



**Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza**

PROYECTO FIN DE CARRERA

Título del Proyecto

OPERACIÓN, DISEÑO Y MONTAJE DE UN SISTEMA DE FRENO PARA MOTOCICLETAS

ANEXO I

MODELADO DEL SISTEMA. PLANOS

AUTOR: Germán Casanova Sánchez

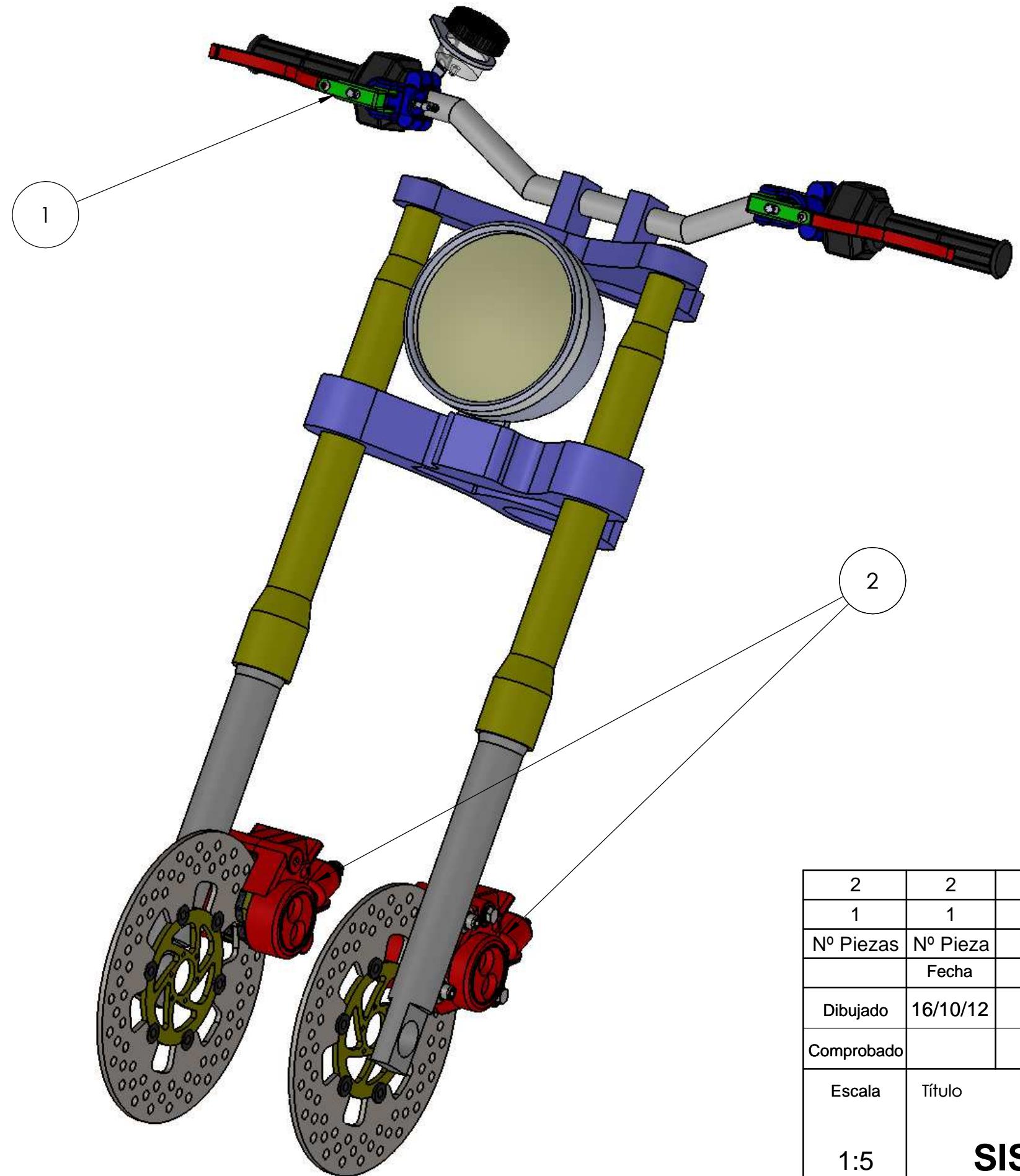
DIRECTOR: José Luis Santolaya Sáenz

TITULACIÓN: Ingeniería Técnica Industrial Mecánica

CONVOCATORIA: Diciembre 2012

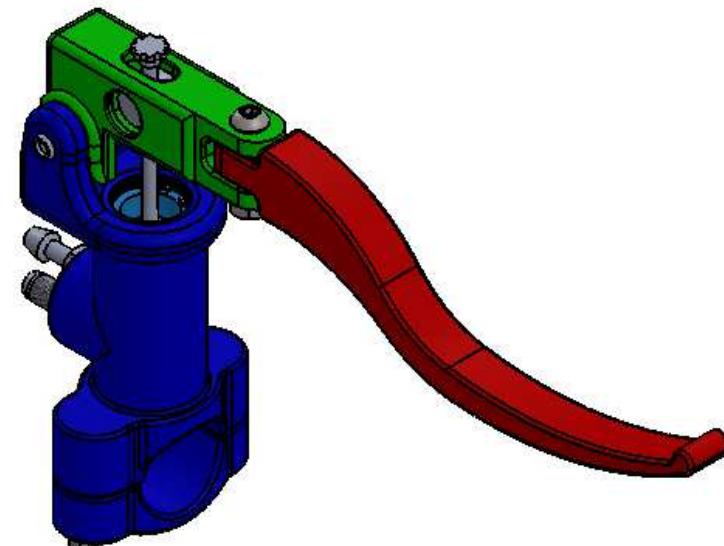
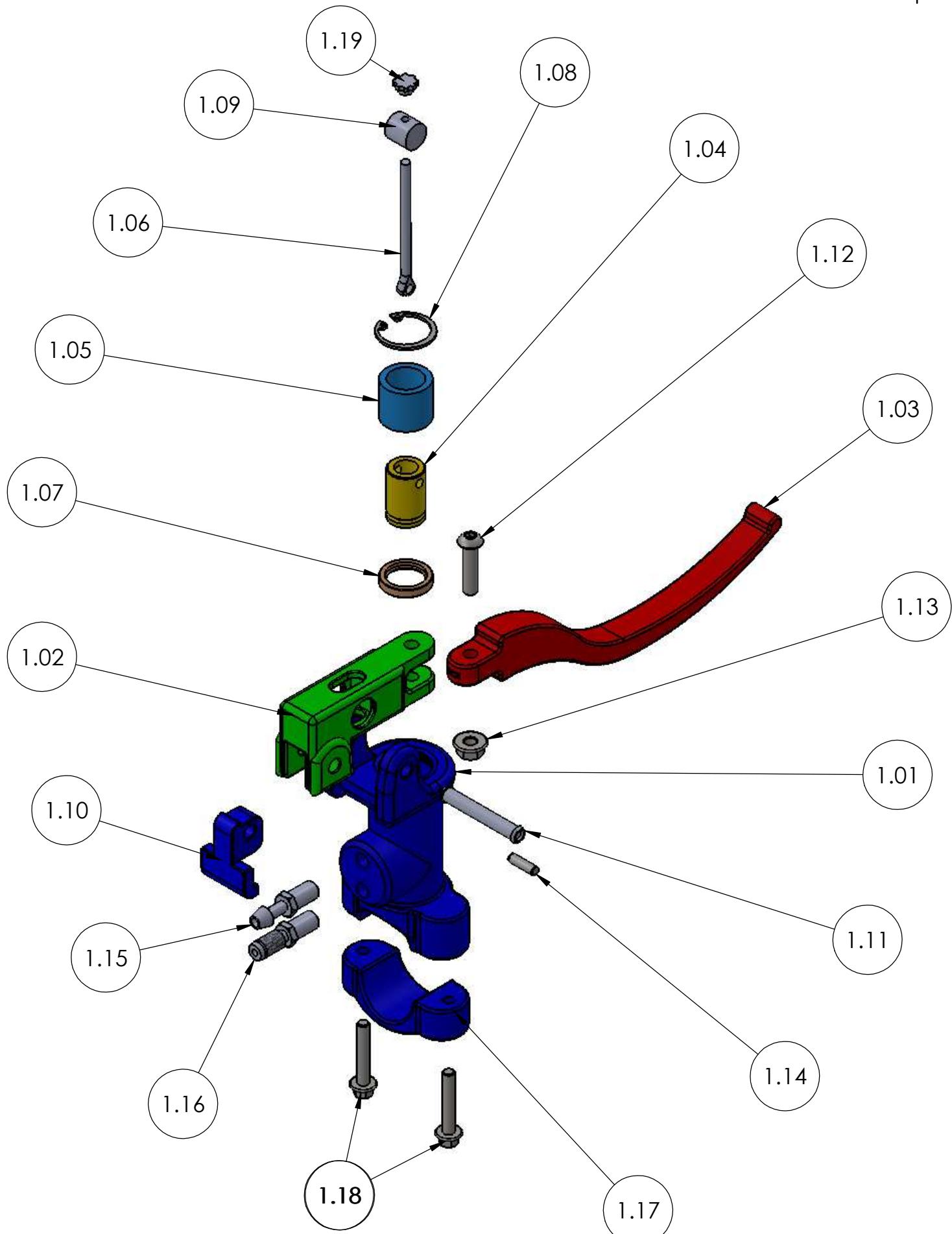
ÍNDICE

• SISTEMA DE FRENO.....	1
• SISTEMA DE ACCIONAMIENTO.....	2
• SISTEMA DE ACTUACIÓN.....	3
• CUERPO BOMBA FRENO.....	4
• BRAZO.....	5
• MANETA.....	6
• PISTÓN.....	7
• CILINDRO.....	8
• VÁSTAGO.....	9
• PASADOR VÁSTAGO.....	10
• PROTECTOR CUERPO.....	11
• BRIDA.....	12
• PINZA.....	13
• PISTÓN PINZA.....	14
• DISCO EXTERIOR.....	15
• DISCO INTERIOR.....	16



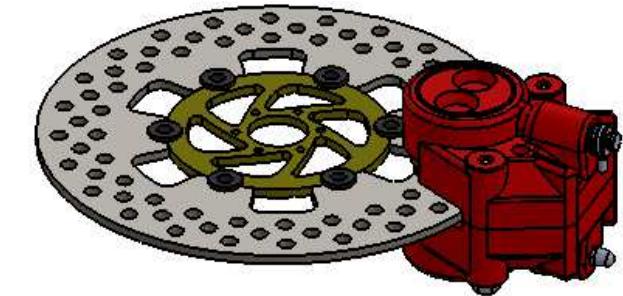
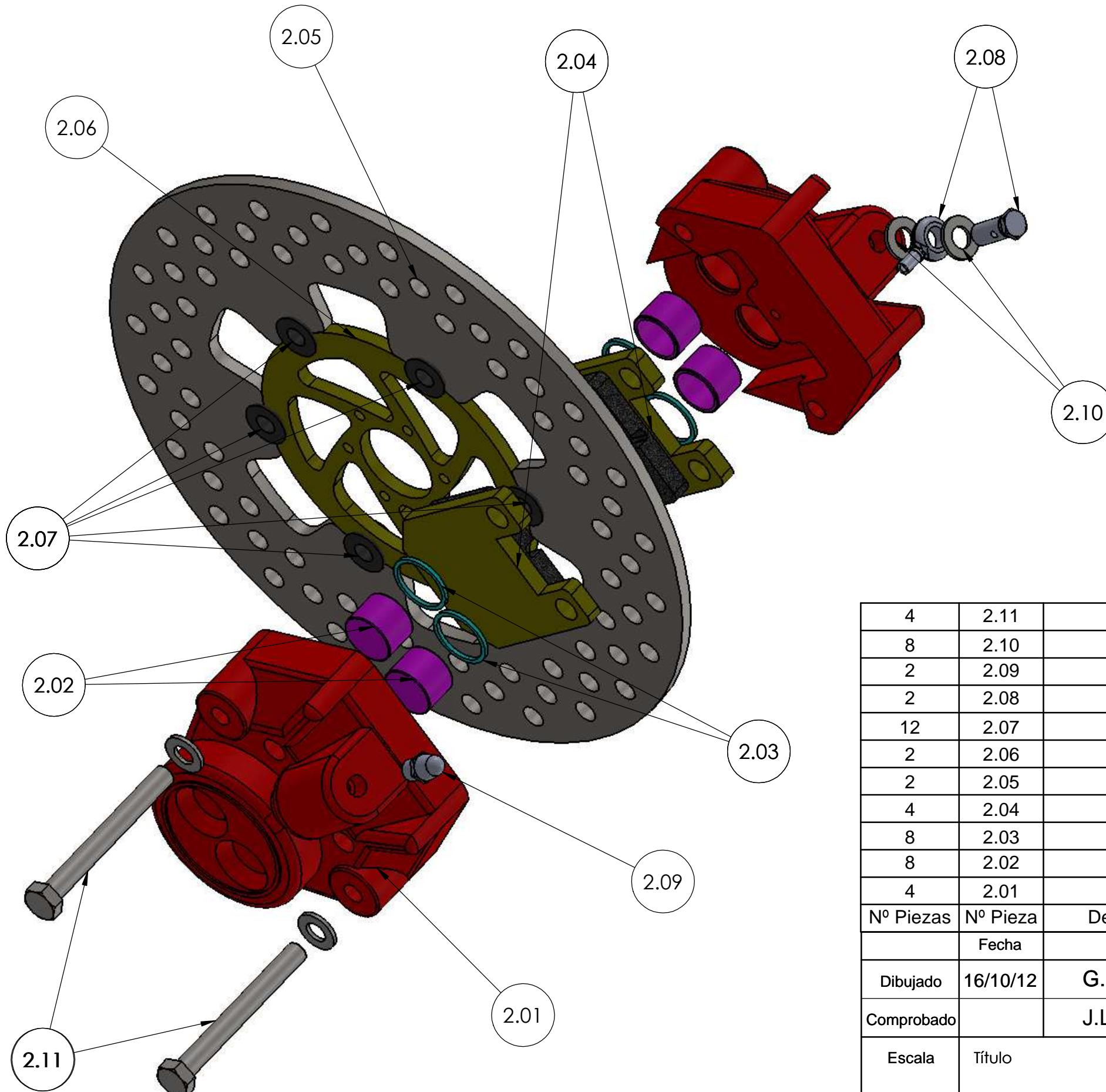
2	2	Sistema de actuación	AL-2014, F-1140 (Cromado), FG 25
1	1	Sistema de accionamiento	AL-2014, F-1140 (Cromado)
Nº Piezas	Nº Pieza	Designación y observaciones	Material y medidas
	Fecha	Nombre	Firma
Dibujado	16/10/12	G. Casanova	
Comprobado		J.L. Santolaya	
Escala	Título		Tolerancias no indicadas según Norma UNE-EN 22768-m
1:5	SISTEMA DE FRENO		Plano 1
			Especialidad Mecánica

Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza



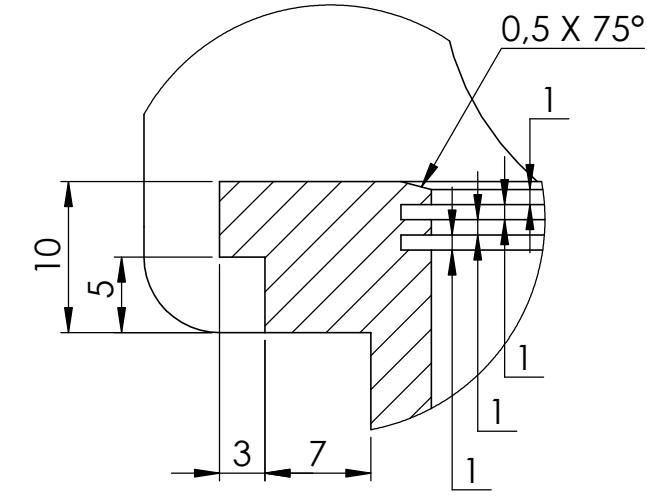
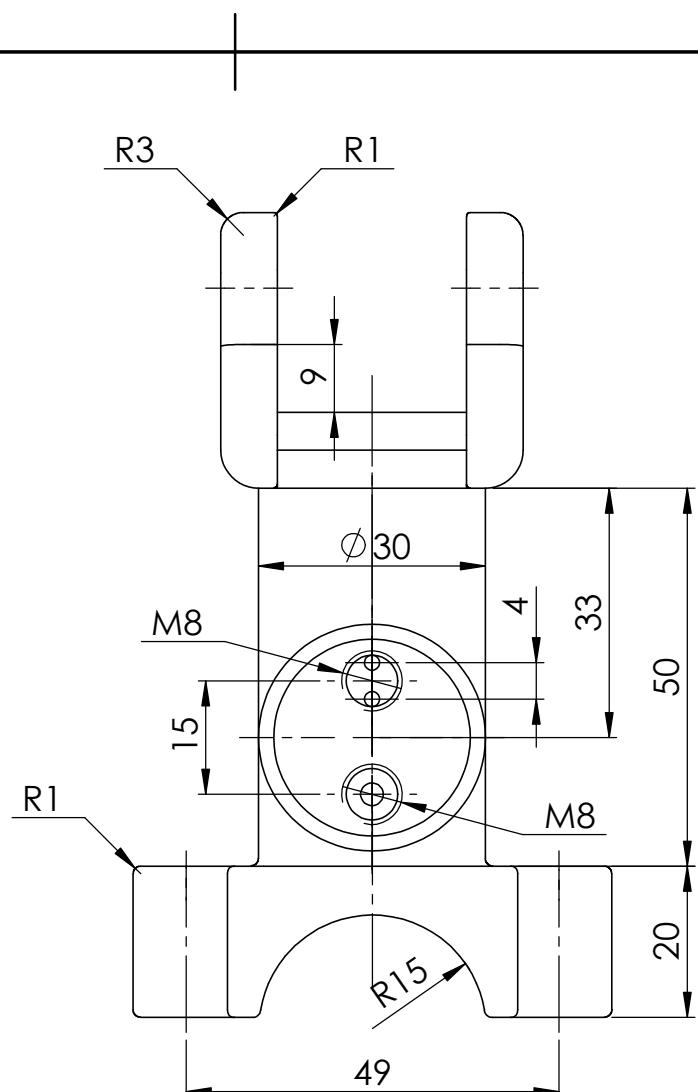
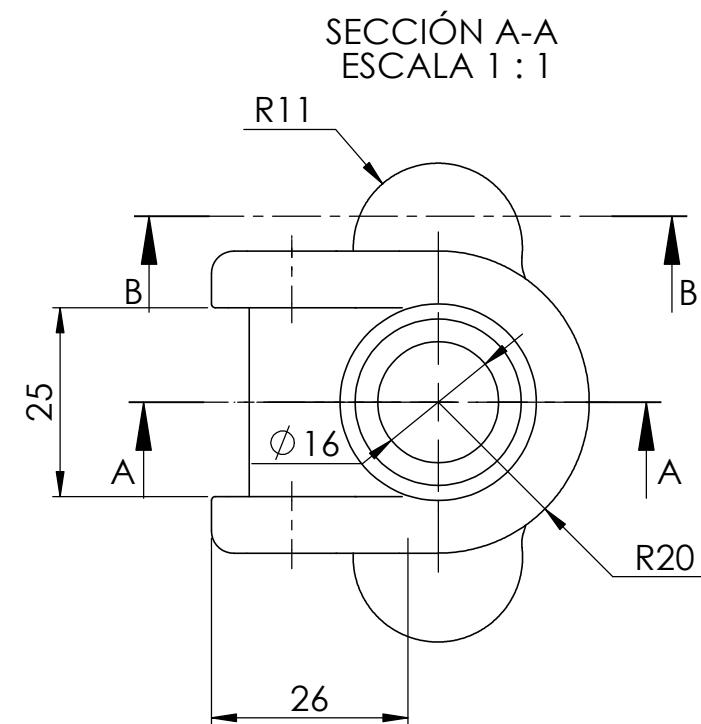
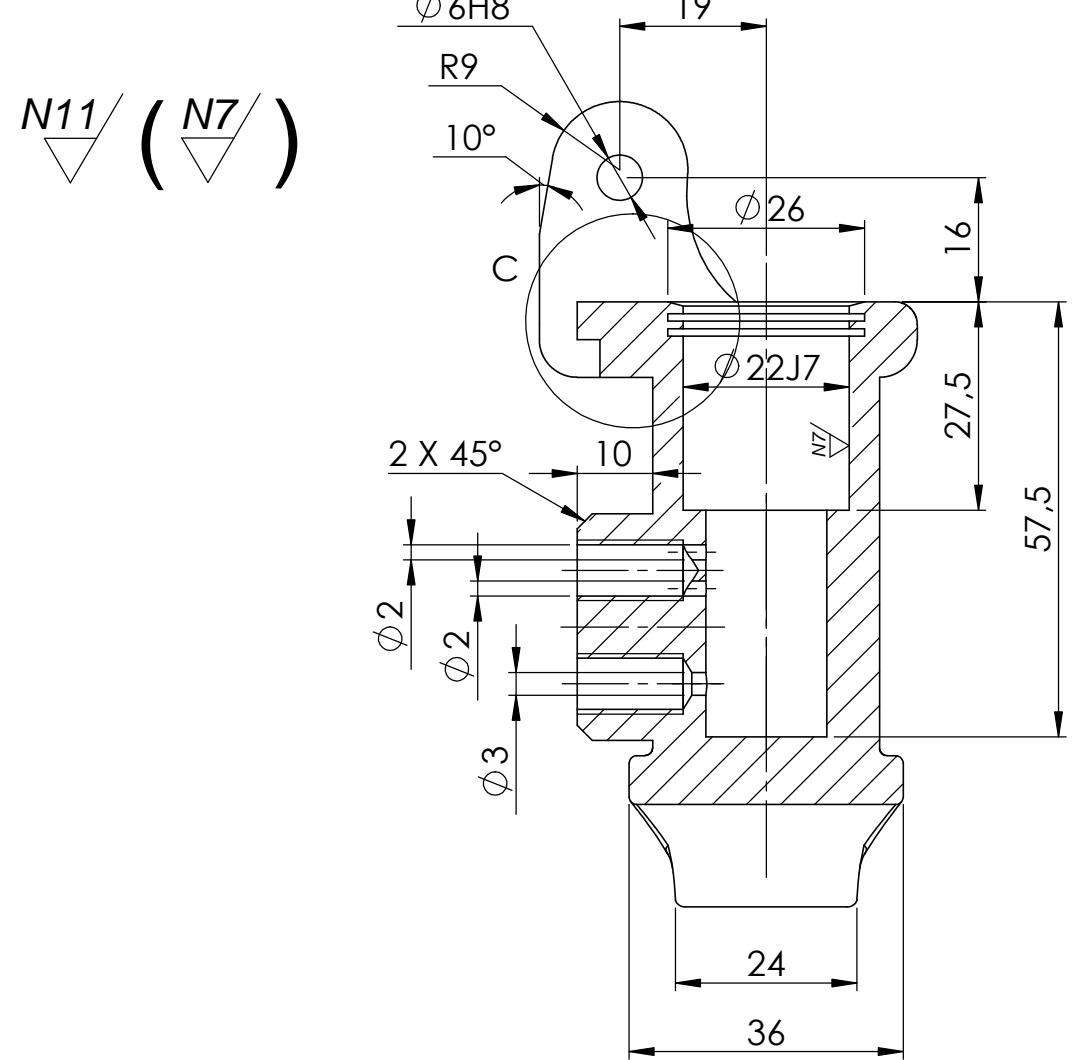
Nº Piezas	Nº Pieza	Designación y observaciones	Material y medidas
			Firma
Dibujado	16/10/12	G. Casanova	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Comprobado		J.L. Santolaya	
Escala	Título		Tolerancias no indicadas según Norma UNE-EN 22768-m
1:2			Plano 2
			Especialidad Mecánica

SISTEMA DE ACCIONAMIENTO

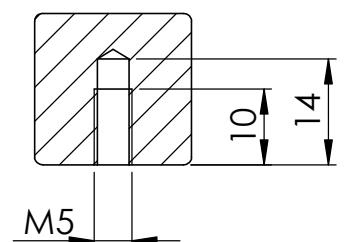


Nº Piezas	Nº Pieza	Designación y observaciones	Material y medidas
4	2.11	Tornillo hexagonal	ISO 4015 M10x90
8	2.10	Arandela achaflanada	ISO 7089 M10
2	2.09	Purgador	AISI 316
2	2.08	Racor pinza	AISI 316
12	2.07	Remache	DIN 124 ϕ 10
2	2.06	Disco interior	FG 25
2	2.05	Disco exterior	FG 25
4	2.04	Pastilla	POLINI GP DB2870
8	2.03	Anillo elástico interno	UNE 26074 ϕ 25
8	2.02	Pistón pinza	F-1140 (Cromado)
4	2.01	Pinza	AL-2014
		Fecha	Nombre
Dibujado	16/10/12	G. Casanova	Firma
Comprobado		J.L. Santolaya	
Escala	Título		
1:2	SISTEMA DE ACTUACIÓN		
	Tolerancias no indicadas según Norma UNE-EN 22768-m		
	Plano 3		
	Especialidad Mecánica		

 Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza



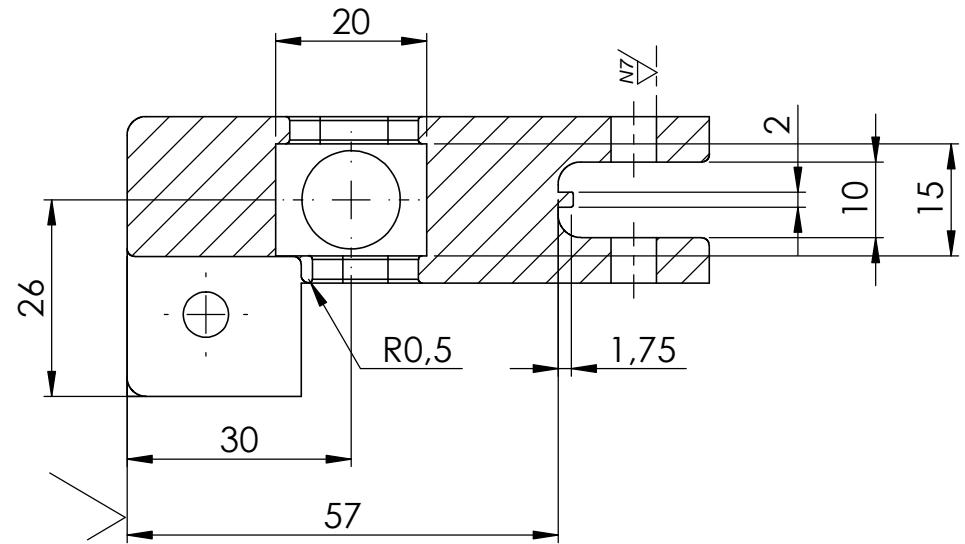
NOTA: Redondeo aristas radio 5 mm.



SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 1

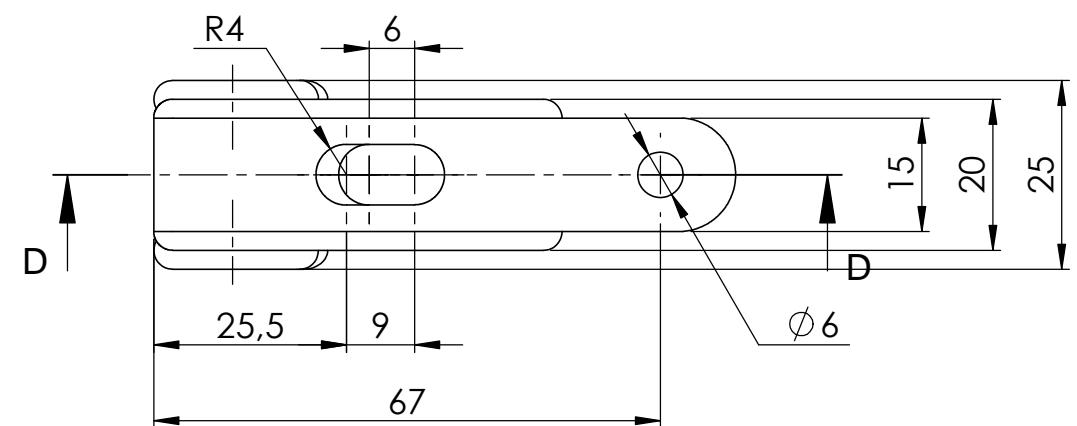
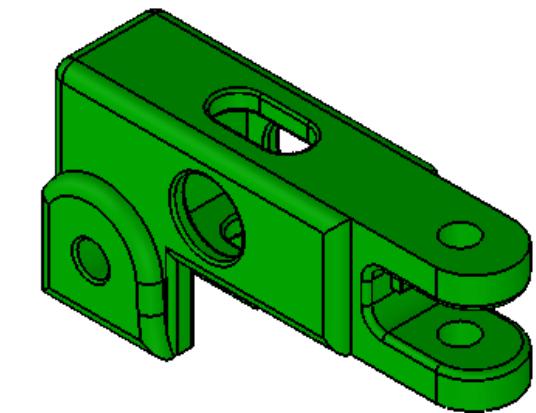
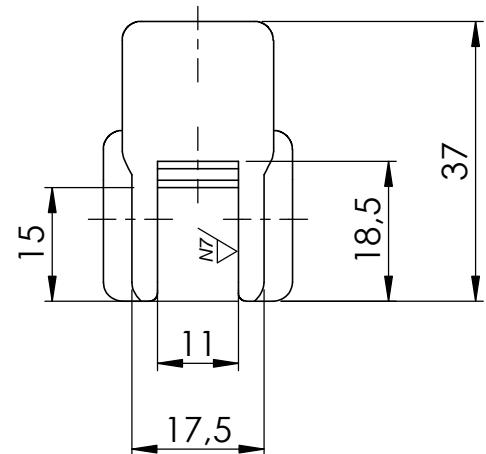
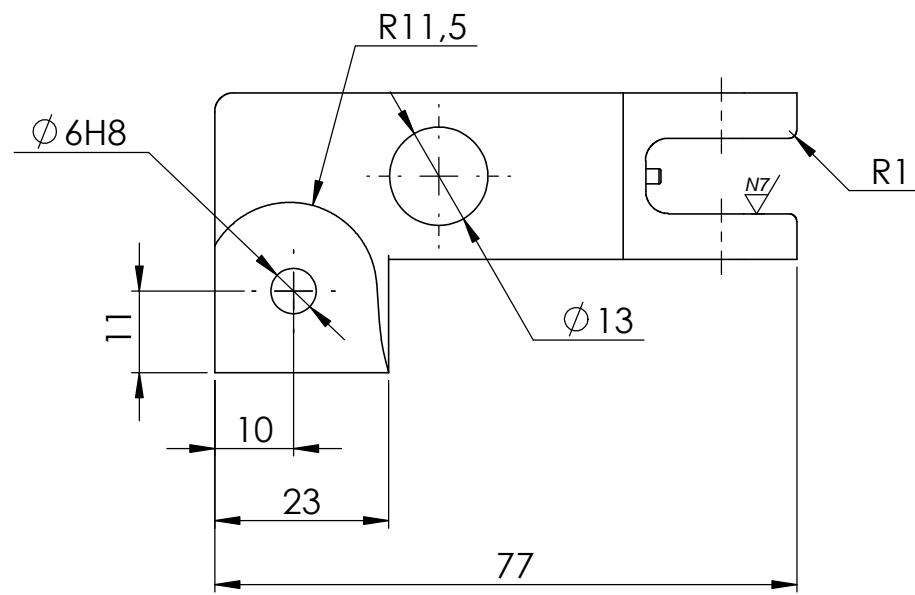
1	1.01	Cuerpo bomba freno	AL-2014
Nº Piezas	Nº Pieza	Designación y observaciones	Material y medidas
	Fecha	Nombre	Firma
Dibujado	16/10/12	G. Casanova	
Comprobado		J.L. Santolaya	
Escala	Título		Tolerancias no indicadas según Norma UNE-EN 22768-m
1:1			Plano 4
			Especialidad Mecánica

CUERPO BOMBA FRENO



N11 / (N7 /)

SECCIÓN D-D



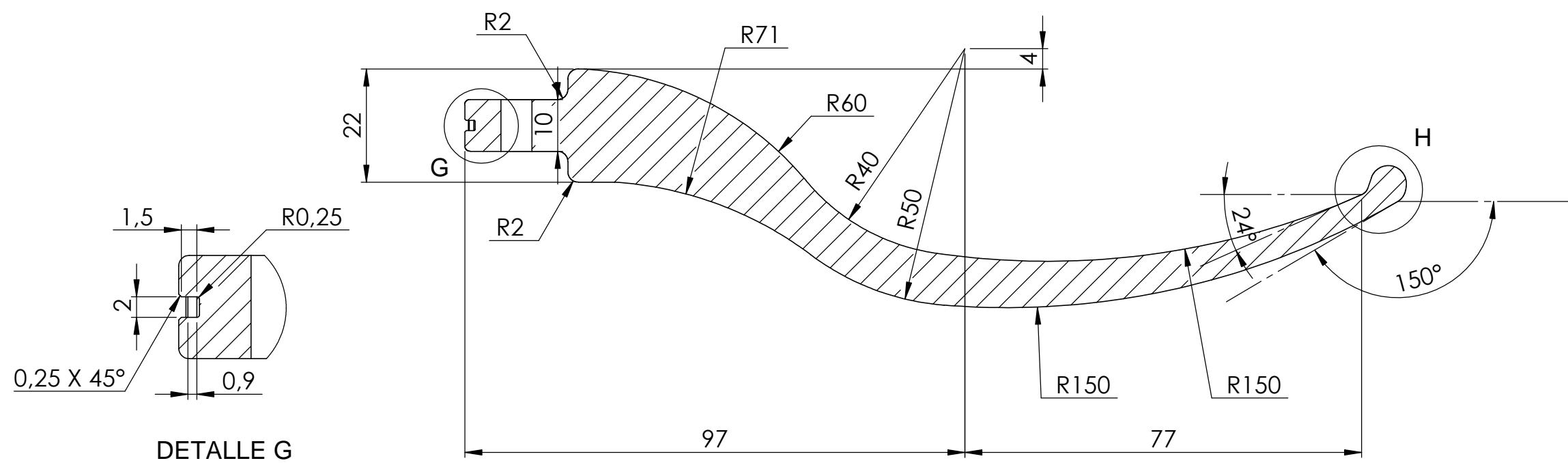
NOTA: Redondeo aristas radio 2,5 mm.

1	1.02	Brazo	AL-2014
Nº Piezas	Nº Pieza	Designación y observaciones	Material y medidas
	Fecha	Nombre	Firma
Dibujado	16/10/12	G. Casanova	
Comprobado		J.L. Santolaya	
Escala	Título	Tolerancias no indicadas según Norma UNE-EN 22768-m	
1:1	BRAZO		Plano 5
			Especialidad Mecánica

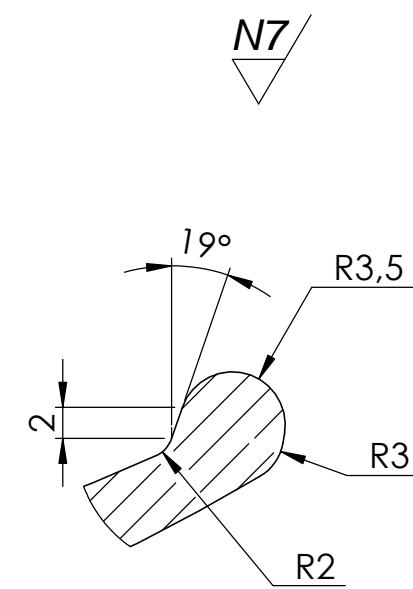
Tolerancias no indicadas
según Norma UNE-EN 22768-m

Plano 5

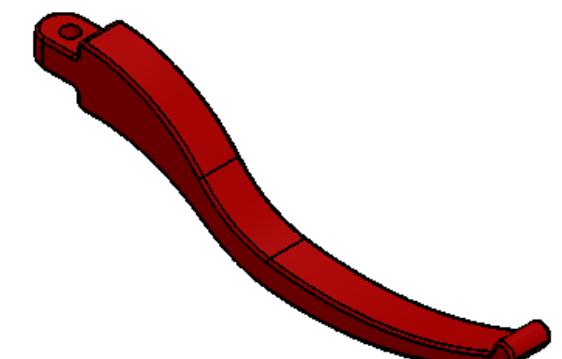
Especialidad Mecánica



SECCIÓN F-F



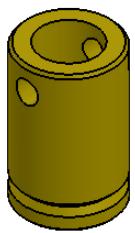
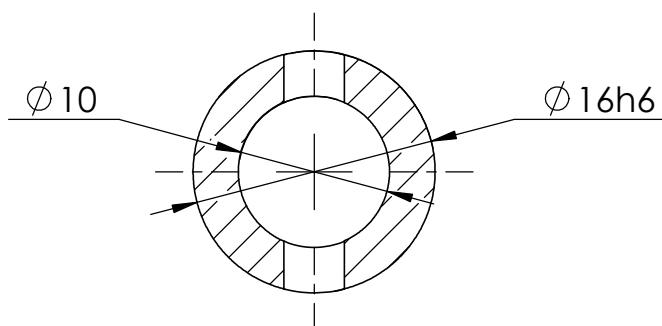
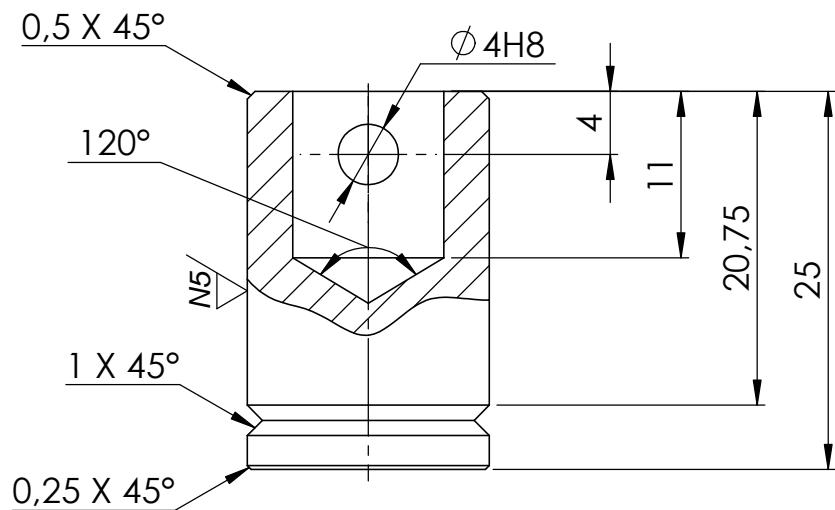
DETALLE H
ESCALA 2 : 1



NOTA: Redondeo aristas radio 1 mm.

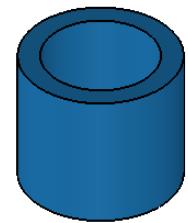
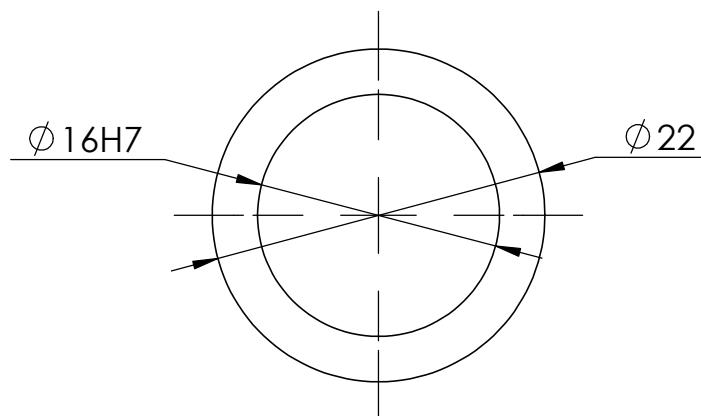
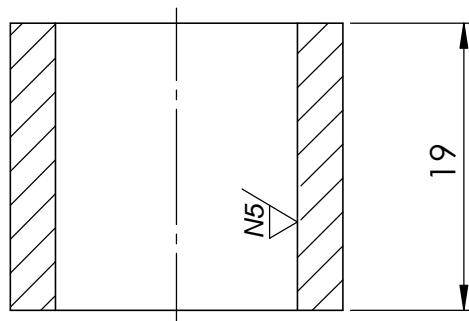
1	1.03	Maneta		AL-2014
Nº Piezas	Nº Pieza	Designación y observaciones		Material y medidas
Dibujado	Fecha	Nombre	Firma	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Comprobado		J.L. Santolaya		
Escala	Título		Tolerancias no indicadas según Norma UNE-EN 22768-m	
1:1	MANETA		Plano	6
			Especialidad	Mecánica

N9 / (N5 /)

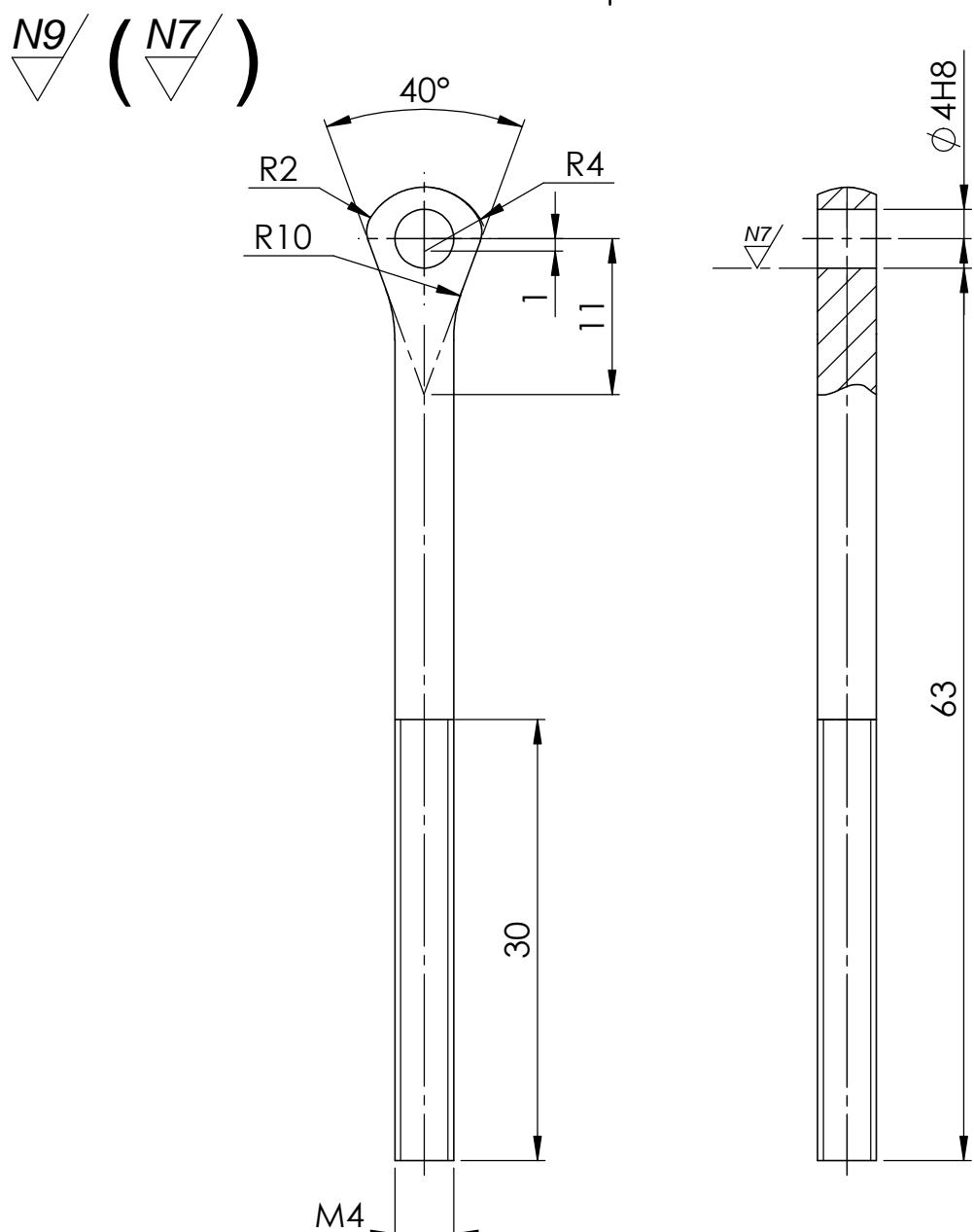


1	1.04	Pistón		F-1140 (Cromado)
Nº Piezas	Nº Pieza	Designación y observaciones		Material y medidas
	Fecha	Nombre	Firma	
Dibujado	16/10/12	G. Casanova		 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Comprobado		J.L. Santolaya		
Escala	Título			Tolerancias no indicadas según Norma UNE-EN 22768-m
2:1	PISTÓN			Plano 7
				Especialidad Mecánica

N7/ (N5/)

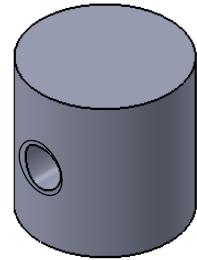
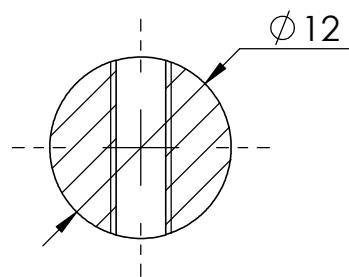
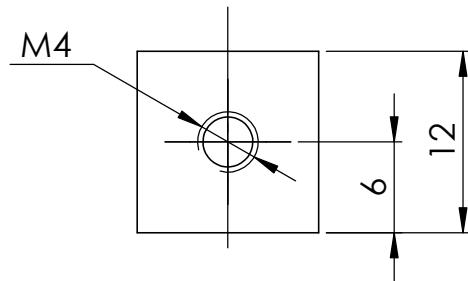


1	1.05	Cilindro		F-1140 (Cromado)	
Nº Piezas	Nº Pieza	Designación y observaciones		Material y medidas	
	Fecha	Nombre	Firma	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	
Dibujado	16/10/12	G. Casanova			
Comprobado		J.L. Santolaya			
Escala	Título		Tolerancias no indicadas según Norma UNE-EN 22768-m		
2:1	CILINDRO		Plano 8		
			Especialidad Mecánica		



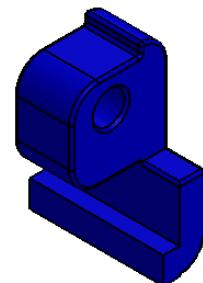
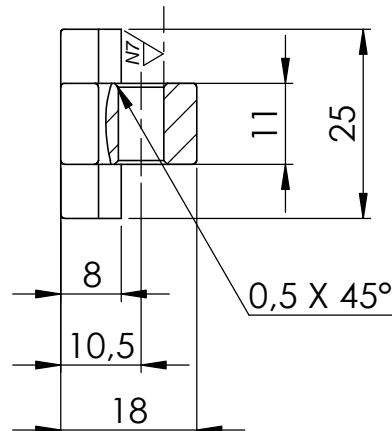
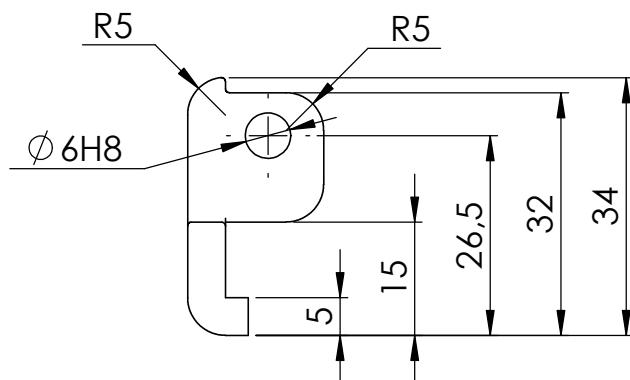
1	1.06	Vástago		F-1140 (Cromado)	
Nº Piezas	Nº Pieza	Designación y observaciones		Material y medidas	
Dibujado	Fecha	Nombre	Firma	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	
Comprobado		G. Casanova			
Escala	Título			Tolerancias no indicadas según Norma UNE-EN 22768-m	
2:1	VÁSTAGO			Plano 9	
				Especialidad Mecánica	

N9



1	1.09	Pasador vástago		F-1140 (Cromado)
Nº Piezas	Nº Pieza	Designación y observaciones		Material y medidas
	Fecha	Nombre	Firma	
Dibujado	16/10/12	G. Casanova		 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Comprobado		J.L. Santolaya		
Escala	Título			Tolerancias no indicadas según Norma UNE-EN 22768-m
2:1	PASADOR VÁSTAGO		Plano	10
			Especialidad	Mecánica
Licencia educacional de SolidWorks Sólo para uso académico				

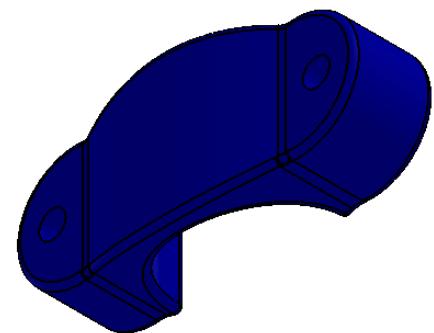
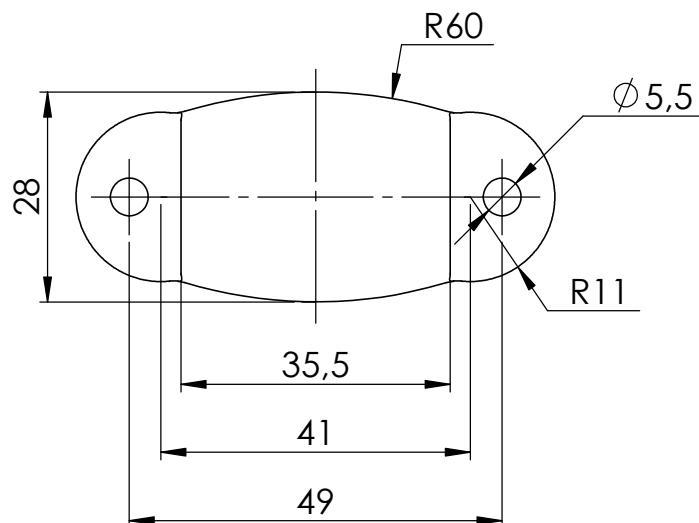
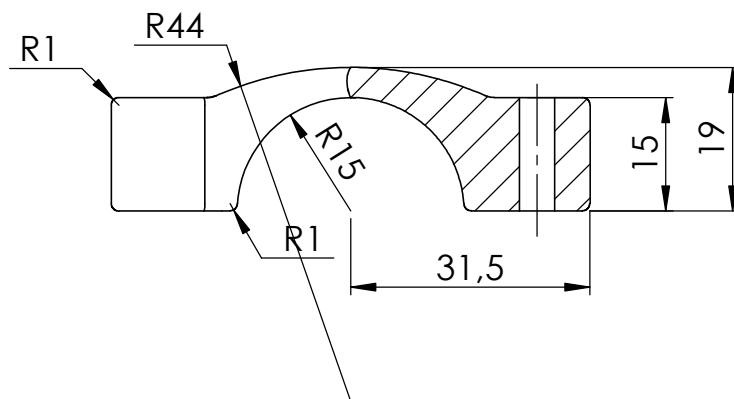
N11 / (N7 /)



NOTA: Redondeo aristas radio 0,5 mm.

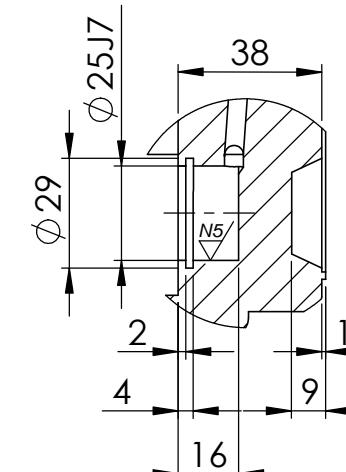
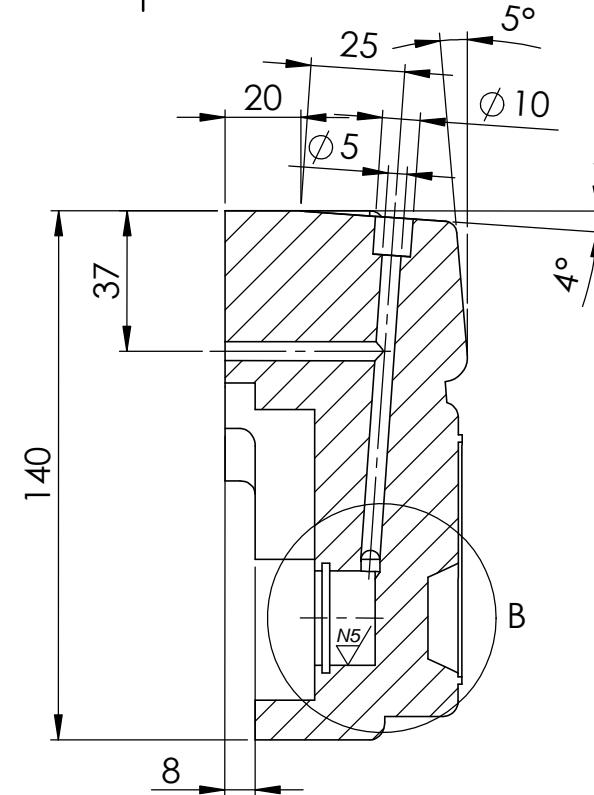
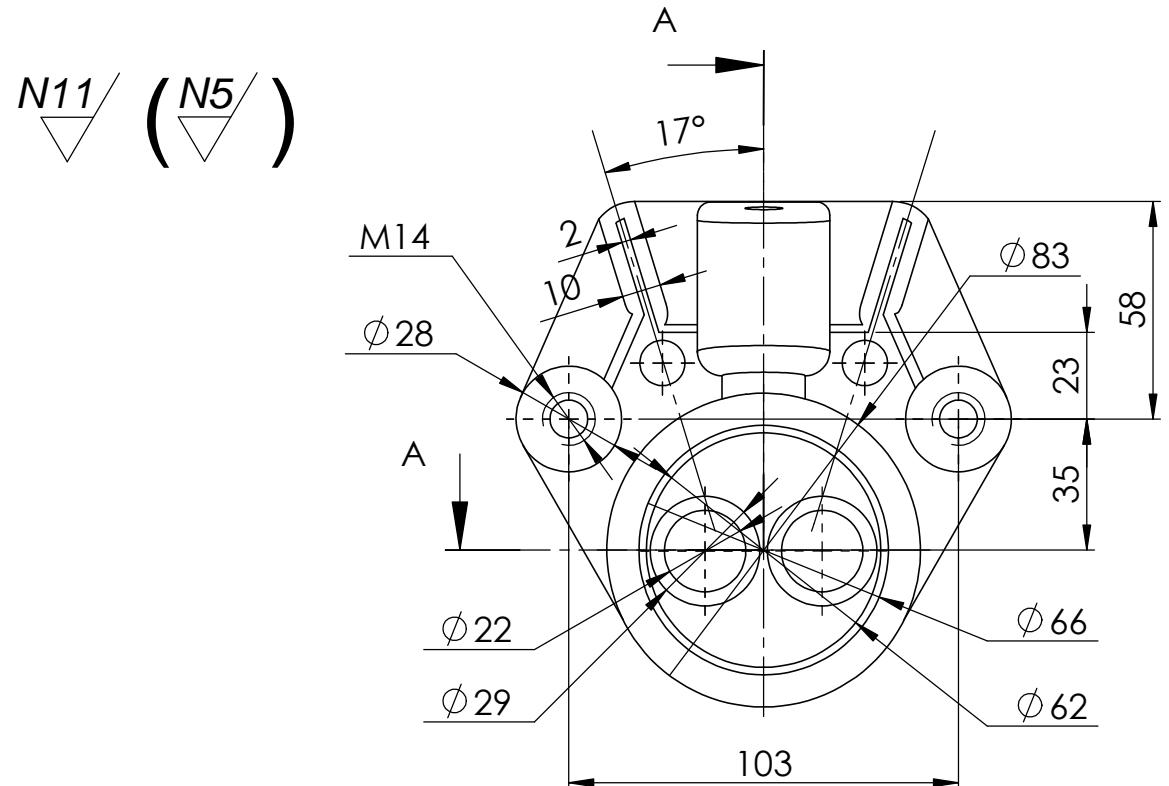
1	1.10	Protector cuerpo		AL-2014
Nº Piezas	Nº Pieza	Designación y observaciones		Material y medidas
	Fecha	Nombre	Firma	
Dibujado	16/10/12	G. Casanova		 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Comprobado		J.L. Santolaya		
Escala	Título		Tolerancias no indicadas según Norma UNE-EN 22768-m	
1:1	PROTECTOR CUERPO		Plano 11	
			Especialidad Mecánica	

N11

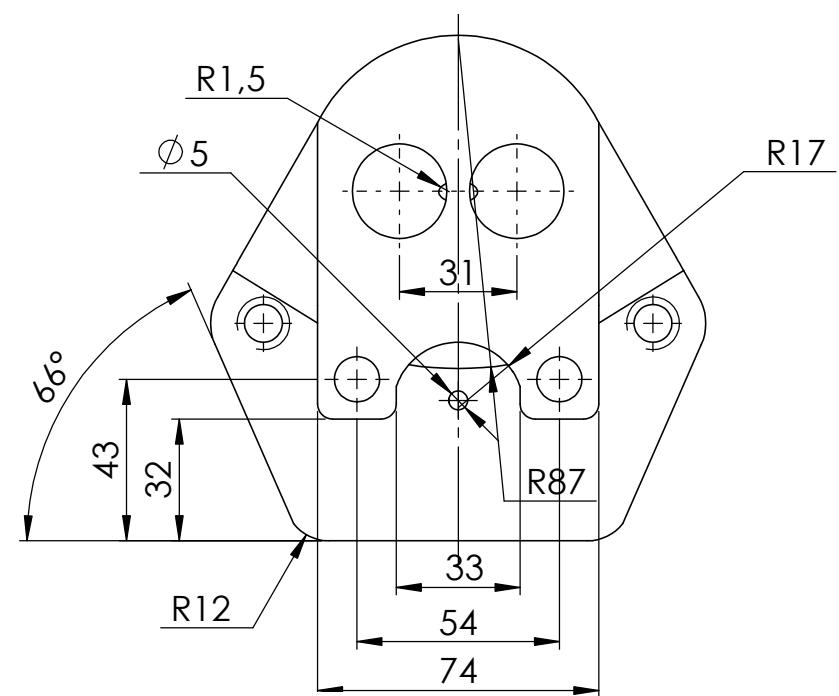
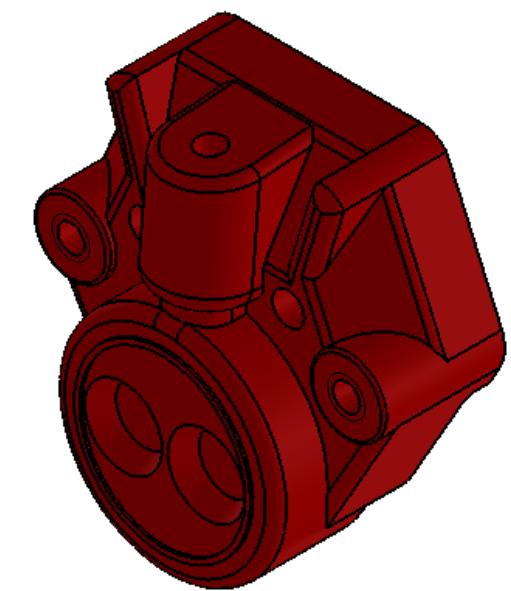


NOTA: Redondeo aristas radio 3 mm.

1	1.17	Brida		AL-2014
Nº Piezas	Nº Pieza	Designación y observaciones		Material y medidas
	Fecha	Nombre	Firma	
Dibujado	16/10/12	G. Casanova		 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Comprobado		J.L. Santolaya		
Escala	Título		Tolerancias no indicadas según Norma UNE-EN 22768-m	
1:1	BRIDA		Plano 12	
			Especialidad Mecánica	



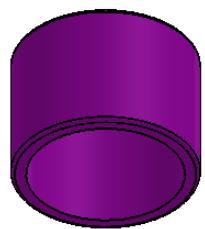
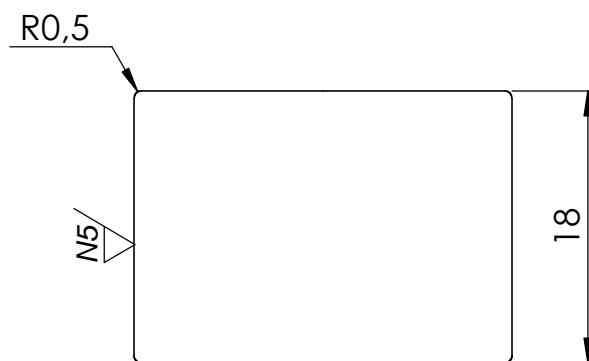
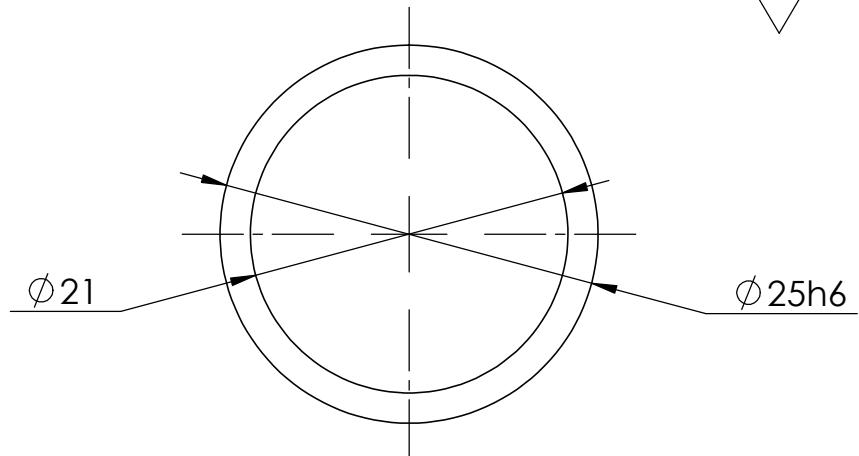
SECCIÓN A-A



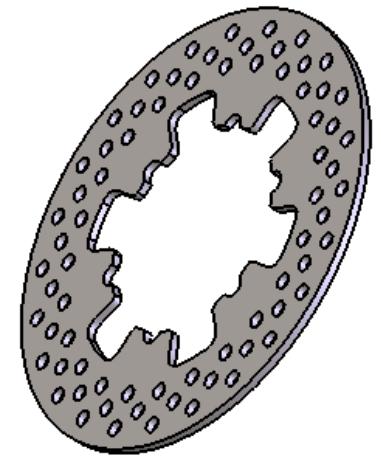
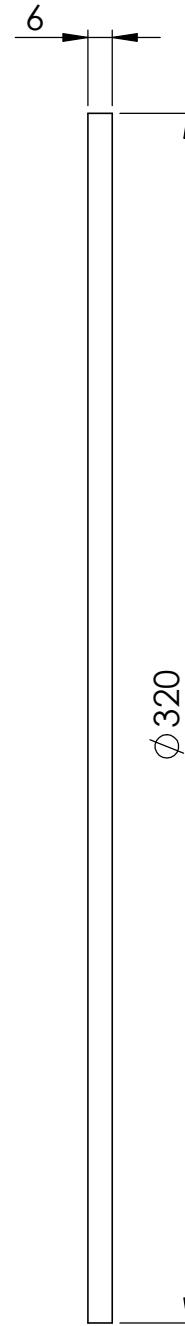
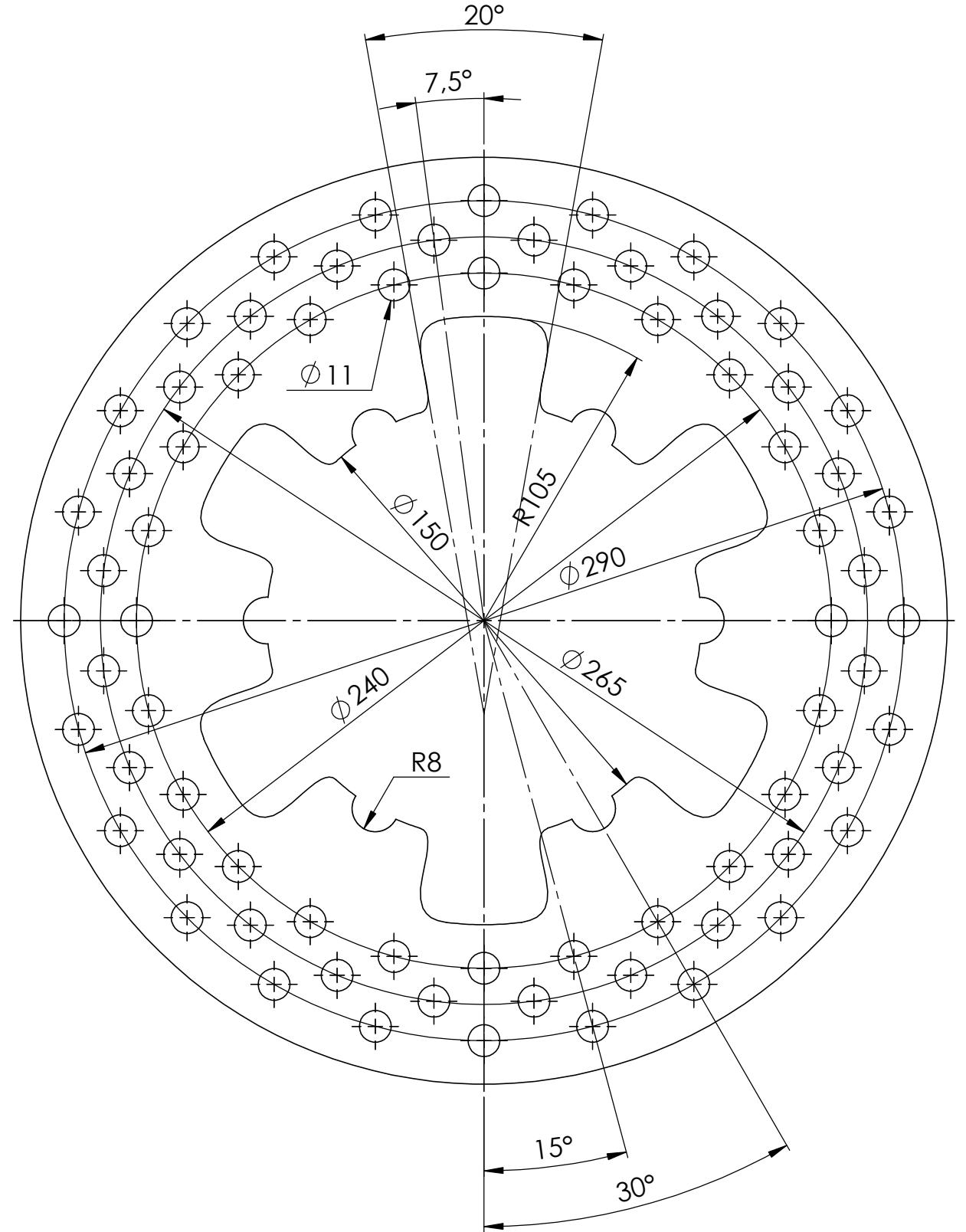
NOTA: Redondeo aristas radio 4 mm.

4	2.01	Pinza		AL-2014
Nº Piezas	Nº Pieza	Designación y observaciones		Material y medidas
		Fecha	Nombre	Firma
Dibujado	16/10/12	G. Casanova		
Comprobado		J.L. Santolaya		
Escala	Título			Tolerancias no indicadas según Norma UNE-EN 22768-m
1:2	PINZA			Plano 13
				Especialidad Mecánica

N9/ (N5/)

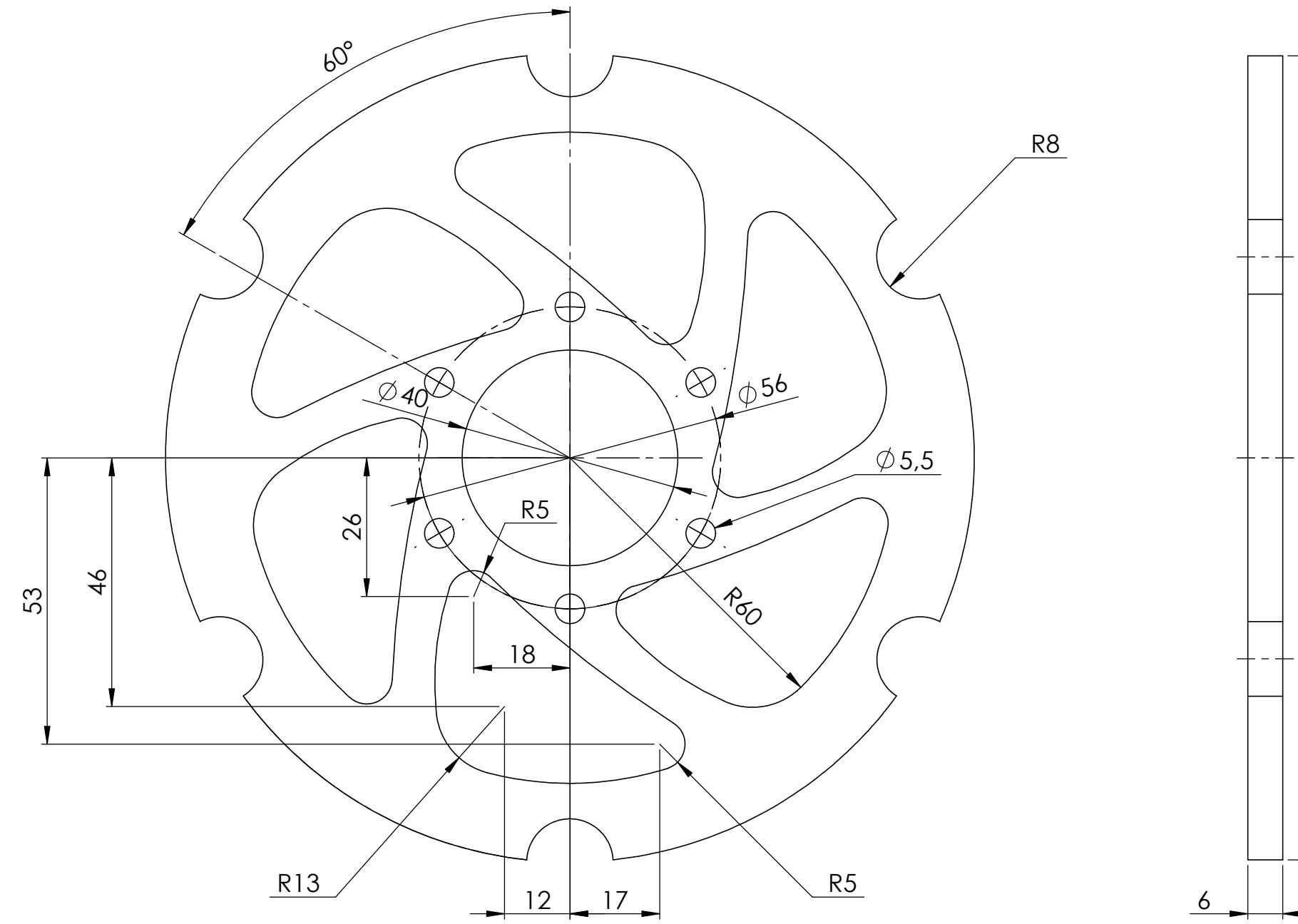


8	2.02	Pistón pinza		F-1140 (Cromado)
Nº Piezas	Nº Pieza	Designación y observaciones		Material y medidas
	Fecha	Nombre	Firma	
Dibujado	16/10/12	G. Casanova		 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Comprobado		J.L. Santolaya		
Escala	Título			Tolerancias no indicadas según Norma UNE-EN 22768-m
2:1	PISTÓN PINZA			Plano 14
				Especialidad Mecánica



2	2.05	Disco exterior		FG 25
Nº Piezas	Nº Pieza	Designación y observaciones		Material y medidas
Dibujado	Fecha	Nombre	Firma	
	16/10/12	G. Casanova		
Comprobado		J.L. Santolaya		
Escala	Título			Tolerancias no indicadas según Norma UNE-EN 22768-m
1:2	DISCO EXTERIOR			Plano 15
				Especialidad Mecánica

 Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza



2	2.06	Disco interior		FG 25
Nº Piezas	Nº Pieza	Designación y observaciones		Material y medidas
Dibujado	Fecha	Nombre	Firma	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
	16/10/12	G. Casanova		
Comprobado		J.L. Santolaya		
Escala	Título		Tolerancias no indicadas según Norma UNE-EN 22768-m	
1:1	DISCO INTERIOR		Plano	
	16		Especialidad	
	Mecánica			



**Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza**

PROYECTO FIN DE CARRERA

Título del Proyecto

**OPERACIÓN, DISEÑO Y MONTAJE DE UN
SISTEMA DE FRENO PARA MOTOCICLETAS**

ANEXO II

HOMOLOGACIÓN DEL CONJUNTO

AUTOR: Germán Casanova Sánchez

DIRECTOR: José Luis Santolaya Sáenz

TITULACIÓN: Ingeniería Técnica Industrial Mecánica

CONVOCATORIA: Diciembre 2012

ÍNDICE

1. HOMOLAGACIÓN DEL CONJUNTO.....	2
1.1. NORMATIVA.....	2
1.2. ENSAYOS DE HOMOLOGACIÓN.....	5
1.3. HOMOLOGACIÓN DEL SISTEMA DE FRENADO.....	7
1.4. RESULTADO Y MARCA DE HOMOLOGACIÓN.....	11

1. HOMOLOGACIÓN DEL CONJUNTO

1.1. NORMATIVA

Como componente de un vehículo de carretera, el sistema de frenado deberá cumplir el **Real Decreto 750/2010** del 4 de Junio sobre homologación de vehículos a motor y remolques así como sistemas, partes y piezas de dichos vehículos.

Este decreto lleva al cumplimiento de la **Directiva 98/12/CE** del 27 de Enero (texto consolidado), relativa a la homologación de los dispositivos de frenado en vehículos de las categorías M, N y O (turismos y vehículos para el transporte de personas, camiones y remolques) y la **Directiva 93/14/CEE** del 5 de Abril relativa a la homologación de los dispositivos de frenado en vehículos de la categoría L (de 2 ó 3 ruedas).

En el Apéndice 5 del RD 750/2010 se indica:

"Lista de requisitos exigidos para la homologación de vehículos en series cortas nacionales y homologación individual y casos excepcionales asimilados a la categoría

Parte I: Vehículos de categoría L

Nº	Asunto	Número AR	Serie Corta Nacional (H)	Homologaciones Individual (H)	
				Completos	Completos y transformados
1	Frenado	93/14/CEE	A	A	A

A: No se permite ninguna exención, excepto las especificadas en el acto reglamentario. No se requieren el certificado de homologación de tipo ni la marca de homologación de tipo. Un servicio técnico notificado deberá establecer actas de ensayo.

H: Podrá aceptarse como alternativa y previa autorización del centro directivo de Ministerio de Industria, Turismo y Comercio competente en materia de seguridad industrial, un informe favorable del servicio técnico en el que se evalúen las

discrepancias con la reglamentación que se menciona en las columnas 1 y 4 del Real Decreto 2028/1986, de 6 de Junio".

Por tanto, se tendrá que cumplir la **Directiva 93/14/CEE**. Ésta, a su vez, hace referencia a la 98/12/CE, tomando los ensayos realizados en motocicleta iguales a los requeridos para la homologación de turismos.

La **Directiva 93/14/CEE**, establece las siguientes definiciones:

Dispositivo de frenado:

El conjunto de mecanismos, a excepción del motor, cuya función es disminuir o eliminar progresivamente la velocidad de un vehículo en marcha, o mantenerlo inmóvil si está ya parado. El dispositivo de frenado está compuesto por el mando, la transmisión y el freno propiamente dicho.

Mando:

La pieza directamente accionada por el conductor para proporcionar a la transmisión la energía necesaria para frenar o para controlarla. Esta energía podrá ser tanto la muscular del conductor como otra controlada por éste, o bien una combinación de ambos tipos.

Transmisión:

El conjunto de elementos situados entre el mando y el freno que los unen funcionalmente. Cuando la fuente de energía utilizada en el frenado o como ayuda para éste sea independiente del conductor, pero controlada por éste, la reserva de energía que implica el dispositivo formará también parte de la transmisión.

Freno:

Los mecanismos del dispositivo de frenado sobre los que se ejercen las fuerzas que se oponen al movimiento del vehículo".

Y las siguientes especificaciones:

"El dispositivo de frenado deberá ser diseñado, fabricado e instalado de forma que, en condiciones normales de utilización y a pesar de las vibraciones a las que pudiera estar sometido, el vehículo cumpla con las disposiciones de la presente Directiva..."

"El frenado de servicio permitirá controlar el movimiento del vehículo y pararlo de forma segura, rápida y eficaz, cualesquiera que sean la velocidad, la carga o la pendiente ascendente o descendente en la que se encuentre el vehículo. Sus efectos deberán ser regulables. El conductor podrá frenar desde el puesto de conducción sin quitar las manos del mecanismo de dirección".

En cuanto a las disposiciones relativas a los mandos de frenado, se indica:

"Fuerza aplicada sobre los mandos del freno de servicio:

Mando manual ≤ 200 N

Pedal ≤ 350 N (ciclomotores y motocicletas)

Pedal ≤ 500 N (vehículos de tres ruedas)

En las palancas de los frenos de mano, se supondrá que el punto de aplicación de la fuerza se sitúa a 50 mm del extremo de la palanca".

También se hace referencia a la **Directiva 92/61 CEE** del 30 de Junio relativa a la recepción de los vehículos a motor de dos o tres ruedas, siendo de especial relevancia el punto 3 del artículo 7 del segundo capítulo:

"Cuando la unidad técnica o el componente que deba homologarse cumpla su función o presente una característica únicamente en combinación con otras piezas del vehículo y por ello, el respeto de una o varias prescripciones sólo pueda comprobarse cuando dicho componente que debe homologarse funciona en relación con otras piezas de los vehículos, simuladas o reales, el alcance de la homologación de dicha unidad técnica o componente quedará limitado consiguientemente. En el certificado de homologación del componente se mencionarán en tal caso las eventuales restricciones referentes a su empleo y las eventuales prescripciones de montaje. Cuando se homologue el vehículo se comprobará si se han respetado dichas prescripciones y restricciones".

1.2. ENSAYOS DE HOMOLOGACIÓN

El conjunto se homologará como un vehículo simulado. Antes de ser comercializado en un vehículo de serie, este vehículo deberá ser homologado al completo, pero el sistema ya se encontrará marcado y disponible para su montaje.

• ENSAYOS TIPO 0. FRENADO DE SERVICIO

Los ensayos se harán según dicta la **Directiva 98/12/CE** tomando la motocicleta como un vehículo de la categoría M1 (turismo). La adaptación consistirá en sustituir los apartados en los que se describa el accionamiento del pedal del freno por el accionamiento de la maneta de freno.

- Las operaciones realizadas para el cálculo son las descritas en el apartado de la memoria 1.3.4. Cálculo de fuerzas de frenado.
- Para la homologación se tomará el modelo de motocicleta genérica descrita en el apartado 1.3.1. Motocicleta modelo.
- Se requiere una deceleración media de, al menos, $-5,8 \text{ m/s}^2$ ejerciendo una fuerza manual menor de 200 N.

Los ensayos consistirán en dos pruebas:

- a. Con la motocicleta desembragada y circulando a una velocidad $V = 80 \text{ Km/h}$, deberá ser detenida en una distancia S expresada en metros tal que:

$$S \leq 0,1 \times V + \frac{V^2}{150}$$

La deceleración media obtenida, d_m , será $\geq 5,8 \text{ m/s}^2$

- b. Circulando a 160 Km/h y el motor embragado, la motocicleta deberá detenerse en una distancia S expresada en metros tal que:

$$S \leq 0,1 \times V + \frac{V^2}{130}$$

La deceleración media obtenida, d_m , será $\geq 5,0 \text{ m/s}^2$

Además se desarrollará un ensayo de frenos en mojado. El mojado del sistema de freno se realizará acorde con la **Directiva 93/14/CEE**. De acuerdo a los apartados 2.5.1 y 2.5.2, se deberá asegurar que:

"Las deceleraciones medias alcanzadas con los frenos mojados, de 0,5 a 1,0 segundos, después de que hayan sido accionados, deberán ser por lo menos iguales al 60% de las alcanzadas con los frenos secos ejerciendo la misma fuerza sobre el mando."

"La fuerza de mando utilizada, que se aplicará lo más rápidamente posible, deberá ser equivalente a la necesaria para obtener una deceleración de -2,5 m/s² con los frenos secos."

Esta disminución de la capacidad de frenada, se debe al menor coeficiente de rozamiento entre el material rozante de las pastillas y el acero de los discos de freno cuando éstos quedan cubiertos por una película de agua.

• ENSAYO TIPO I. ENSAYO DE PÉRDIDA DE EFICACIA

En este caso se contempla la disminución de la frenada por el calentamiento del sistema debido a su accionamiento repetido. Resultan afectados los discos y el forro de las pastillas de freno. Esta pérdida de eficacia se deberá al diseño de las pastillas o pinzas de freno y su capacidad para soportar altas temperaturas.

Deberá comprobarse que el conjunto es capaz de proporcionar la fuerza suficiente para que la eficacia residual después de la prueba realizada a una velocidad V=60 Km/h cumpla las siguientes especificaciones mínimas:

- *La pérdida de eficacia no será mayor del 60%.*
- *Deberá alcanzarse una deceleración de -4,4 m/s² accionando tan solo el freno delantero.*

1.3. HOMOLOGACIÓN DEL SISTEMA DE FRENADO

Los cálculos que se exponen a continuación pretenden obtener unos primeros datos sobre el resultado esperado en los ensayos de homologación en instalaciones reales. Se hacen, por tanto, una serie de aproximaciones y simplificaciones que no se producirán en un ensayo físico.

- **CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE FRENADO A HOMOLOGAR:**

Mando de accionamiento:	Pinza de actuación:
<ul style="list-style-type: none"> • Brazo de palanca: 160 mm • Diámetro del pistón: 16 mm • Anclajes 	<ul style="list-style-type: none"> • Número de pistones: 8 (4 por pinza) • Diámetro de los pistones: 25 mm • Anclajes en la horquilla con orejetas • No se admitirán pinzas flotantes • Circuito de accionamiento: común

En la prueba b) de los ensayos de tipo 0 es necesario tener en cuenta que el frenado a una de velocidad de circulación elevada influye en la eficacia de las pastillas de freno. Se produce un mayor calentamiento que genera una pérdida de eficacia.

En este trabajo, debido a las dificultades para simular este comportamiento, se considerará que en el frenado la deceleración se incremente hasta $-5,8 \text{ m/s}^2$. Además, esta deceleración debería de ser alcanzada combinando el freno de la rueda delantera y trasera, pero para este caso se comprobará que es suficiente con la actuación en la rueda delantera.

De esta forma, los cálculos expuestos a continuación corresponden a una única prueba, en la que d_m , será $\geq 5,8 \text{ m/s}^2$ y se actuará únicamente con el freno delantero.

• **ENSAYOS Y RESULTADOS:**

Ensayo 1: Motocicleta con un piloto de 70 Kg.		
Condiciones de ensayo	Deceleración requerida	-5,8 m/s ²
	Masa motocicleta	200 Kg
	Masa piloto	70 Kg
	Transferencia de masa a la rueda delantera	83,7 %
Fuerzas en el sistema	Fuerza pinzas de freno	8868 N
	Fuerza pistón bomba de freno	443,4 N
Fuerzas aplicadas	Fuerza manual (50 mm del extremo)	23,3 N
	Fuerza manual (usando dos dedos)	33,7 N

De acuerdo con los cálculos realizados:

- En el Ensayo 1, aplicando una fuerza de 23,3 N, aproximadamente el 11% de la fuerza máxima admisible, se cumplen especificaciones de homologación. La fuerza manual en condiciones de reacción rápida, en las que se empleen tan solo dos dedos, es de tan solo 33,7 N.

Ensayo 2: Motocicleta con masa máxima autorizada (MMA).		
Condiciones de ensayo	Deceleración	-5,8 m/s ²
	Masa motocicleta	200 Kg
	Masa de carga y ocupantes	180 Kg
	Transferencia de masa a la rueda delantera	78,7 %
Fuerzas en el sistema	Fuerza pinzas de freno	11735 N
	Fuerza pistón bomba de freno	586,75 N
Fuerzas aplicadas	Fuerza manual (50 mm del extremo)	33 N
	Fuerza manual (usando dos dedos)	47,7 N

De acuerdo con los cálculos realizados, aplicando una fuerza de 33 N, aproximadamente el 15% de la fuerza máxima admisible, se cumplen especificaciones de homologación.

Ensayo 3: Ensayo sobre pavimento mojado.		
Condiciones de ensayo	Deceleración	-2,5 m/s ²
	Masa motocicleta	200 Kg
	Masa de carga y ocupantes	180 Kg
	Transferencia de masa a la rueda delantera	57,7 %
Fuerzas en el sistema	Fuerza pinzas de freno	3250 N
	Fuerza pistón bomba de freno	162,5 N
Fuerzas aplicadas	Fuerza manual (50 mm del extremo)	14,2 N
	Fuerza manual (usando dos dedos)	20,6 N

En el ensayo de frenos en mojado se considerará la motocicleta circulando en condiciones de MMA. La fuerza obtenida, de 14,2 N frente a la máxima de 200 N, indica que a pesar de una drástica disminución del coeficiente de rozamiento, la bomba de freno mantendrá la capacidad de ejercer la fuerza necesaria.

Ensayo 4: Ensayo de pérdida de eficacia.

En el Ensayo 1 se ha obtenido que con una fuerza inferior a 25 N en la maneta se superaba el ensayo. Al representar esta fuerza menos de un 15% de la fuerza máxima admisible de 200 N, las pérdidas de eficacia del 60% podrán ser compensadas perfectamente.

Con accionar la maneta con una fuerza de 45 N quedaría superada dicha prueba.

1.4. RESULTADO Y MARCA DE HOMOLOGACIÓN

La homologación será llevada a cabo en las instalaciones de la autoridad competente. En el caso de España, en las instalaciones del INTA (Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial) ubicadas en Madrid. En dichas instalaciones se homologan los sistemas de todos los vehículos que circularán por el país.

Los cálculos realizados en el presente anexo son de carácter teórico, pero se han planteado con unas condiciones lo más realista posible. Por ello, cabe esperar que los ensayos en las instalaciones de homologación confirmen los cálculos previos, se obtenga un resultado favorable y de esta forma la marca de homologación del conjunto. Esta marca será indeleble e irá impresa en todos los conjuntos fabricados.

Puede sorprender el enorme margen de seguridad con el que superan las pruebas teóricas de homologación (fuerzas de accionamiento del orden del 15% del máximo permitido). Ello se debe a que se trata de un sistema destinado a motocicletas de altas prestaciones equipadas con un doble disco de freno y pinzas de alta calidad.

En el caso de la homologación del conjunto para exportaciones al exterior de la UE, deberán ser superados los ensayos determinados por las autoridades de aquellos países.

Acorde con el Anexo V de la **Directiva 92/61/CE** del 30 de Junio, la **marca de homologación** constará de:

1. De un rectángulo o círculo en cuyo interior figurará la letra "e" minúscula, seguida de un número o grupo de letras distintivo del Estado miembro que haya expedido la homologación, siendo el nº 9 para el caso de España.
2. Del número de homologación, que corresponderá al certificado de homologación expedido específicamente para el conjunto de freno del presente proyecto.

La marca deberá colocarse de tal modo que sea indeleble y claramente legible cuando el conjunto esté montado en el manillar.