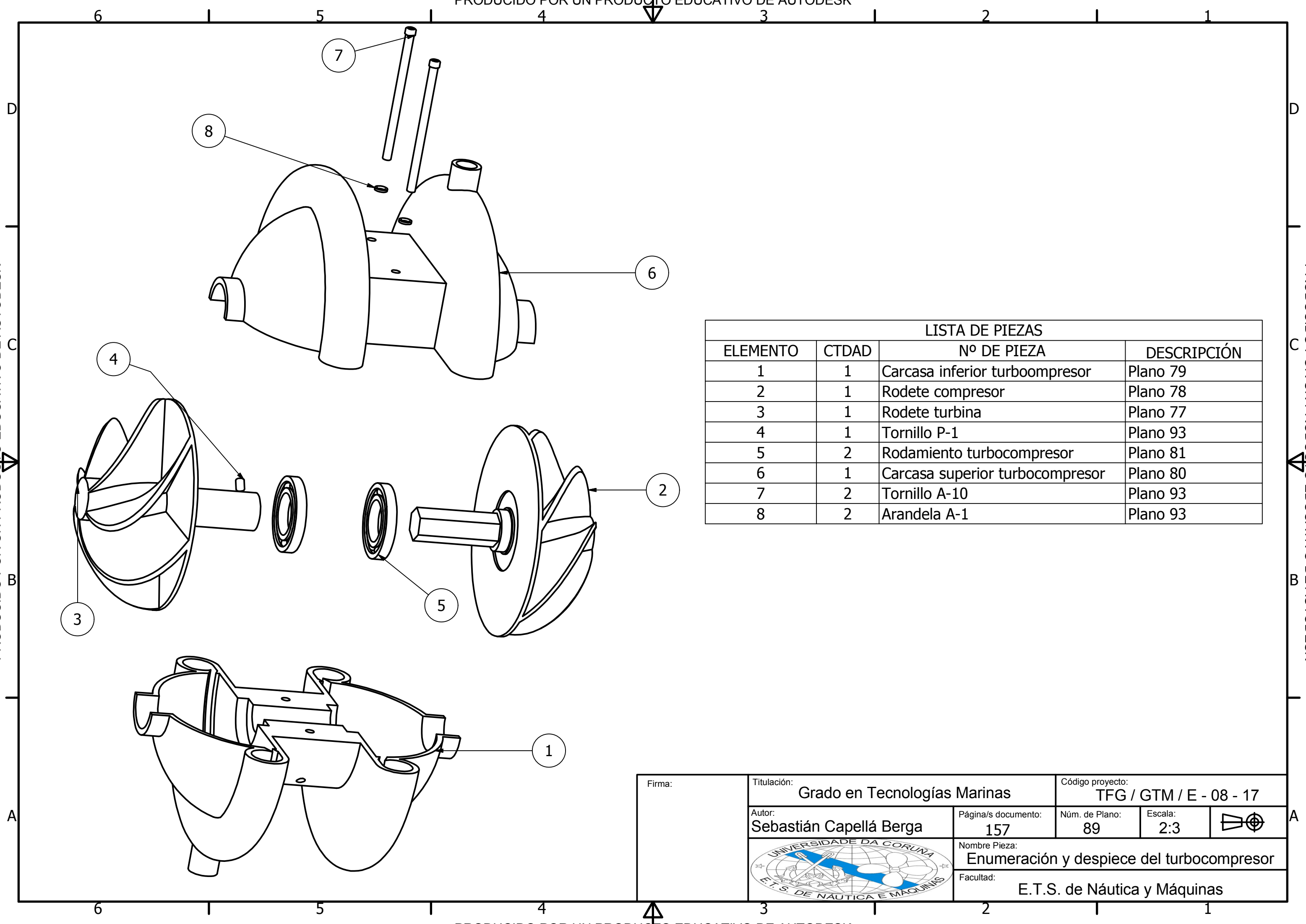
A




Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 156	Núm. de Plano: 88	Escala: 3:4	
			Nombre Pieza: Conducto escape superior		
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas					

