



**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**

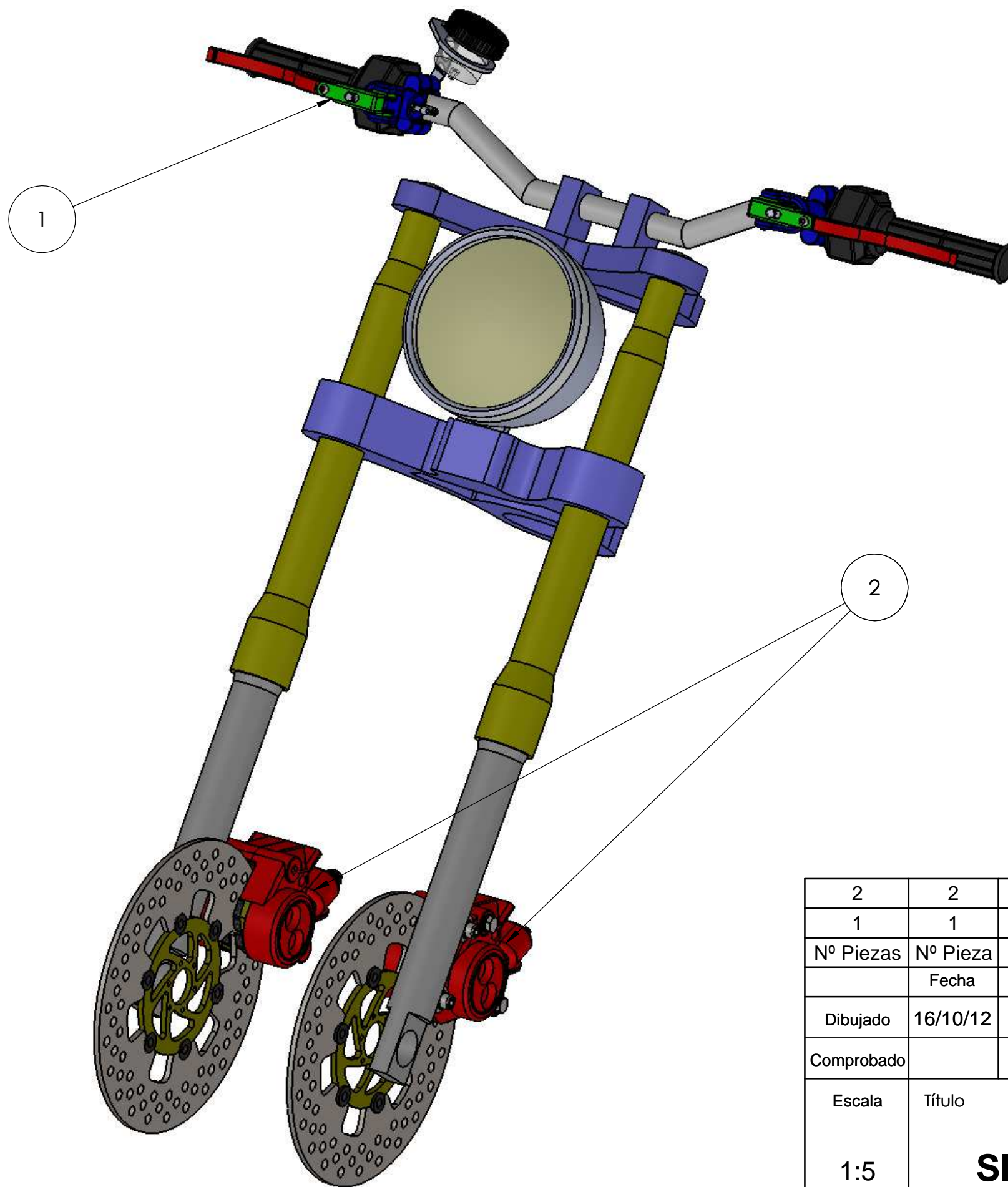
**DIRECTOR: José Luis Santolaya Sáenz**


**TITULACIÓN: Ingeniería Técnica Industrial Mecánica**

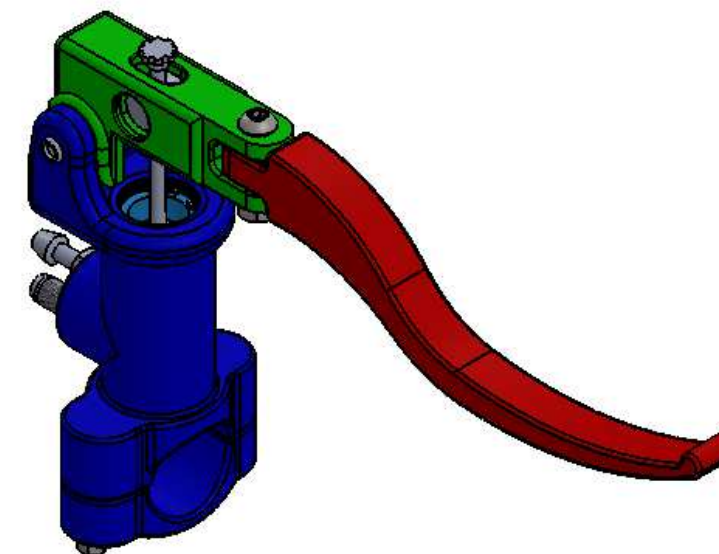
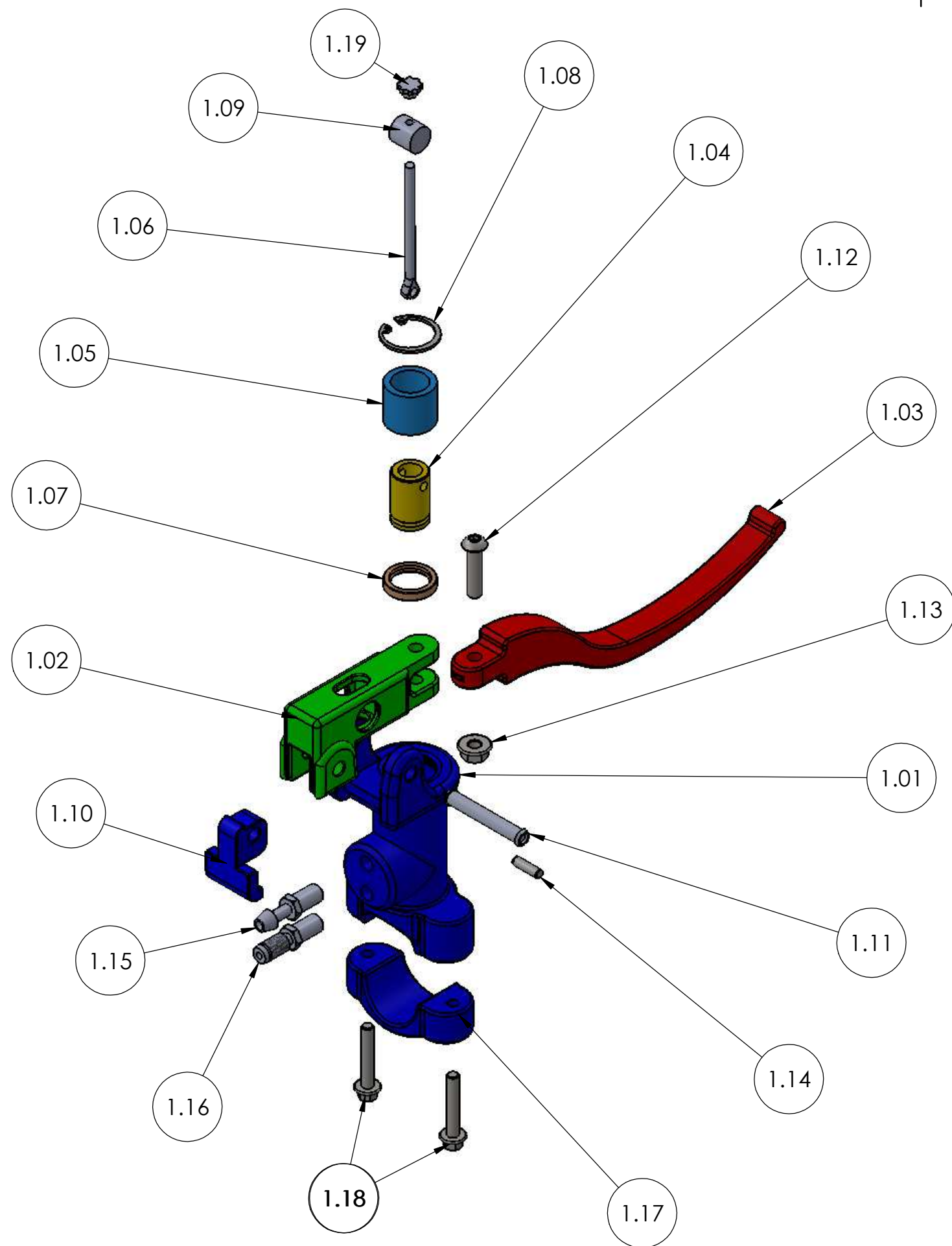
**CONVOCATORIA: Diciembre 2012**

# 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 |

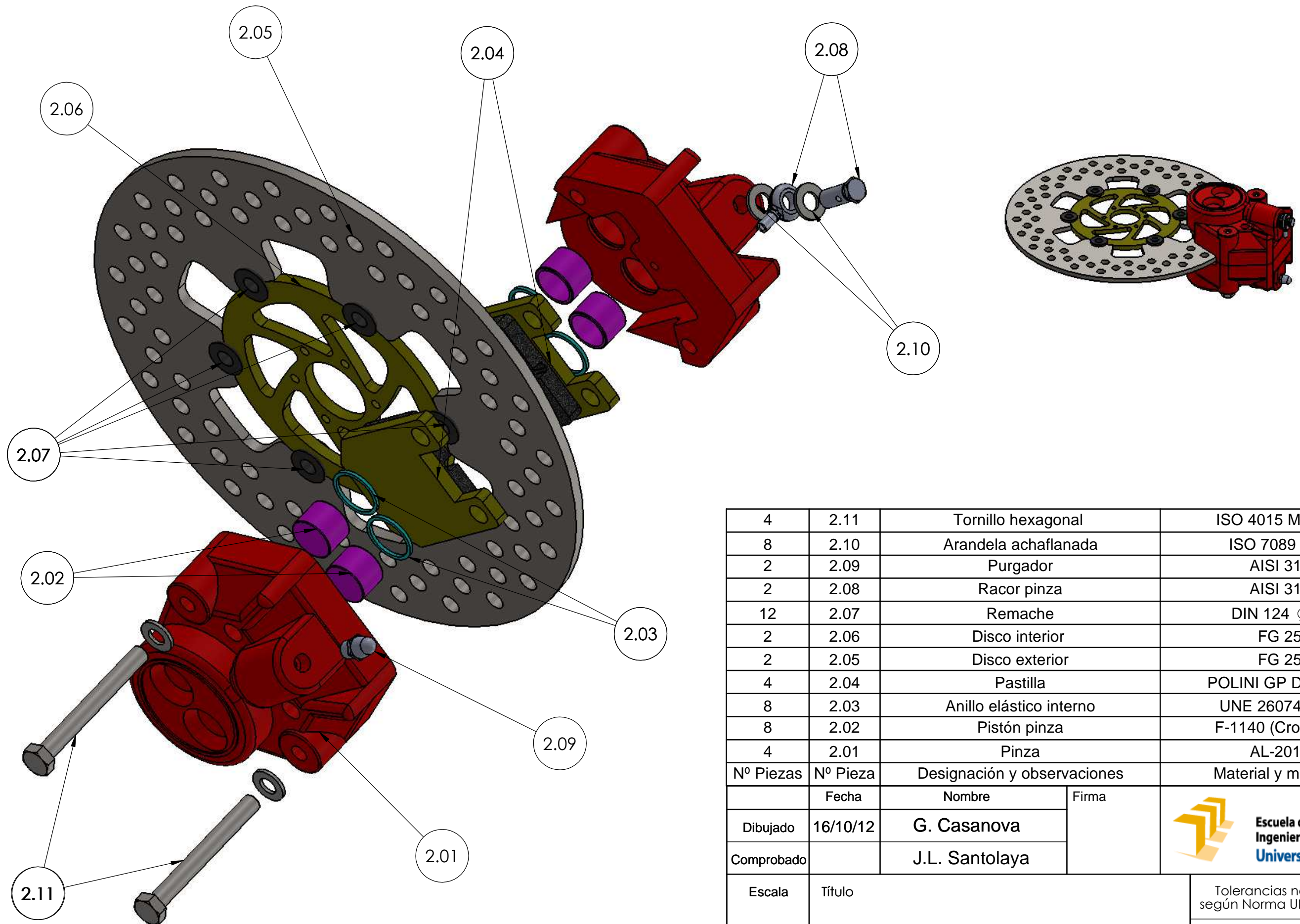


|            |                         |                             |       |  |
|------------|-------------------------|-----------------------------|-------|--|
| 2          | 2                       | Sistema de actuación        |       | AL-2014, F-1140 (Cromado), FG 25   |
| 1          | 1    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



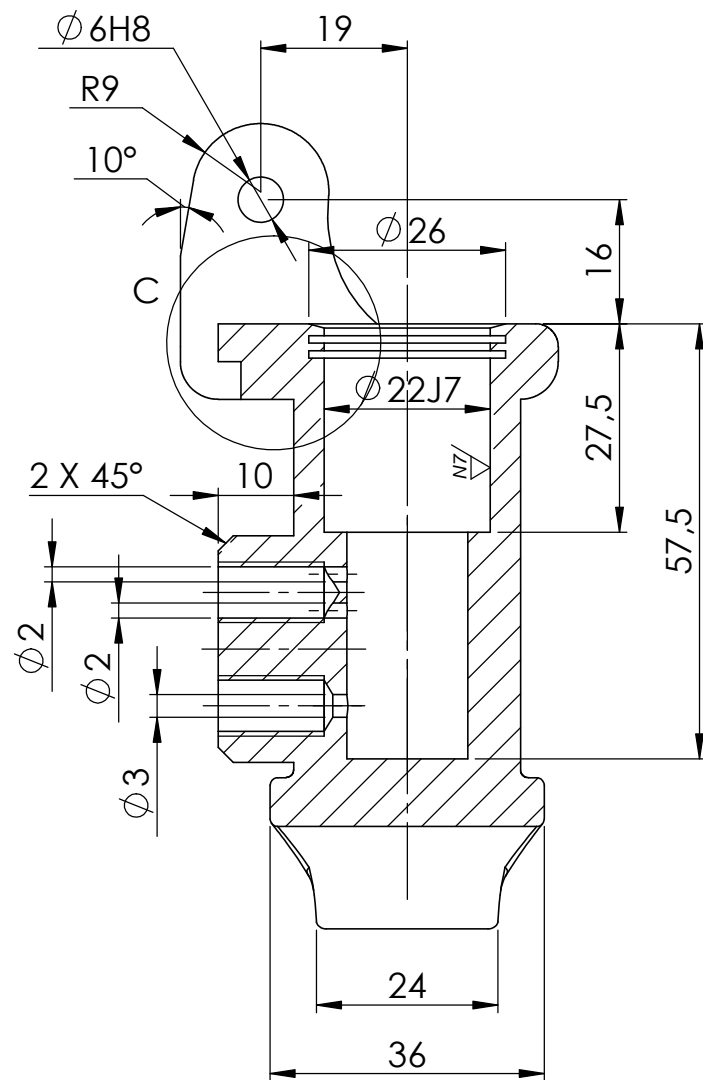
|            |                                 |                                   |   |
|------------|---------------------------------|-----------------------------------|---|
| 1          | 1.19                            | Tuerca vástago                    | ISO 4170 M4   |
| 2          | 1.18                            | Perno brida hexagonal             | ISO 4162 M5X30                                      |
| 1          | 1.17                            | Brida                             | AL-2014   |
| 1          | 1.16                            | Racor salida                      | AISI 316  |
| 1          | 1.15                            | Racor entrada                     | AISI 316  |
| 1          | 1.14                            | Pasador paralelo                  | ISO 8734 $\phi$ 4x14                                |
| 1          | 1.13                            | Tuerca hexagonal abridada         | ISO 4161 M6   |
| 1          | 1.12                            | Tornillo cab. semiesf. hex. hueca | ISO 7380 M6x25                                      |
| 1          | 1.11                            | Pasador tipo remache              | DIN 7341 $\phi$ 6x43                                |
| 1          | 1.10                            | Protector cuerpo                  | AL-2014   |
| 1          | 1.09                            | Pasador vástago                   | F-1140 (Cromado)                                    |
| 1          | 1.08                            | Retén                             | UNE 25077 16x22x4                                   |
| 1          | 1.07                            | Anillo elástico interno           | UNE 26074 $\phi$ 16                                 |
| 1          | 1.06                            | Vástago                           | F-1140 (Cromado)                                    |
| 1          | 1.05                            | Cilindro                          | F-1140 (Cromado)                                    |
| 1          | 1.04                            | Pistón                            | F-1140 (Cromado)                                    |
| 1          | 1.03                            | Maneta                            | AL-2014   |
| 1          | 1.02                            | Brazo                             | AL-2014   |
| 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 |
| 1:2        | <b>SISTEMA DE ACCIONAMIENTO</b> |                                   | Plano 2   |
|            |                                 |                                   | Especialidad Mecánica                               |



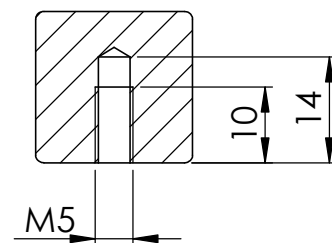
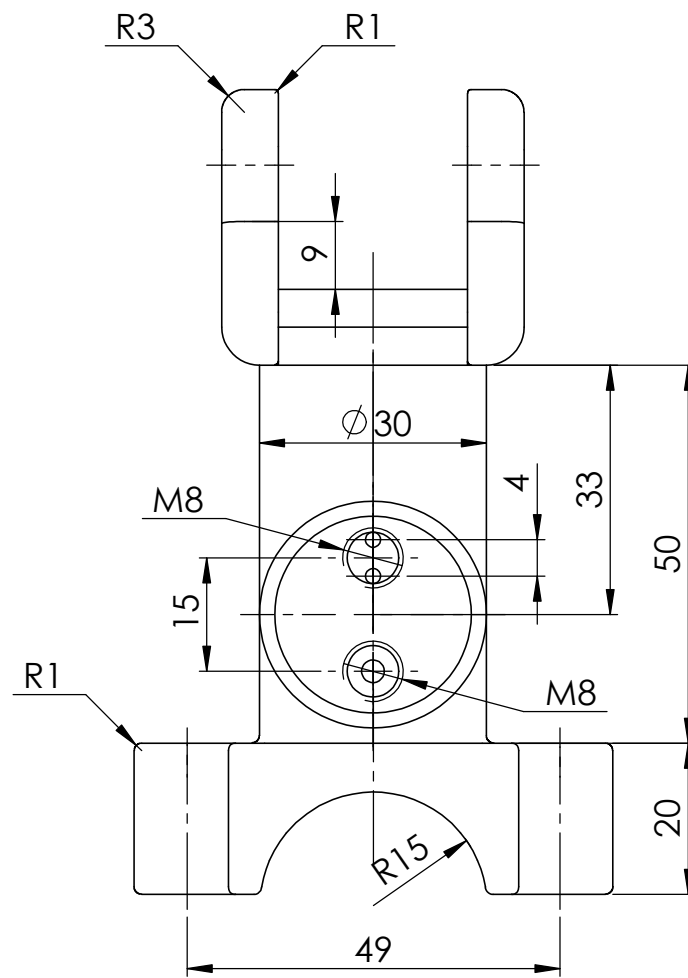
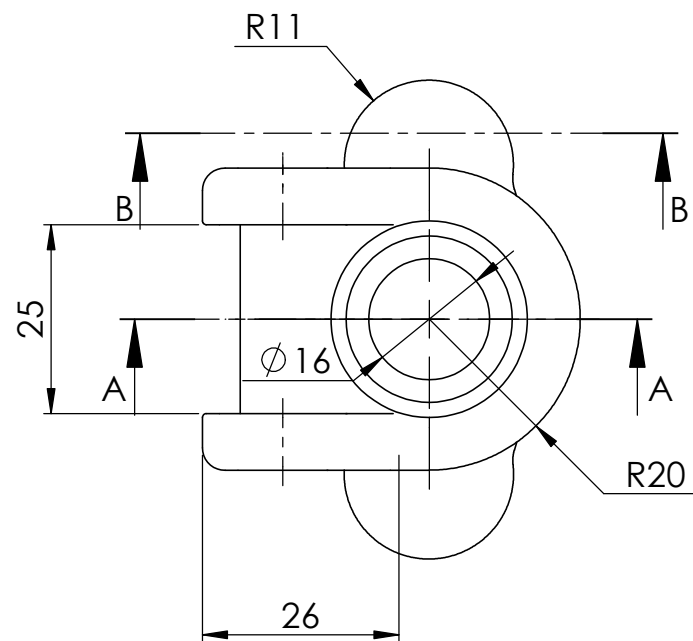


|            |                             |                             |       |  |
|------------|-----------------------------|-----------------------------|-------|--|
| 4          | 2.11                        | Tornillo hexagonal          |       | ISO 4015 M10x90  |
| 8          | 2.10                        | Arandela achaflanada        |       | ISO 7089 M10   |
| 2          | 2.09                        | Purgador                    |       | AISI 316   |
| 2          | 2.08                        | Racor pinza                 |       | AISI 316   |
| 12         | 2.07                        | Remache                     |       | DIN 124 $\phi$ 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 $\phi$ 25  |
| 8          | 2.02                        | Pistón pinza                |       | F-1140 (Cromado)   |
| 4          | 2.01                        | Pinza                       |       | AL-2014  |
| Nº Piezas  | Nº Pieza                    | Designación y observaciones |       | Material y medidas   |
|            | Fecha                       | Nombre                      | Firma |  <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura</b><br><b>Universidad Zaragoza</b> |
| Dibujado   | 16/10/12                    | G. Casanova                 |       |  |
| Comprobado |                             | J.L. Santolaya              |       |  |
| Escala     | Título                      |                             |       | Tolerancias no indicadas según Norma UNE-EN 22768-m  |
| 1:2        | <b>SISTEMA DE ACTUACIÓN</b> |                             |       | Plano 3  |
|            |                             |                             |       | Especialidad <b>Mecánica</b>   |

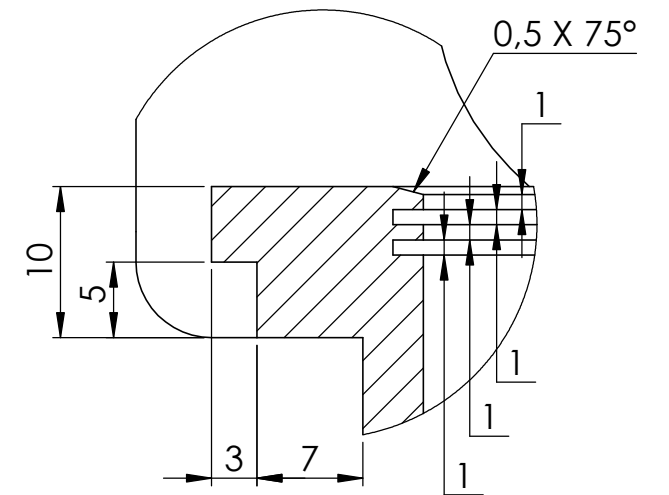
N11/ ( N7/ )



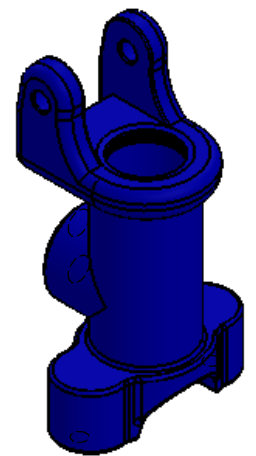
SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 : 1




SECCIÓN B-B  
ESCALA 1 : 1

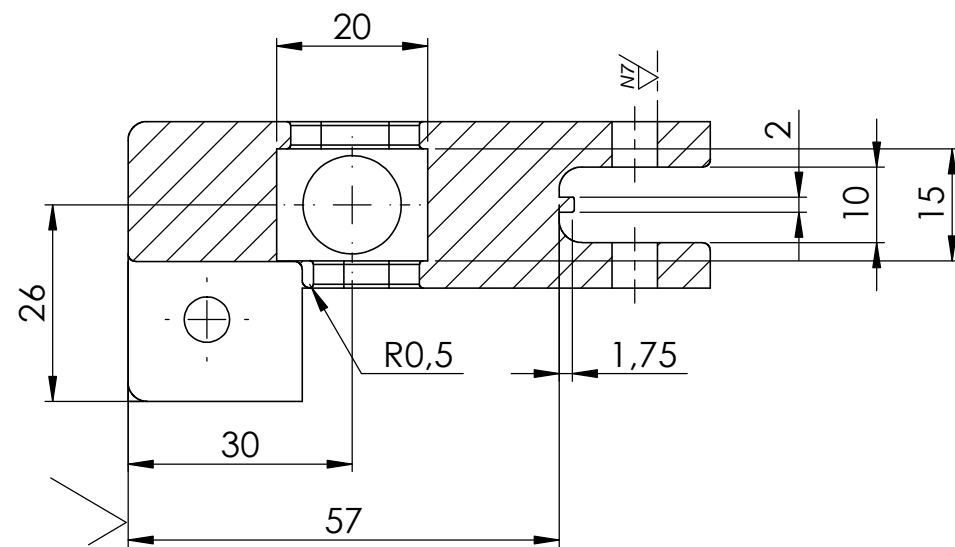


DETALLE C  
ESCALA 2 : 1

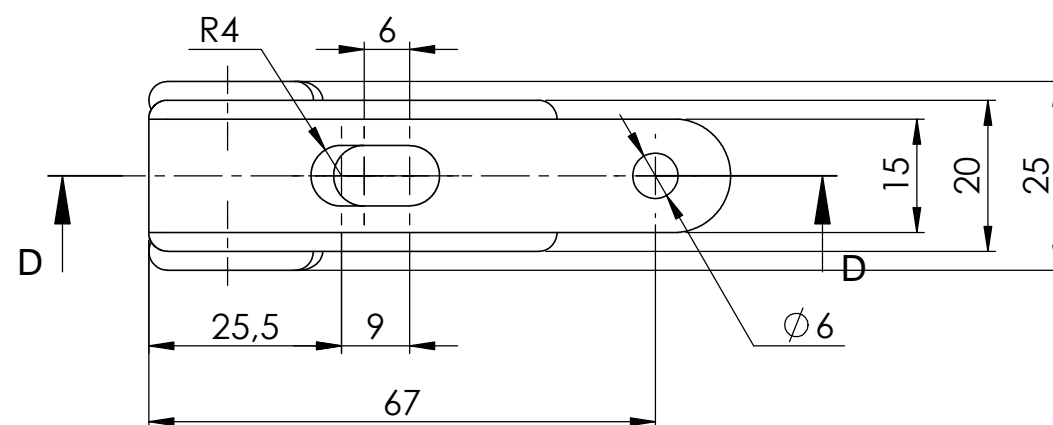
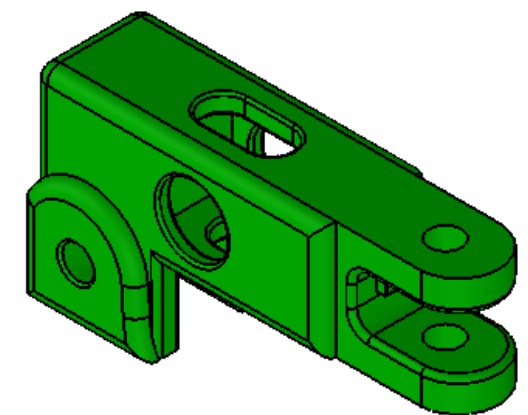
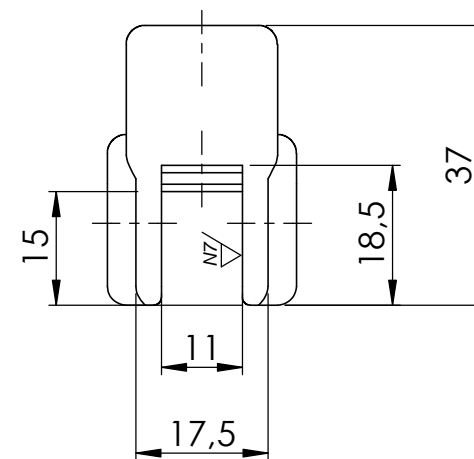
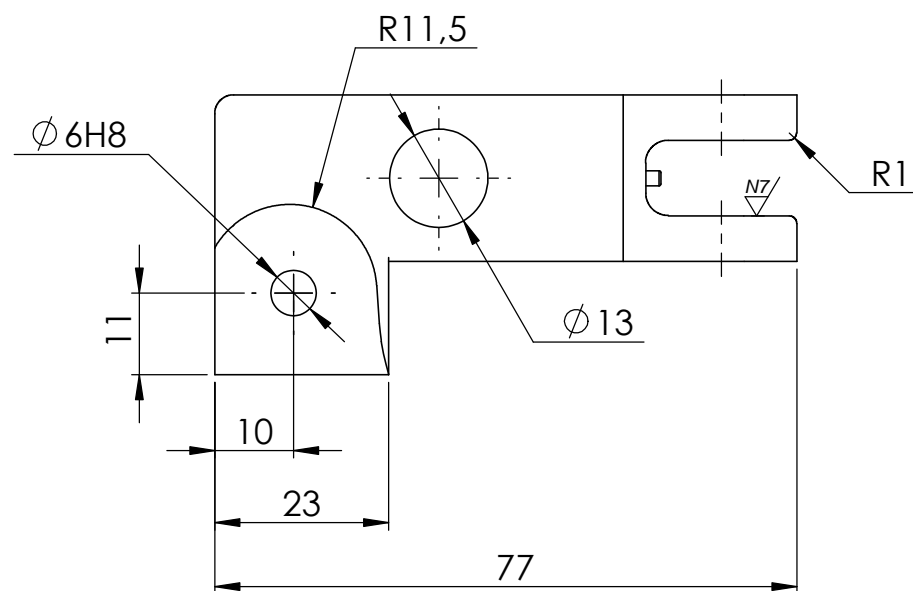


NOTA: Redondeo aristas radio 5 mm.

|            |                           |                             |       |   |
|------------|---------------------------|-----------------------------|-------|---|
| 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        | <b>CUERPO BOMBA FRENO</b> |                             |       | Plano 4   |
|            |                           |                             |       | Especialidad Mecánica   |

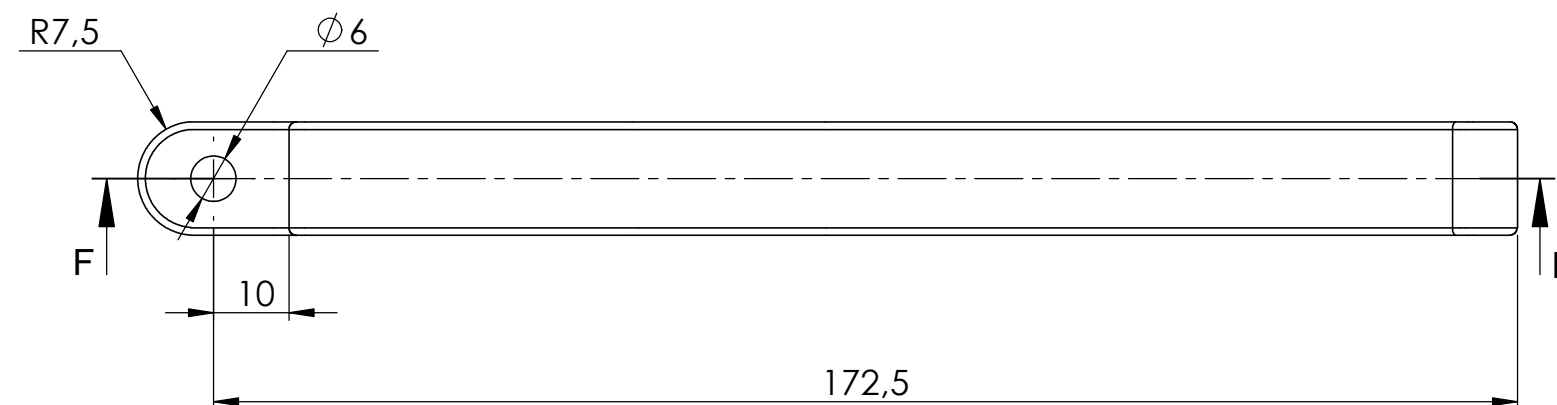
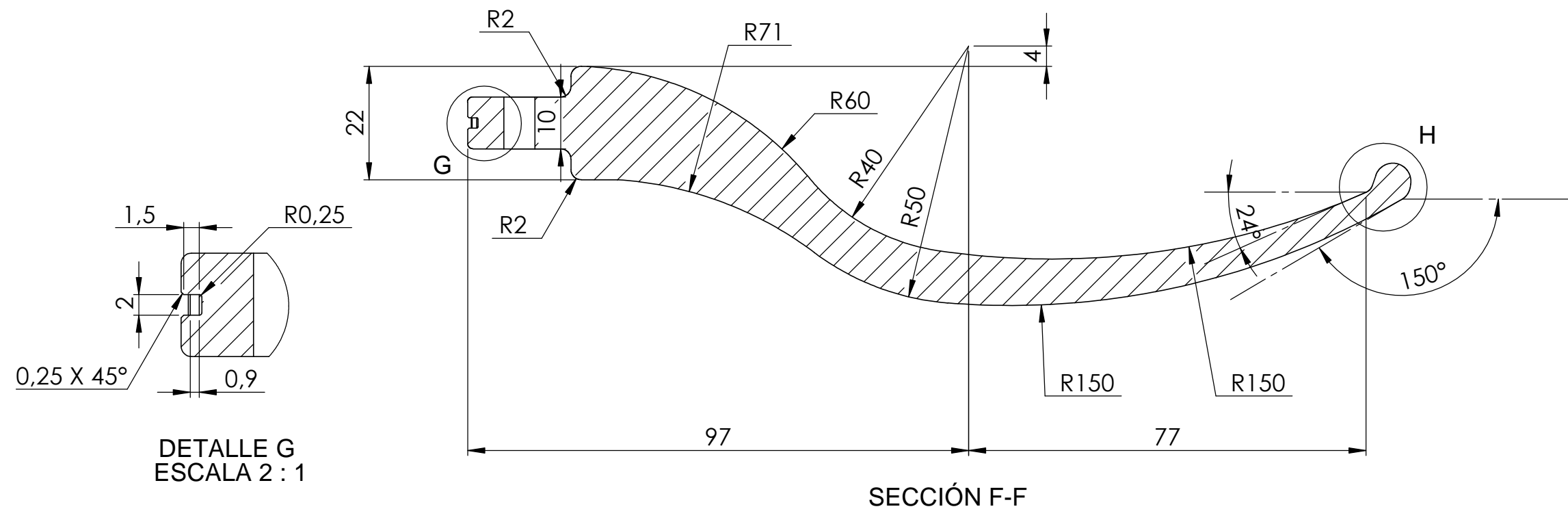


SECCIÓN D-D

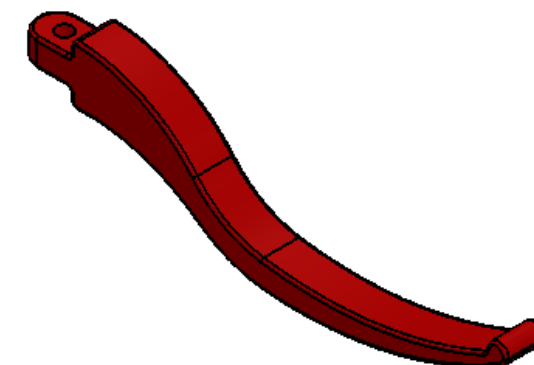



NOTA: Redondeo aristas radio 2,5 mm.

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



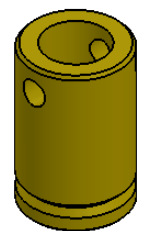
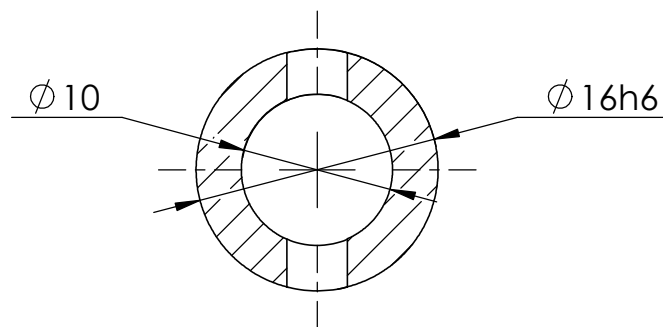
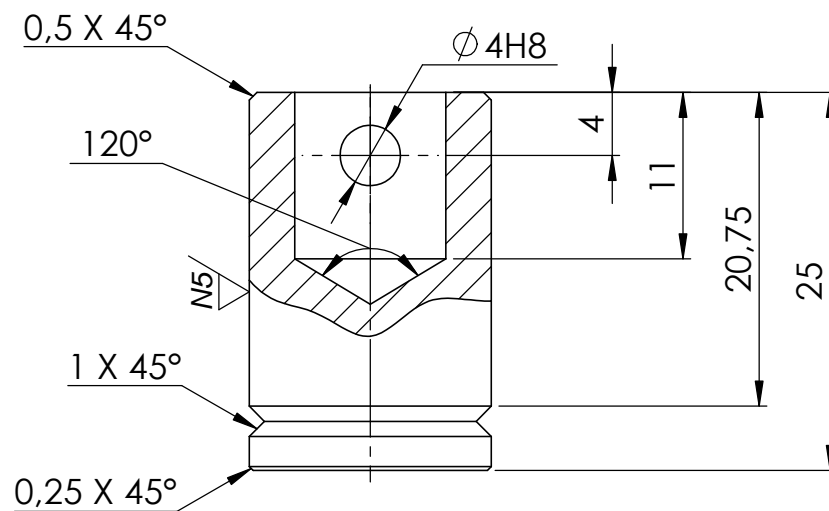
NOTA: Redondeo aristas radio 1 mm.




|            |                             |                             |       |  |  |
|------------|-----------------------------|-----------------------------|-------|--|--|
| 1          | 1.03                        | Maneta                      |       | AL-2014  |  |
| Nº Piezas  | Nº Pieza                    | Designación y observaciones |       | Material y medidas   |  |
|            | Fecha                       | Nombre                      | Firma |  <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura</b><br><b>Universidad Zaragoza</b> |  |
| Dibujado   | 16/10/12                    | G. Casanova                 |       |  |  |
| Comprobado |                             | J.L. Santolaya              |       |  |  |
| Escala     | Título<br><br><b>MANETA</b> |                             |       | Tolerancias no indicadas según Norma UNE-EN 22768-m  |  |
| 1:1        |                             |                             |       | Plano 6  |  |
|            |                             |                             |       | Especialidad <b>Mecánica</b>   |  |

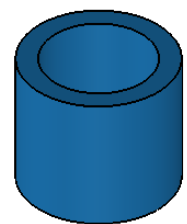
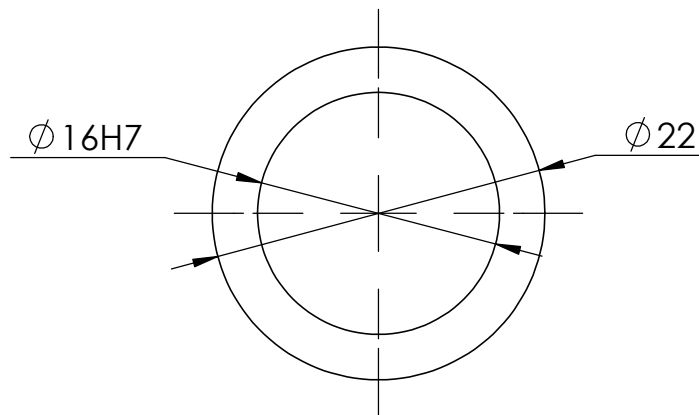
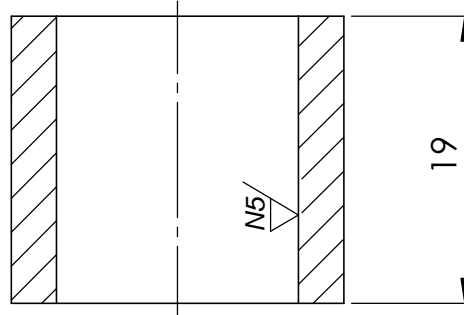



N9/ (N5/ )



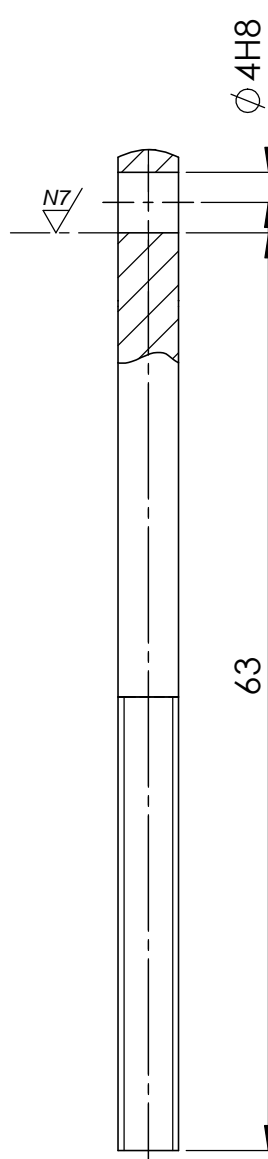
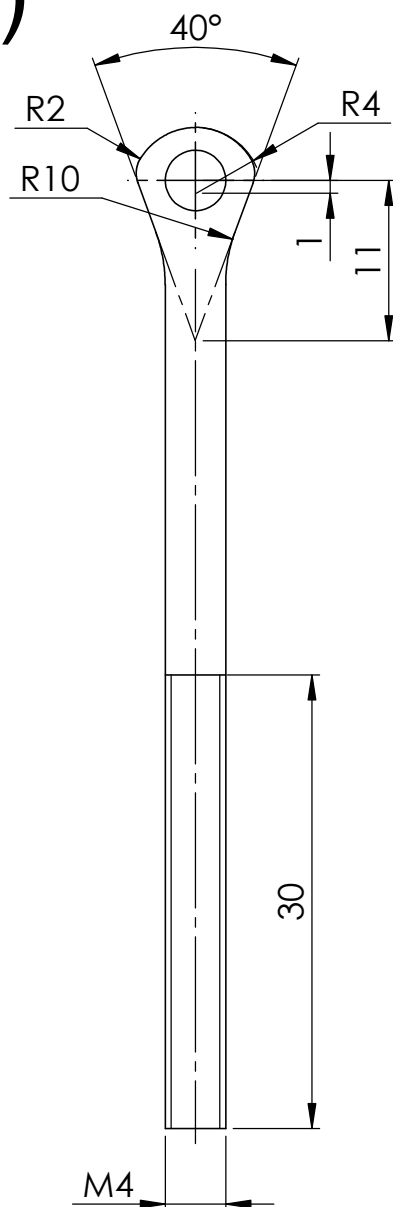
|            |          |                             |       |  |
|------------|----------|-----------------------------|-------|--|
| 1          | 1.04     | Pistón                      |       | F-1140 (Cromado)   |
| Nº Piezas  | Nº Pieza | Designación y observaciones |       | Material y medidas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

N7/ (N5/ )



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

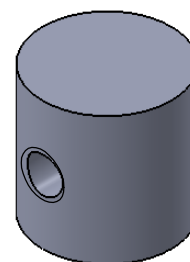
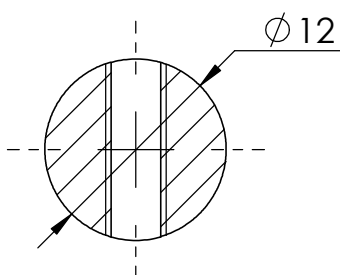
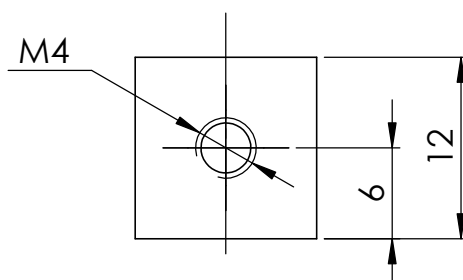
N9/ ( N7/ )




|            |          |                             |       |   |  |
|------------|----------|-----------------------------|-------|---|--|
| 1          | 1.06     | Vástago                     |       | F-1140 (Cromado)  |  |
| Nº Piezas  | Nº Pieza | Designación y observaciones |       | Material y medidas  |  |
|            | Fecha    | Nombre                      | Firma | <div></div> <div>Escuela de<br/>Ingeniería y Arquitectura<br/>Universidad Zaragoza</div> |  |
| Dibujado   | 16/10/12 | G. Casanova                 |       |   |  |
| Comprobado |          | J.L. Santolaya              |       |   |  |
| Escala     | Título   | <div>VÁSTAGO</div>          |       |   | Tolerancias no indicadas<br>según Norma UNE-EN 22768-m |
| 2:1        |          |                             |       |   | Plano 9  |
|            |          |                             |       |   | Especialidad Mecánica                                  |

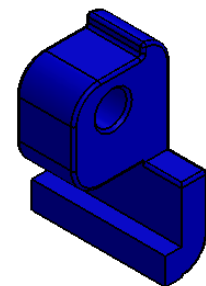
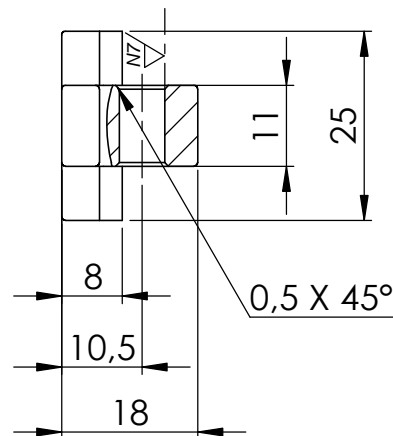
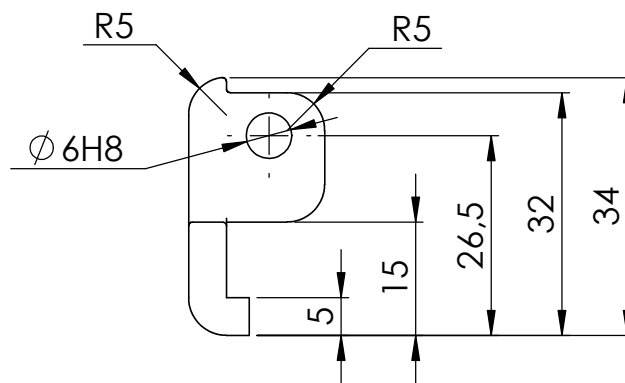
licencia educacional de SolidWorks

N9/




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

N11/ ( N7/ )

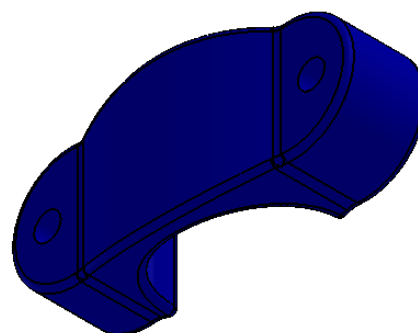
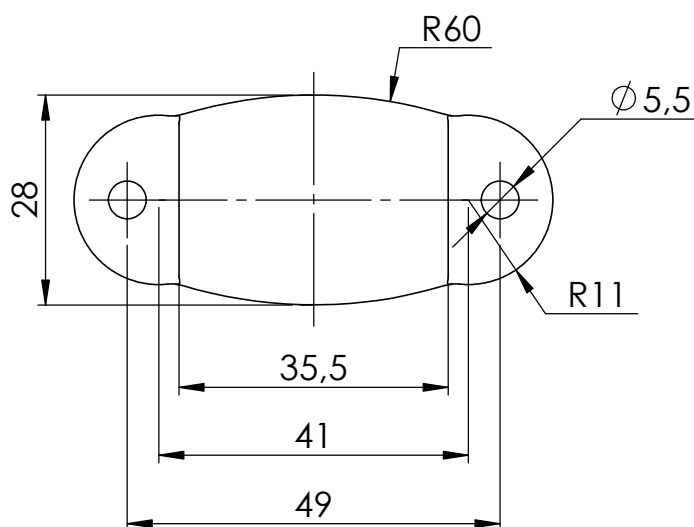
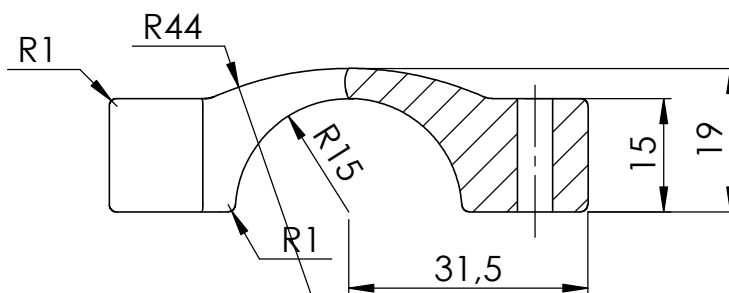


NOTA: Redondeo aristas radio 0,5 mm.

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



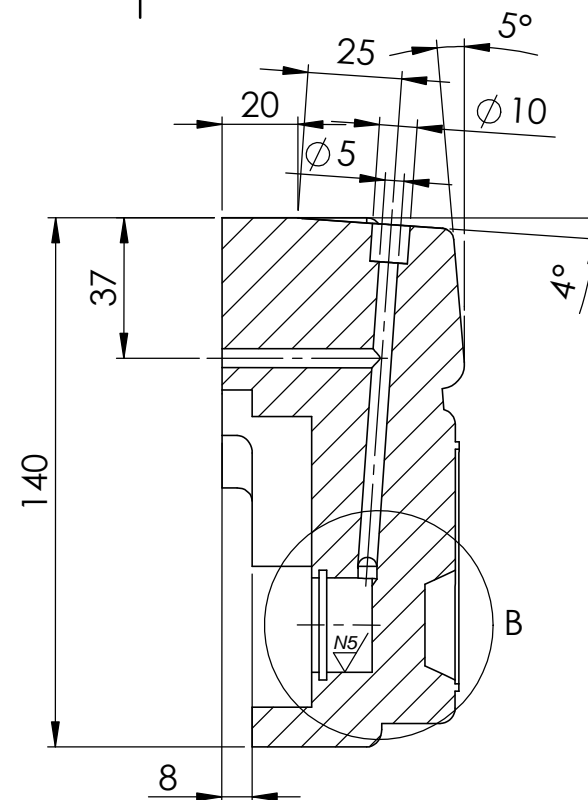
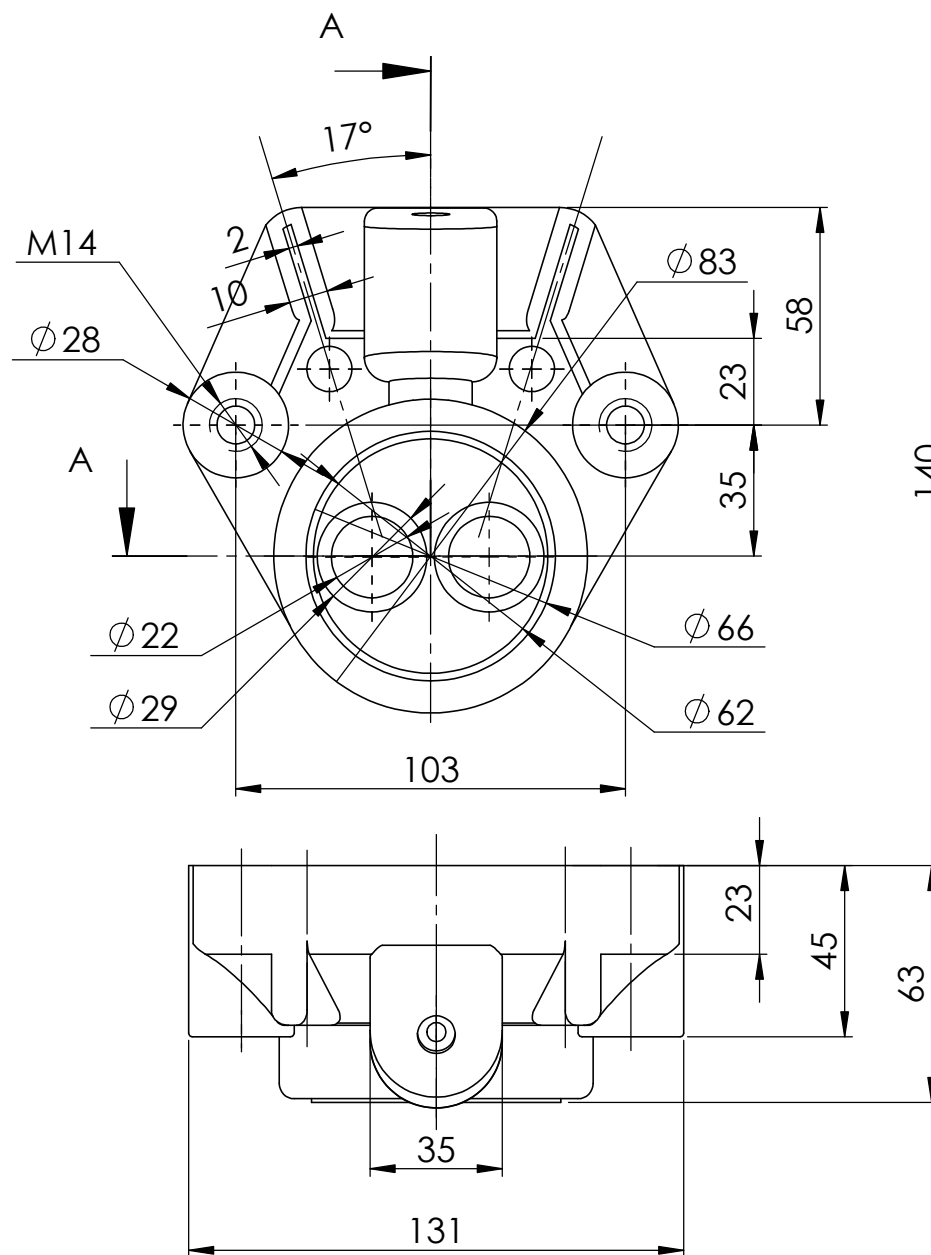
N11/



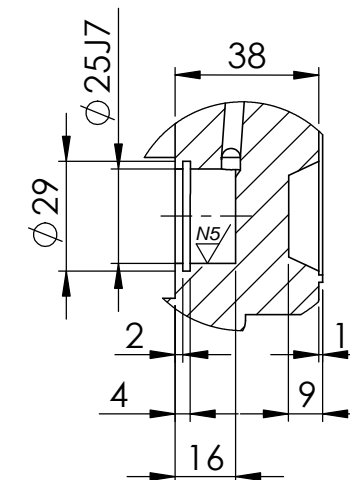
NOTA: Redondeo aristas radio 3 mm.

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

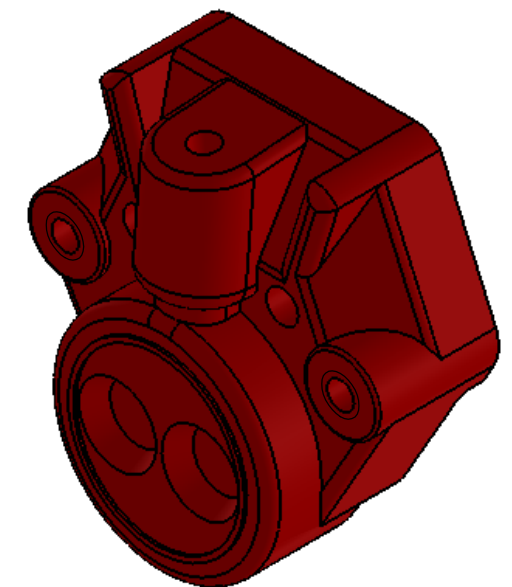
N11/ (N5/ )



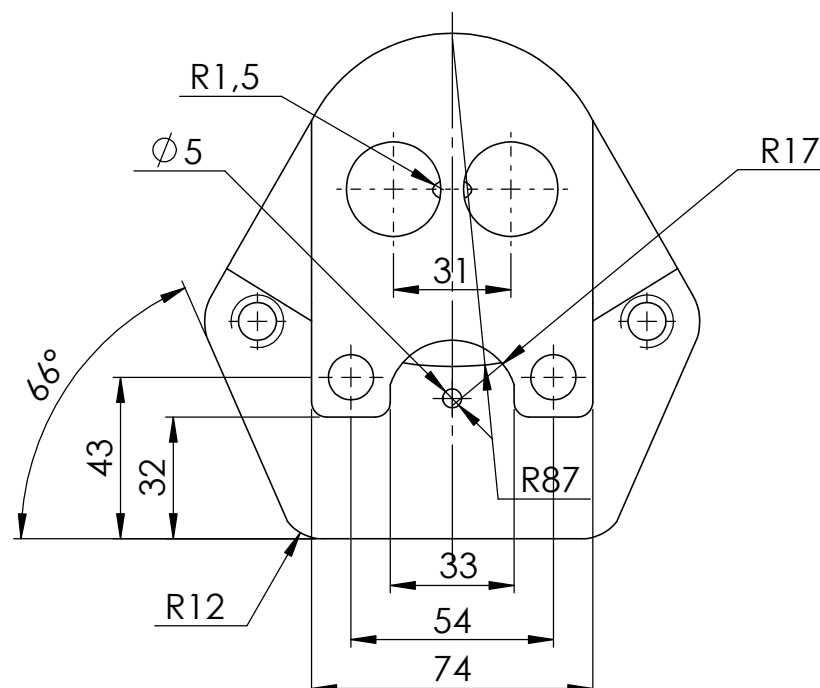
SECCIÓN A-A




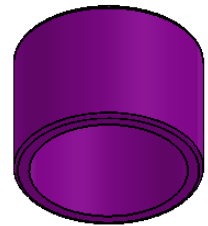
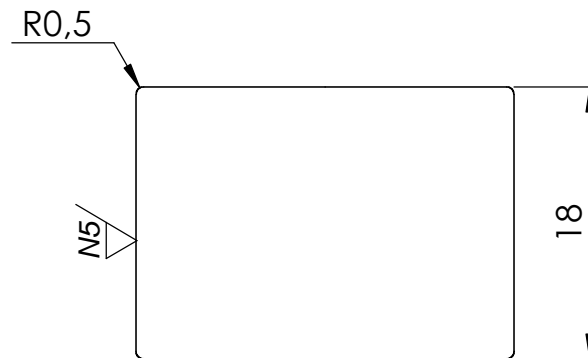
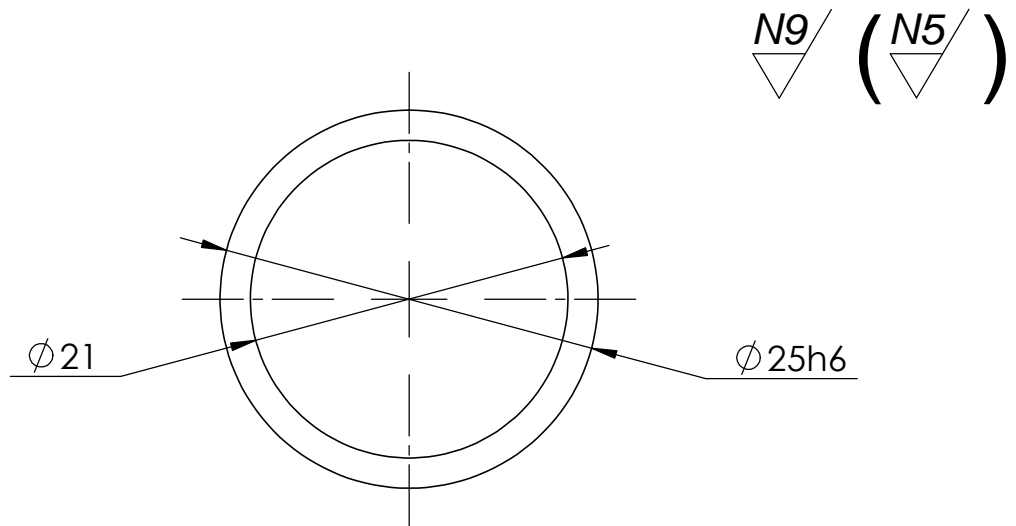
DETALLE B




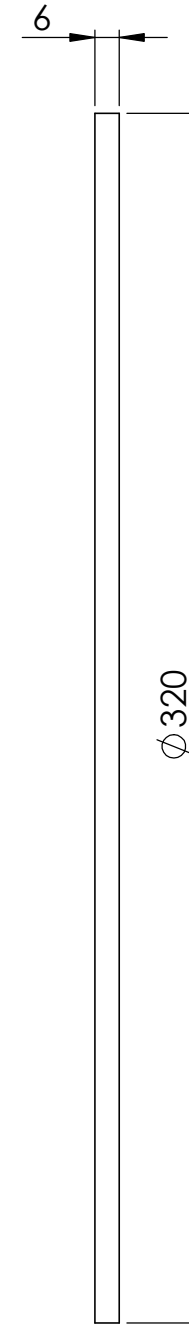
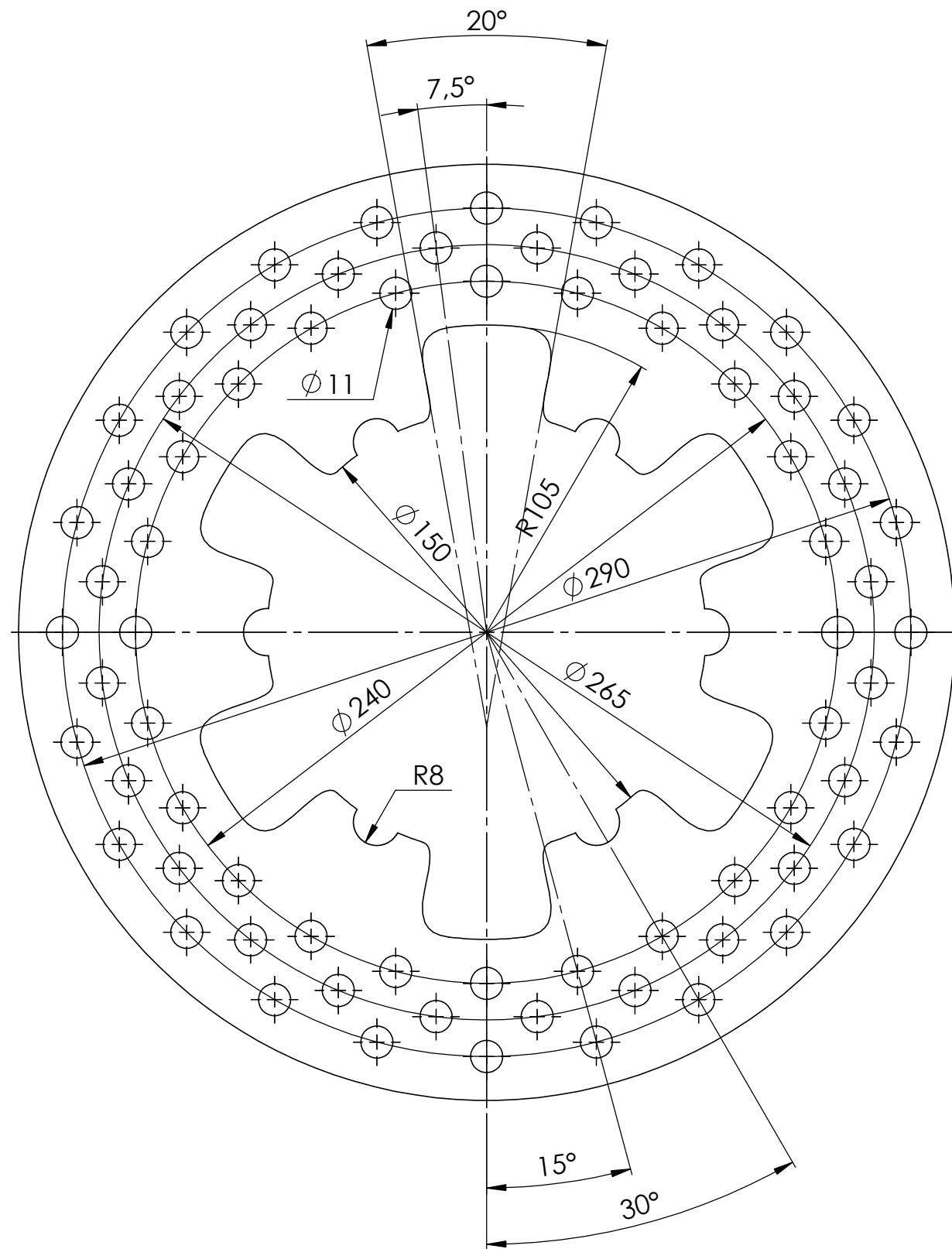
NOTA: Redondeo aristas radio 4 mm.



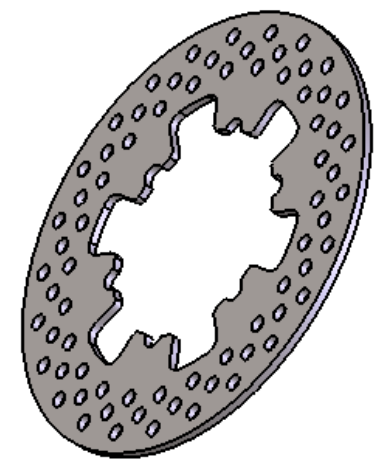
|            |              |                             |       |  |
|------------|--------------|-----------------------------|-------|--|
| 4          | 2.01         | Pinza                       |       | AL-2014  |
| Nº Piezas  | Nº Pieza     | Designación y observaciones |       | Material y medidas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




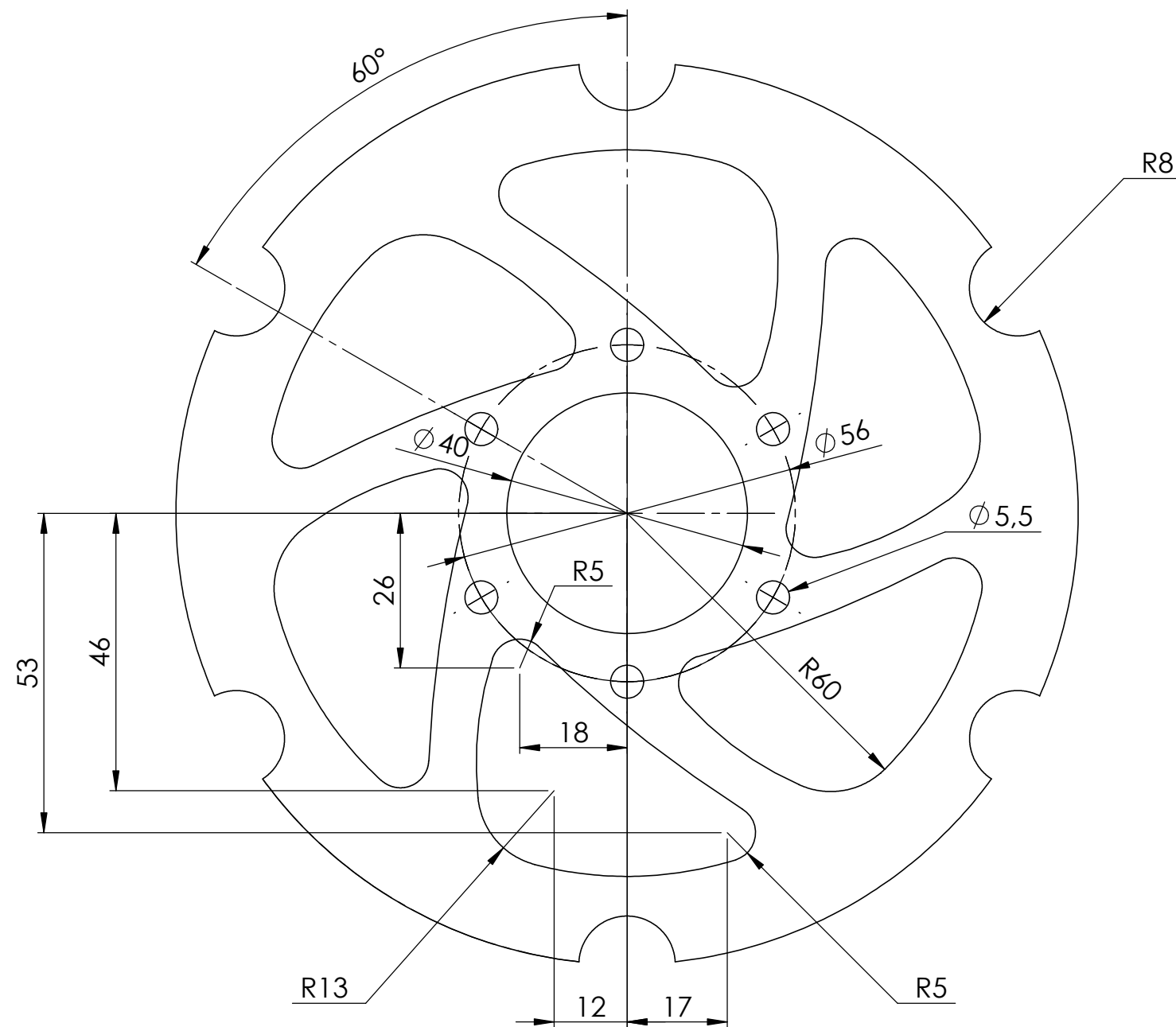
|            |          |                             |       |  |
|------------|----------|-----------------------------|-------|--|
| 8          | 2.02     | Pistón pinza                |       | F-1140 (Cromado)   |
| Nº Piezas  | Nº Pieza | Designación y observaciones |       | Material y medidas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



N11



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



N11/



|            |                |                             |       |   |  |
|------------|----------------|-----------------------------|-------|---|--|
| 2          | 2.06           | Disco interior              |       | FG 25   |  |
| Nº Piezas  | Nº Pieza       | Designación y observaciones |       | Material y medidas  |  |
|            | Fecha          | Nombre                      | Firma | <div></div> <div>Escuela de Ingeniería y Arquitectura<br/>Universidad Zaragoza</div> |  |
| Dibujado   | 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. HOMOLOGACIÓN 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  $\leq 200\text{ N}$*

*Pedal  $\leq 350\text{ N}$  (ciclomotores y motocicletas)*

*Pedal  $\leq 500\text{ N}$  (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 se 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  $160 \text{ Km/h}$  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  $-2,5 \text{ m/s}^2$  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  $V=60 \text{ Km/h}$  cumpla las siguientes especificaciones mínimas:

- *La pérdida de eficacia no será mayor del 60%.*
- *Deberá alcanzarse una deceleración de  $-4,4 \text{ m/s}^2$  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"><li>• Brazo de palanca: 160 mm</li><li>• Diámetro del pistón: 16 mm</li><li>• Anclajes</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Número de pistones: 8 (4 por pinza)</li><li>• Diámetro de los pistones: 25 mm</li><li>• Anclajes en la horquilla con orejetas</li><li>• No se admitirán pinzas flotantes</li><li>• Circuito de accionamiento: común</li></ul> |

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 incrementa 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:**

| <b>Ensayo 1: Motocicleta con un piloto de 70 Kg.</b> |  |                       |
|--|--|-----------------------|
| Condiciones de ensayo                                | Deceleración requerida                     | -5,8 m/s <sup>2</sup> |
|  | 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 un 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.

| <b>Ensayo 2: Motocicleta con masa máxima autorizada (MMA).</b> |  |                       |
|--|--|-----------------------|
| Condiciones de ensayo  | Deceleración                               | -5,8 m/s <sup>2</sup> |
|  | 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.

| <b>Ensayo 3: Ensayo sobre pavimento mojado.</b> |  |                       |
|---|--|-----------------------|
| Condiciones de ensayo                           | Deceleración                               | -2,5 m/s <sup>2</sup> |
|   | 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.