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK



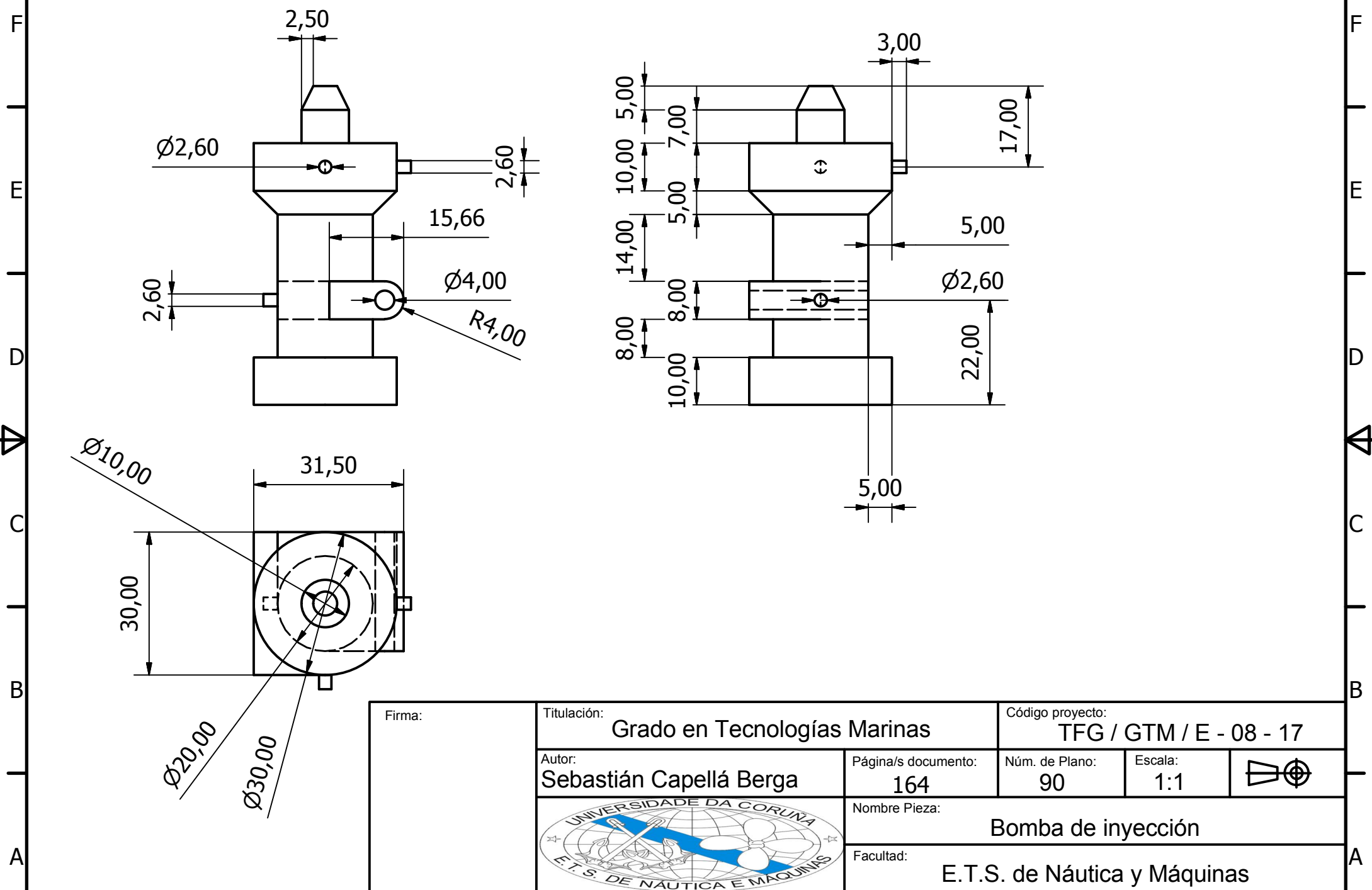
LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	Carcasa inferior turbocompresor	Plano 79
2	1	Rodete compresor	Plano 78
3	1	Rodete turbina	Plano 77
4	1	Tornillo P-1	Plano 93
5	2	Rodamiento turbocompresor	Plano 81
6	1	Carcasa superior turbocompresor	Plano 80
7	2	Tornillo A-10	Plano 93
8	2	Arandela A-1	Plano 93

Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga		Página/s documento: 157	Núm. de Plano: 89	Escala: 2:3
			Nombre Pieza: Enumeración y despiece del turbocompresor		
			Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas		

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

4 3 2 1




PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

F
E
D
C
B
A

F
E
D
C
B
A

Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17			
	Autor: Sebastián Capellá Berga		Página/s documento: 164	Núm. de Plano: 90	Escala: 1:1	
	Nombre Pieza: Bomba de inyección					
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas						



4 3 2 1

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

C

B

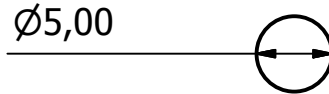
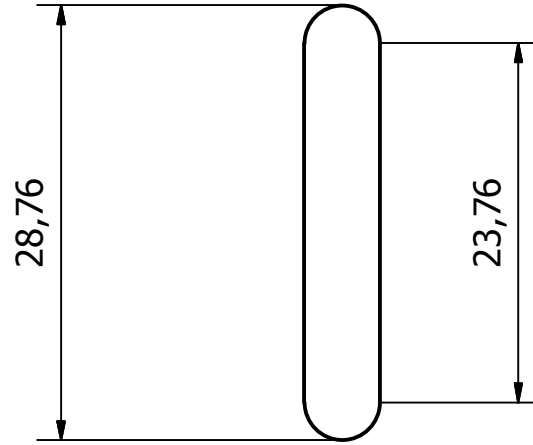
B

A

A

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

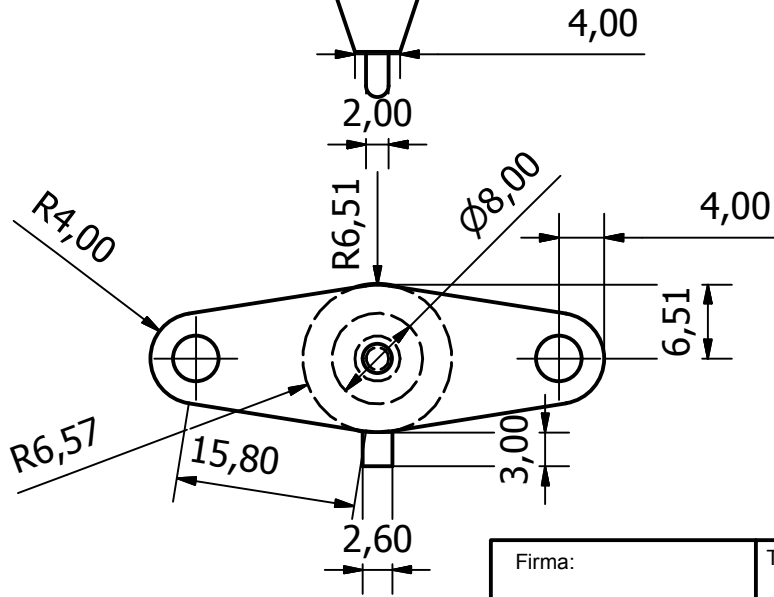
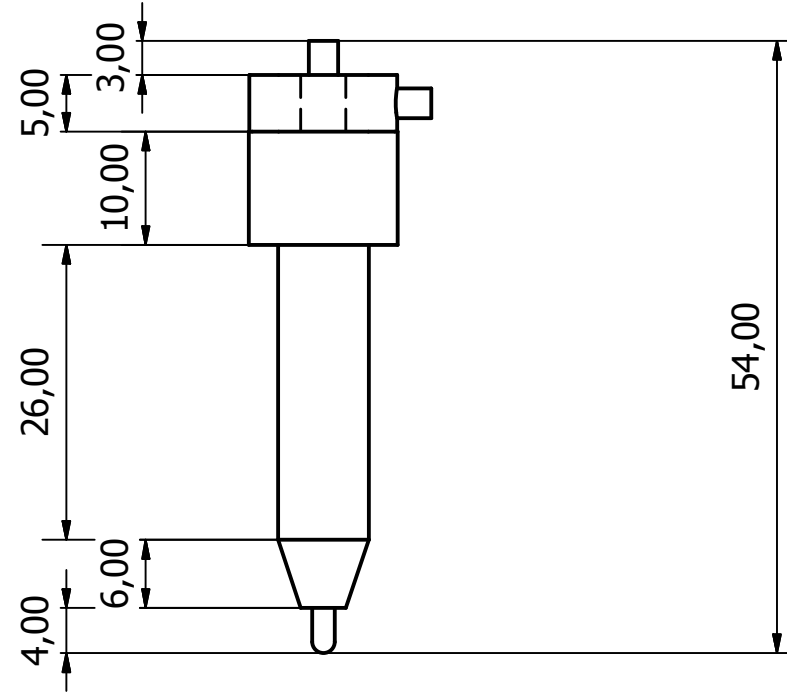
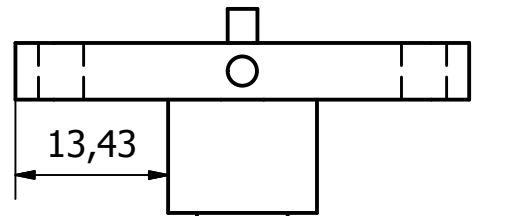
PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK



Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 165	Núm. de Plano: 91	Escala: 2:1	
			Nombre Pieza: Accionador bomba inyección		
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas					

4 3 2 1

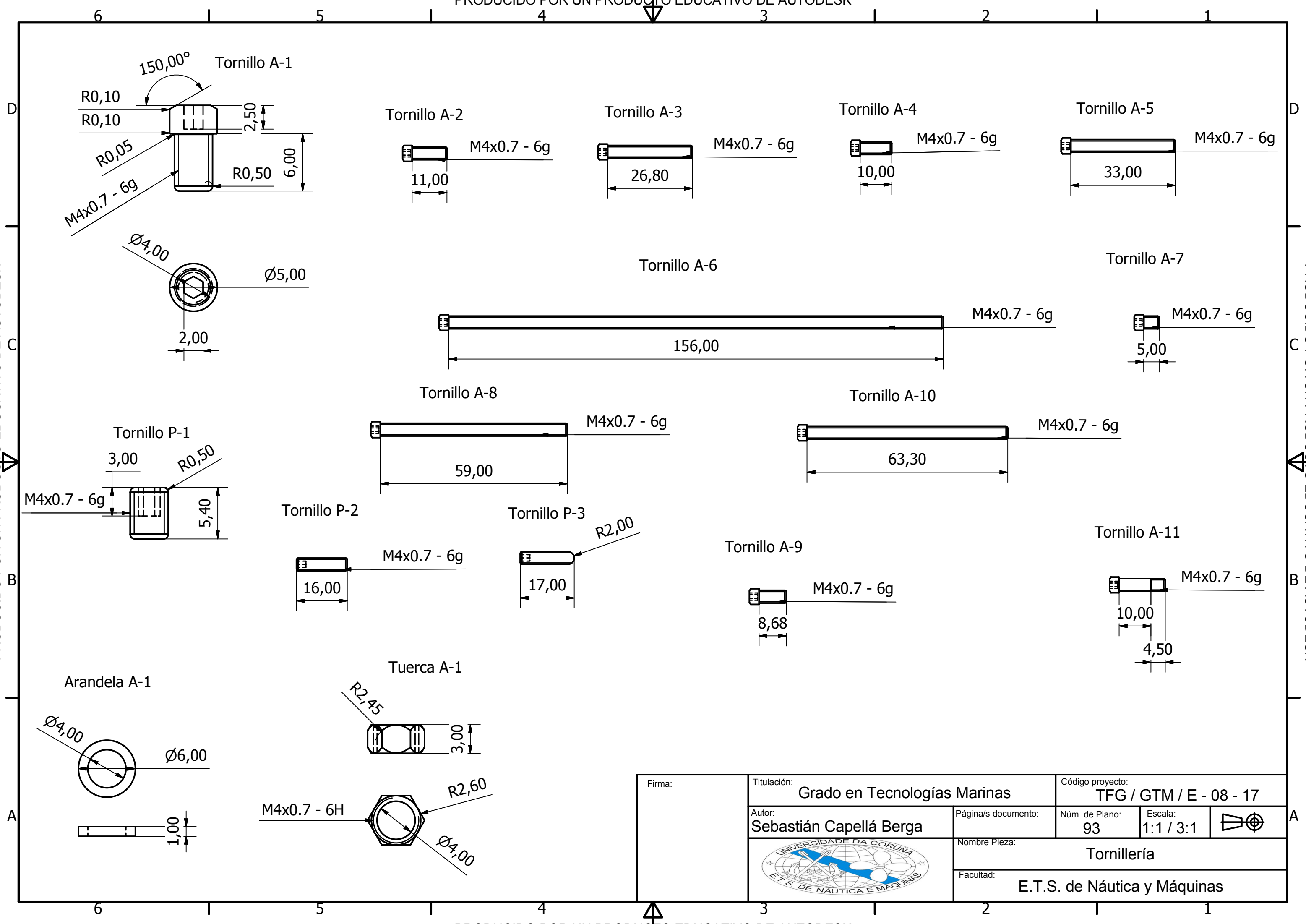
F
E
D
C
B
A




Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga	Página/s documento: 165	Núm. de Plano: 92	Escala: 3:2	
			Nombre Pieza: Inyector		
		Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas			

4 3 2 1

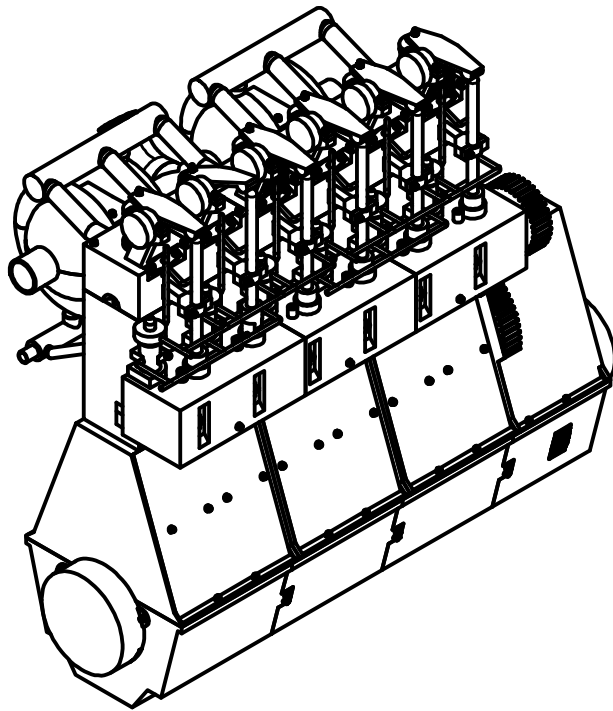
PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK



Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17		
	Autor: Sebastián Capellá Berga		Página/s documento:	Núm. de Plano: 93	Escala: 1:1 / 3:1
			Nombre Pieza: Tornillería		
			Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas		



PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK



DATOS GENERALES

Altura Max.	569,305 mm
Longitud	661,8mm
Anchura	341,917 mm
Carrera	122,67 mm
Diámetro cilindro	28 mm

Firma:	Titulación: Grado en Tecnologías Marinas		Código proyecto: TFG / GTM / E - 08 - 17			
	Autor: Sebastián Capellá Berga		Página/s documento: 94	Núm. de Plano: 94	Escala: 0,14:1	
			Nombre Pieza: Motor			
Facultad: E.T.S. de Náutica y Máquinas						

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK