Trabajo de Fin de Grado

**Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales**

# Construcción de una máquina para medir las características de los muelles

**ANEXO**


**Autor:** André Montenegro Bernuy
**Director:** Lluís Roger Casals

**Convocatoria:** Abril 2017


ETSEIB

Escuela Técnica Superior

de Ingeniería Industrial de Barcelona

UPC

# ÍNDICE

**ÍNDICE** ..... **1**

**ANEXO** ..... **3**

**A. Ficha técnica del Aluminio 7075** ..... **3**

**B. Planos estructura** ..... **4**
B.1. Base ..... 4
B.2. Columna ..... 5
B.3. Viga superior ..... 6

**C. Cálculos** ..... **7**

**D. Estudio de muelles con la hoja de cálculo** ..... **8**

**E. Fotos máquina** ..... **15**

**F. Actas Reunión** ..... **18**
F.1. Sesión 1 ..... 18
F.2. Sesión2 ..... 19
F.3. Sesión 3 ..... 20
F.4. Sesión 4 ..... 21
F.5. Sesión 5 ..... 22

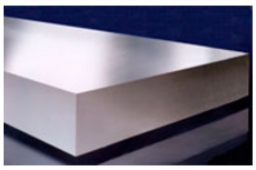
**G. Normativa** ..... **23**
G.1. Disposición agujeros ..... 23
G.2. Dural ..... 24
G.3. Dureza Tornillos ..... 25

**H. Facturas** ..... **26**

# ANEXO

## A. Ficha técnica del Aluminio 7075

# AW7075



### CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Aleación de alta resistencia. Alto límite elástico, adecuado para piezas sometidas a grandes fatigas.

### USO HABITUAL

Moldes soplado, troqueles, maquinaria, armamento, blindajes, industria automóvil, piezas estampadas, etc.

### POSIBILIDADES DE APLICACIÓN Y UTILIZACIÓN

| CRITERIOS | | |
|---|---|---|
| CORROSIÓN | Resistencia a atmósfera normal | Regular |
| | Resistencia atmósfera industrial | Mal |
| COND. ELÉCTRICA | Conductividad eléctrica | - |
| TRATAMIENTO SUP. | Abrillantado | - |
| | Anodizado industrial | Bien |
| | Anodizado decorativo | Regular |
| CONFORMADO | Plegado en caliente | - |
| | Plegado en frio | - |
| | Embutido/Repulsado | Mal |
| | Forjado | Bien |
| | Mecanizado | Bien |
| ENSAMBLAJE | Soldadura bajo atmósfera protectora | - |
| | Soldadura por resistencia | Bien |

### COMPOSICIÓN QUÍMICA

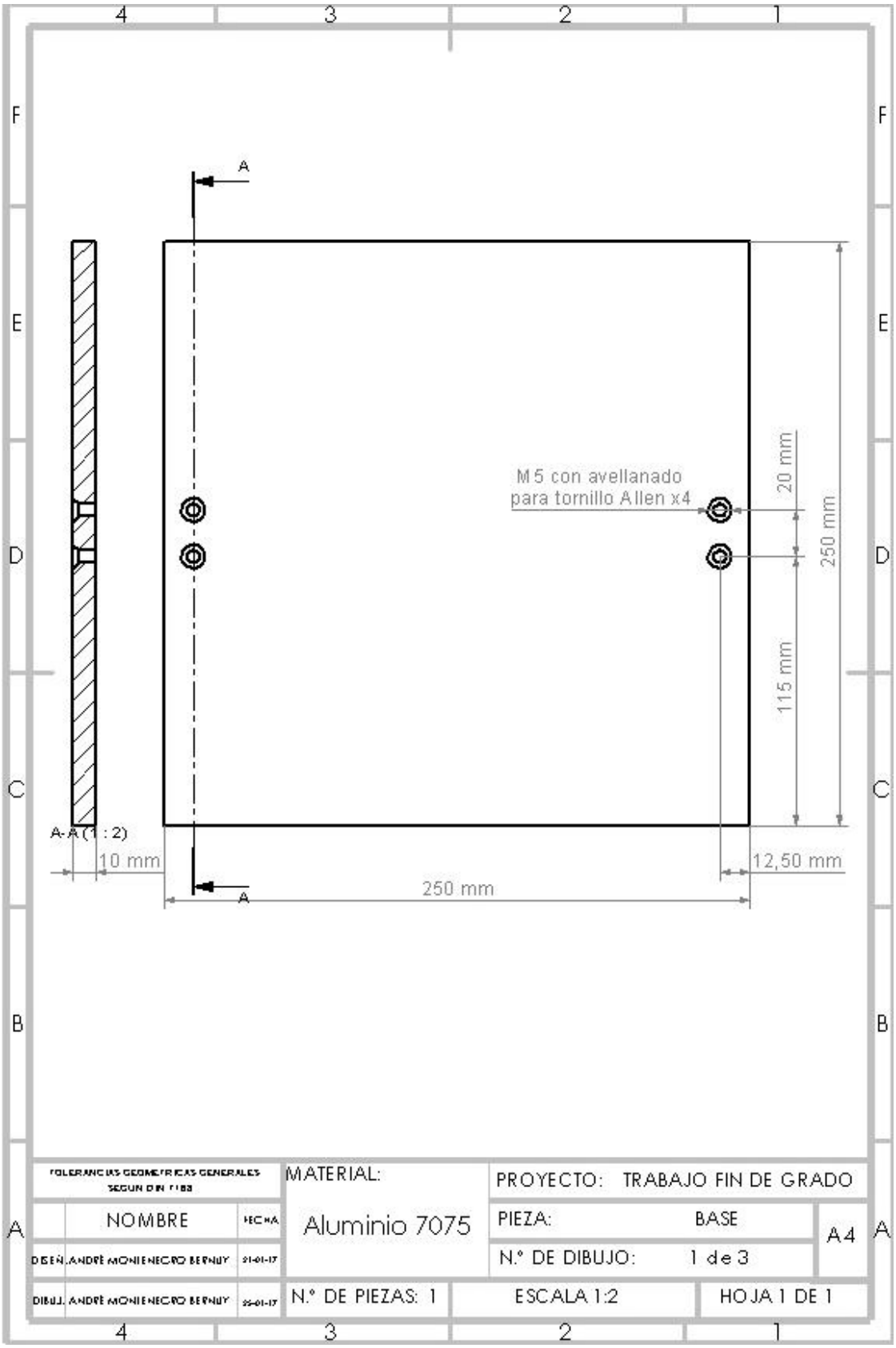
| ELEMENTOS | Si | Fe | Cu | Mn | Mg | Cr | Ni | Zn | Ti | Al | OTROS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MÍNIMO | - | - | 1,20 | - | 2,10 | 0,18 | - | 5,10 | - | - | - |
| MÁXIMO | 0,40 | 0,50 | 2,00 | 0,30 | 2,90 | 0,28 | - | 6,10 | 0,20 | RESTO | 0,25 Zr+Ti |

### CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

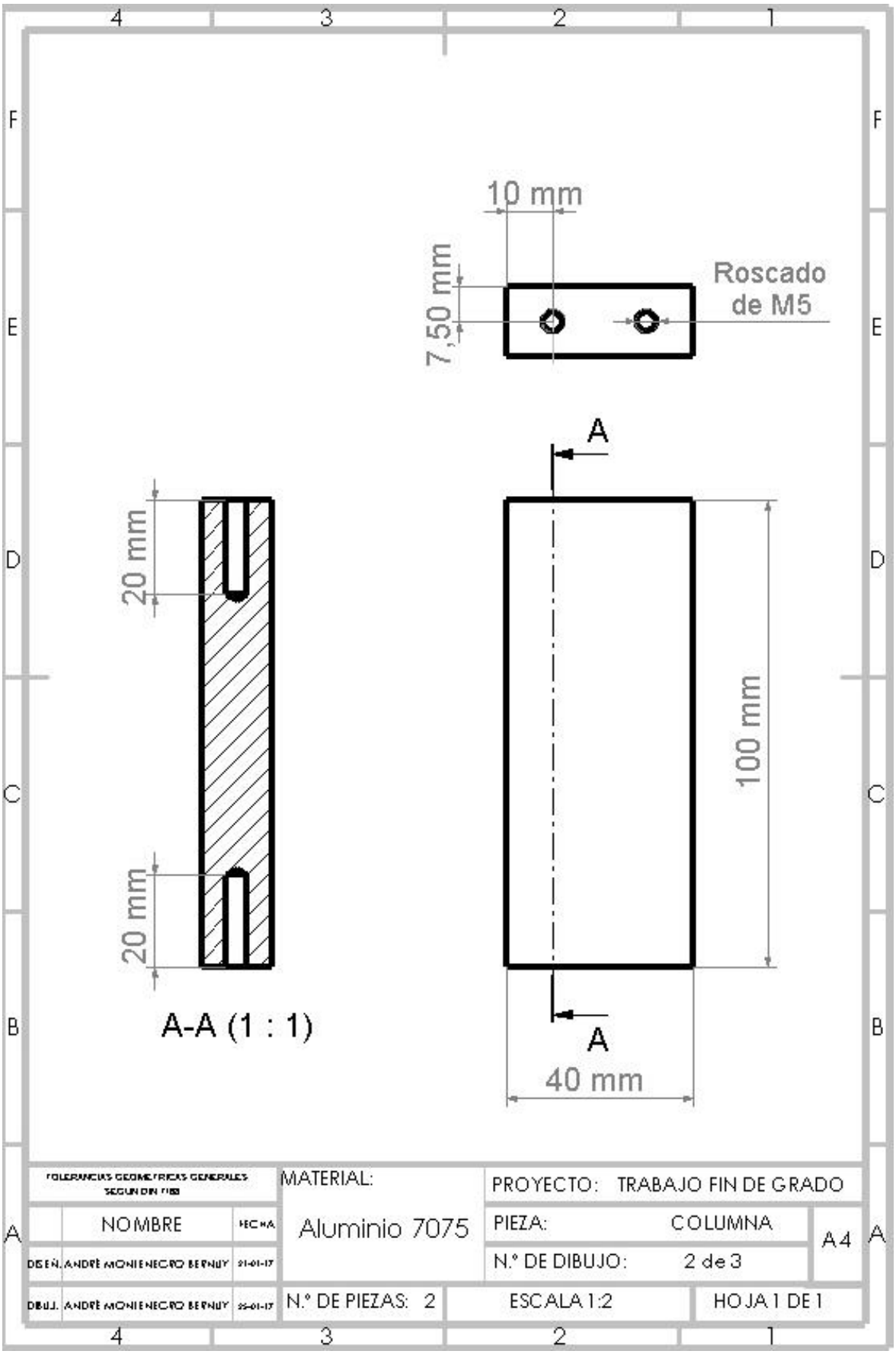
| ESTADO METALÚRGICO | Rp 0,2 (MPa) | Rm (MPa) | A50 (%) | Dureza HB |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 150 | 280 | - | - |
| T6 | 480 | 540 | 11 | 145 |

# B. Planos estructura

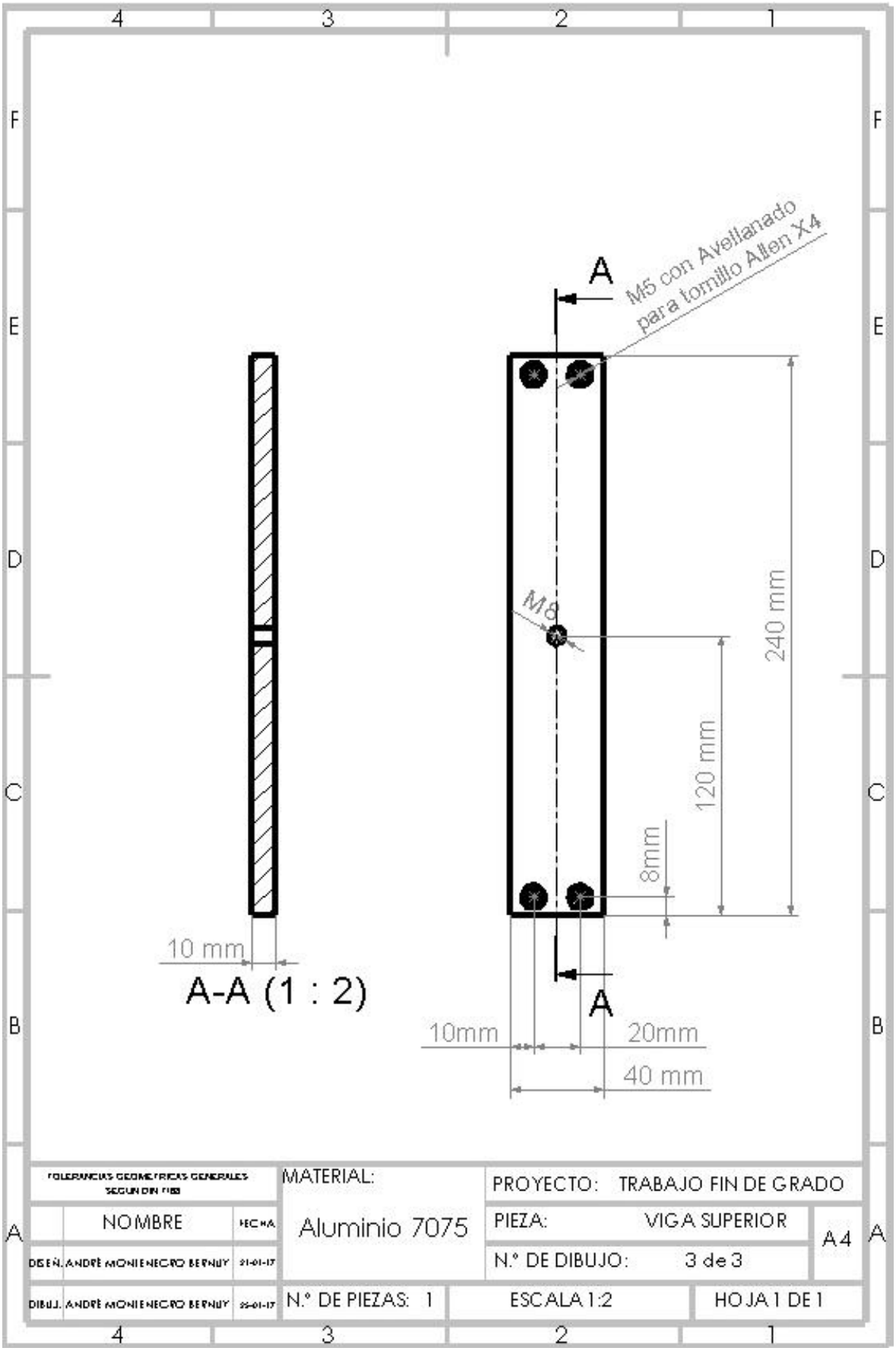
## B.1. Base



## B.2. Columna


10 mm
7,50 mm
Roscado de M5
A
20 mm
20 mm
100 mm
A-A (1 : 1)
A
40 mm
TOLERANCIAS GEOMÉTRICAS GENERALES SEGÚN DIN 7168
NOMBRE
FECHA
DISEÑ. ANDRÉ MONTENEGRO BERNUY 21-01-17
DIBUJ. ANDRÉ MONTENEGRO BERNUY 25-01-17
MATERIAL:
Aluminio 7075
N.º DE PIEZAS: 2
PROYECTO: TRABAJO FIN DE GRADO
PIEZA: COLUMNA
N.º DE DIBUJO: 2 de 3
A4
ESCALA 1:2
HOJA 1 DE 1

## B.3. Viga superior



# C. Cálculos

**Cálculos de la ecuación 4.1:**

$$\sigma_{ADM} = \frac{480}{1{,}5} = 240\,\frac{N}{mm^2}$$

**Cálculos de la ecuación 4.3:**

$$W_z \geq \frac{|M_{z\,máx}|}{\sigma_{ADM}} = \frac{|9000\,N \cdot mm|}{240\,\frac{N}{mm^2}} = 37{,}50\,mm^3$$

**Cálculos ecuación 4.5:**

$$F_{t,Rd} = \frac{0{,}9 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} \cdot 0{,}7 = 7182\,N$$

Dónde las variables son:

$$f_{ub} = 1000\,N/mm^2$$

$$\gamma_{M2} = 1{,}25$$

$$A_s = \frac{\pi \cdot d_s^2}{4} = 14{,}25$$

Siendo $d_s$ :

$$d_s = \frac{d_c + d_f}{2} = \frac{4{,}02 + 4{,}51}{2} = 4{,}26$$

$$d_f = \frac{d_c + d}{2} = \frac{4{,}02 + 5}{2} = 4{,}51$$

# D. Estudio de muelles con la hoja de cálculo

## MUELLE PLATEADO 1

| | | | |
|---|---|---|---|
| **DATOS** | | ***Modificar únicamente los campos marcados* | |
| **Factores Geométricos** | | | |
| Diámetro Muelle (mm): | 16,50 | Módulo Rigidez (MPa): | 80000 |
| Diámetro Hilo (mm): | 1,70 | Número Espiras: | 9 |
| Tipo de Extremo: | Cerrado Rectificado | | |
| **Ensayo** | | | |
| | | ***No tocar los siguientes campos:* | |
| Fuerza Aplicada (N): | 40,44 | Número Espiras Activas: | 7 |
| Longitud Inicial (mm): | 64,42 | Paso del muelle: | 8,72 |
| Longitud Final (mm): | 46,86 | Índice del muelle: | 9,71 |
| ***RESULTADOS FINALES*** | | | |
| ***VALORES CARACTERÍSTICOS TEÓRICOS*** | | **VALORES CARACTERÍSTICOS EXPERIMENTALES** | |
| Constante de Rigidez: | 2,66 | Constante de Rigidez: | 2,30 |
| Deformación (mm): | 15,22 | Deformación (mm): | 17,56 |
| Tensión cortante (MPa): | 363,64 | | |

## MUELLE PLATEADO 2

| | | | |
|---|---|---|---|
| **DATOS** | | ***Modificar únicamente los campos marcados* | |
| **Factores Geométricos** | | | |
| Diámetro Muelle (mm): | 20,30 | Módulo Rigidez (MPa): | 80000 |
| Diámetro Hilo (mm): | 2,68 | Número Espiras: | 10 |
| Tipo de Extremo: | Cerrado Rectificado | | |
| **Ensayo** | | | |
| | | ***No tocar los siguientes campos:* | |
| Fuerza Aplicada (N): | 147,15 | Número Espiras Activas: | 8 |
| Longitud Inicial (mm): | 63,31 | Paso del muelle: | 7,24 |
| Longitud Final (mm): | 42,46 | Índice del muelle: | 7,57 |
| ***RESULTADOS FINALES*** | | | |
| ***VALORES CARACTERÍSTICOS TEÓRICOS*** | | **VALORES CARACTERÍSTICOS EXPERIMENTALES** | |
| Constante de Rigidez: | 7,71 | Constante de Rigidez: | 7,06 |
| Deformación (mm): | 19,09 | Deformación (mm): | 20,85 |
| Tensión cortante (MPa): | 421,26 | | |

## MUELLES GRISES

### Muelle 1:

**DATOS** ***Modificar únicamente los campos marcados*

**Factores Geométricos**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Diámetro Muelle (mm): | 18,87 | Módulo Rigidez (MPa): | 80000 |
| Diámetro Hilo (mm): | 2,24 | Número Espiras: | 12 |
| Tipo de Extremo: | Cerrado Rectificado | | |

**Ensayo**

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | ***No tocar los siguientes campos:* | |
| Fuerza Aplicada (N): | 98,31 | Número Espiras Activas: | 10 |
| Longitud Inicial (mm): | 61,28 | Paso del muelle: | 5,68 |
| Longitud Final (mm): | 32,52 | Índice del muelle: | 8,42 |

***RESULTADOS FINALES***

| *VALORES CARACTERÍSTICOS TEÓRICOS* | | VALORES CARACTERÍSTICOS EXPERIMENTALES | |
|---|---|---|---|
| Constante de Rigidez: | 3,75 | Constante de Rigidez: | 3,42 |
| Deformación (mm): | 26,24 | Deformación (mm): | 28,76 |
| Tensión cortante (MPa): | 445,25 | | |

### Muelle 2:

**DATOS** ***Modificar únicamente los campos marcados*

**Factores Geométricos**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Diámetro Muelle (mm): | 19,29 | Módulo Rigidez (MPa): | 80000 |
| Diámetro Hilo (mm): | 2,26 | Número Espiras: | 12 |
| Tipo de Extremo: | Cerrado Rectificado | | |

**Ensayo**

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | ***No tocar los siguientes campos:* | |
| Fuerza Aplicada (N): | 98,79 | Número Espiras Activas: | 10 |
| Longitud Inicial (mm): | 60,74 | Paso del muelle: | 5,62 |
| Longitud Final (mm): | 31,75 | Índice del muelle: | 8,54 |

***RESULTADOS FINALES***

| *VALORES CARACTERÍSTICOS TEÓRICOS* | | VALORES CARACTERÍSTICOS EXPERIMENTALES | |
|---|---|---|---|
| Constante de Rigidez: | 3,63 | Constante de Rigidez: | 3,41 |
| Deformación (mm): | 27,18 | Deformación (mm): | 28,99 |
| Tensión cortante (MPa): | 445,02 | | |

## MUELLE AZUL DIÁMETRO GRANDE

### DATOS

***Modificar únicamente los campos marcados*

#### Factores Geométricos

| | | | |
|---|---|---|---|
| Diámetro Muelle (mm): | 25,80 | Módulo Rigidez (MPa): | 80000 |
| Diámetro Hilo (mm): | 3,32 | Número Espiras: | 7 |
| Tipo de Extremo: | Cerrado Rectificado | | |

#### Ensayo

***No tocar los siguientes campos:*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Fuerza Aplicada (N): | 147,90 | Número Espiras Activas: | 5 |
| Longitud Inicial (mm): | 54,73 | Paso del muelle: | 9,62 |
| Longitud Final (mm): | 41,46 | Índice del muelle: | 7,77 |

### *RESULTADOS FINALES*

| *VALORES CARACTERÍSTICOS TEÓRICOS* | | VALORES CARACTERÍSTICOS EXPERIMENTALES | |
|---|---|---|---|
| Constante de Rigidez: | 14,15 | Constante de Rigidez: | 11,15 |
| Deformación (mm): | 10,45 | Deformación (mm): | 13,27 |
| Tensión cortante (MPa): | 282,61 | | |

## MUELLE ROJO PEQUEÑO

### DATOS

***Modificar únicamente los campos marcados*

#### Factores Geométricos

| | | | |
|---|---|---|---|
| Diámetro Muelle (mm): | 21,54 | Módulo Rigidez (MPa): | 80000 |
| Diámetro Hilo (mm): | 2,37 | Número Espiras: | 8 |
| Tipo de Extremo: | Cerrado Rectificado | | |

#### Ensayo

***No tocar los siguientes campos:*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Fuerza Aplicada (N): | 146,72 | Número Espiras Activas: | 6 |
| Longitud Inicial (mm): | 53,53 | Paso del muelle: | 8,13 |
| Longitud Final (mm): | 24,31 | Índice del muelle: | 9,09 |

### *RESULTADOS FINALES*

| *VALORES CARACTERÍSTICOS TEÓRICOS* | | VALORES CARACTERÍSTICOS EXPERIMENTALES | |
|---|---|---|---|
| Constante de Rigidez: | 5,26 | Constante de Rigidez: | 5,02 |
| Deformación (mm): | 27,89 | Deformación (mm): | 29,22 |
| Tensión cortante (MPa): | 637,81 | | |

## MUELLES AZULES PEQUEÑOS

### Muelle 1:

**DATOS** ***Modificar únicamente los campos marcados*

**Factores Geométricos**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Diámetro Muelle (mm): | 21,70 | Módulo Rigidez (MPa): | 80000 |
| Diámetro Hilo (mm): | 2,40 | Número Espiras: | 9 |
| Tipo de Extremo: | Cerrado Rectificado | | |

**Ensayo**

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | ***No tocar los siguientes campos:* | |
| Fuerza Aplicada (N): | 147,35 | Número Espiras Activas: | 7 |
| Longitud Inicial (mm): | 52,34 | Paso del muelle: | 6,79 |
| Longitud Final (mm): | 21,58 | Índice del muelle: | 9,04 |

***RESULTADOS FINALES***

| *VALORES CARACTERÍSTICOS TEÓRICOS* | | VALORES CARACTERÍSTICOS EXPERIMENTALES | |
|---|---|---|---|
| Constante de Rigidez: | 4,64 | Constante de Rigidez: | 4,79 |
| Deformación (mm): | 31,77 | Deformación (mm): | 30,76 |
| Tensión cortante (MPa): | 621,57 | | |

### Muelle 2:

**DATOS** ***Modificar únicamente los campos marcados*

**Factores Geométricos**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Diámetro Muelle (mm): | 21,60 | Módulo Rigidez (MPa): | 80000 |
| Diámetro Hilo (mm): | 2,38 | Número Espiras: | 9 |
| Tipo de Extremo: | Cerrado Rectificado | | |

**Ensayo**

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | ***No tocar los siguientes campos:* | |
| Fuerza Aplicada (N): | 131,83 | Número Espiras Activas: | 7 |
| Longitud Inicial (mm): | 53,10 | Paso del muelle: | 6,91 |
| Longitud Final (mm): | 22,25 | Índice del muelle: | 9,08 |

***RESULTADOS FINALES***

| *VALORES CARACTERÍSTICOS TEÓRICOS* | | VALORES CARACTERÍSTICOS EXPERIMENTALES | |
|---|---|---|---|
| Constante de Rigidez: | 4,55 | Constante de Rigidez: | 4,27 |
| Deformación (mm): | 28,98 | Deformación (mm): | 30,85 |
| Tensión cortante (MPa): | 567,50 | | |

## MUELLE LILA

### DATOS

***Modificar únicamente los campos marcados*

#### Factores Geométricos

| | | | |
|---|---|---|---|
| Diámetro Muelle (mm): | 18,72 | Módulo Rigidez (MPa): | 80000 |
| Diámetro Hilo (mm): | 2,46 | Número Espiras: | 7 |
| Tipo de Extremo: | Cerrado Rectificado | | |

#### Ensayo

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | ***No tocar los siguientes campos:* | |
| Fuerza Aplicada (N): | 146,80 | Número Espiras Activas: | 5 |
| Longitud Inicial (mm): | 45,19 | Paso del muelle: | 8,05 |
| Longitud Final (mm): | 29,29 | Índice del muelle: | 7,61 |

### *RESULTADOS FINALES*

| *VALORES CARACTERÍSTICOS TEÓRICOS* | | VALORES CARACTERÍSTICOS EXPERIMENTALES | |
|---|---|---|---|
| Constante de Rigidez: | 11,16 | Constante de Rigidez: | 9,23 |
| Deformación (mm): | 13,15 | Deformación (mm): | 15,90 |
| Tensión cortante (MPa): | 500,96 | | |

## MUELLE BLANCO

### DATOS

***Modificar únicamente los campos marcados*

#### Factores Geométricos

| | | | |
|---|---|---|---|
| Diámetro Muelle (mm): | 19,52 | Módulo Rigidez (MPa): | 80000 |
| Diámetro Hilo (mm): | 2,38 | Número Espiras: | 9 |
| Tipo de Extremo: | Cerrado Rectificado | | |

#### Ensayo

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | ***No tocar los siguientes campos:* | |
| Fuerza Aplicada (N): | 98,30 | Número Espiras Activas: | 7 |
| Longitud Inicial (mm): | 55,57 | Paso del muelle: | 7,26 |
| Longitud Final (mm): | 38,39 | Índice del muelle: | 8,20 |

### *RESULTADOS FINALES*

| *VALORES CARACTERÍSTICOS TEÓRICOS* | | VALORES CARACTERÍSTICOS EXPERIMENTALES | |
|---|---|---|---|
| Constante de Rigidez: | 6,16 | Constante de Rigidez: | 5,72 |
| Deformación (mm): | 15,95 | Deformación (mm): | 17,18 |
| Tensión cortante (MPa): | 384,54 | | |

## MUELLES NEGROS

### Muelle 1:

**DATOS** ***Modificar únicamente los campos marcados*

**Factores Geométricos**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Diámetro Muelle (mm): | 17,65 | Módulo Rigidez (MPa): | 80000 |
| Diámetro Hilo (mm): | 1,79 | Número Espiras: | 8,5 |
| Tipo de Extremo: | Cerrado Rectificado | | |

**Ensayo**

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | ***No tocar los siguientes campos:* | |
| Fuerza Aplicada (N): | 49,14 | Número Espiras Activas: | 6,5 |
| Longitud Inicial (mm): | 55,30 | Paso del muelle: | 7,96 |
| Longitud Final (mm): | 35,46 | Índice del muelle: | 9,86 |

***RESULTADOS FINALES***

| *VALORES CARACTERÍSTICOS TEÓRICOS* | | VALORES CARACTERÍSTICOS EXPERIMENTALES | |
|---|---|---|---|
| Constante de Rigidez: | 2,87 | Constante de Rigidez: | 2,48 |
| Deformación (mm): | 17,11 | Deformación (mm): | 19,84 |
| Tensión cortante (MPa): | 404,62 | | |

### Muelle 2:

**DATOS** ***Modificar únicamente los campos marcados*

**Factores Geométricos**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Diámetro Muelle (mm): | 17,65 | Módulo Rigidez (MPa): | 80000 |
| Diámetro Hilo (mm): | 1,79 | Número Espiras: | 8,75 |
| Tipo de Extremo: | Cerrado Rectificado | | |

**Ensayo**

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | ***No tocar los siguientes campos:* | |
| Fuerza Aplicada (N): | 79,19 | Número Espiras Activas: | 6,75 |
| Longitud Inicial (mm): | 55,30 | Paso del muelle: | 7,66 |
| Longitud Final (mm): | 24,78 | Índice del muelle: | 9,86 |

***RESULTADOS FINALES***

| *VALORES CARACTERÍSTICOS TEÓRICOS* | | VALORES CARACTERÍSTICOS EXPERIMENTALES | |
|---|---|---|---|
| Constante de Rigidez: | 2,77 | Constante de Rigidez: | 2,59 |
| Deformación (mm): | 28,63 | Deformación (mm): | 30,52 |
| Tensión cortante (MPa): | 652,05 | | |

## MUELLES EXTREMOS CERRADOS

### Muelle 1:

**DATOS** ***Modificar únicamente los campos marcados*

**Factores Geométricos**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Diámetro Muelle (mm): | 17,47 | Módulo Rigidez (MPa): | 80000 |
| Diámetro Hilo (mm): | 1,40 | Número Espiras: | 11 |
| Tipo de Extremo: | Cerrado Rectificado | | |

**Ensayo**

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | ***No tocar los siguientes campos:* | |
| Fuerza Aplicada (N): | 19,71 | Número Espiras Activas: | 9 |
| Longitud Inicial (mm): | 65,53 | Paso del muelle: | 6,97 |
| Longitud Final (mm): | 31,94 | Índice del muelle: | 12,48 |

***RESULTADOS FINALES***

| *VALORES CARACTERÍSTICOS TEÓRICOS* | | VALORES CARACTERÍSTICOS EXPERIMENTALES | |
|---|---|---|---|
| Constante de Rigidez: | 0,80 | Constante de Rigidez: | 0,59 |
| Deformación (mm): | 24,62 | Deformación (mm): | 33,59 |
| Tensión cortante (MPa): | 332,35 | | |

### Muelle 2:

**DATOS** ***Modificar únicamente los campos marcados*

**Factores Geométricos**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Diámetro Muelle (mm): | 18,77 | Módulo Rigidez (MPa): | 80000 |
| Diámetro Hilo (mm): | 1,27 | Número Espiras: | 5,5 |
| Tipo de Extremo: | Cerrado Rectificado | | |

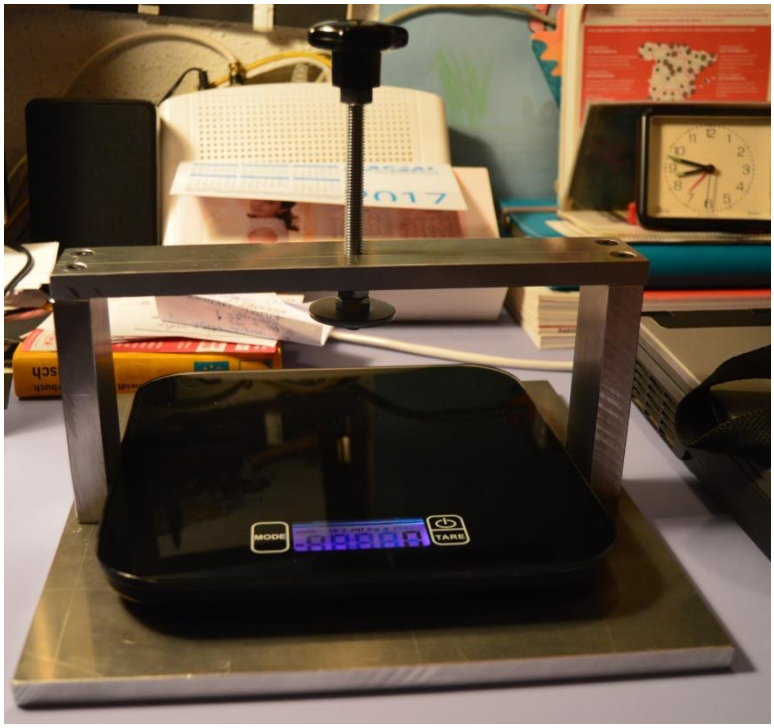
**Ensayo**

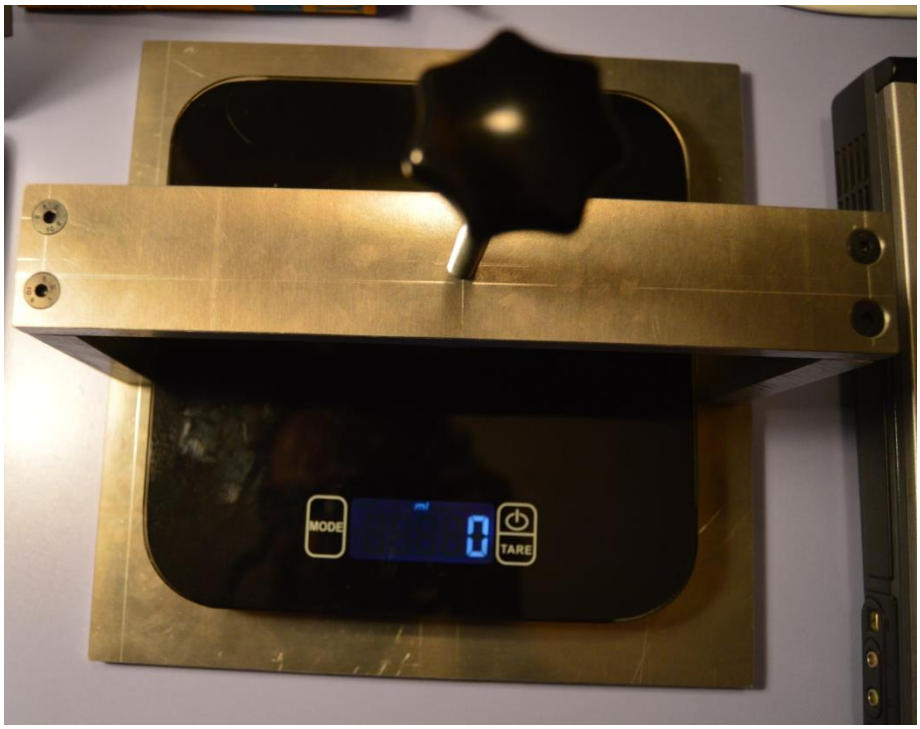
| | | | |
|---|---|---|---|
| | | ***No tocar los siguientes campos:* | |
| Fuerza Aplicada (N): | 20,37 | Número Espiras Activas: | 3,5 |
| Longitud Inicial (mm): | 41,16 | Paso del muelle: | 11,03 |
| Longitud Final (mm): | 24,77 | Índice del muelle: | 14,78 |

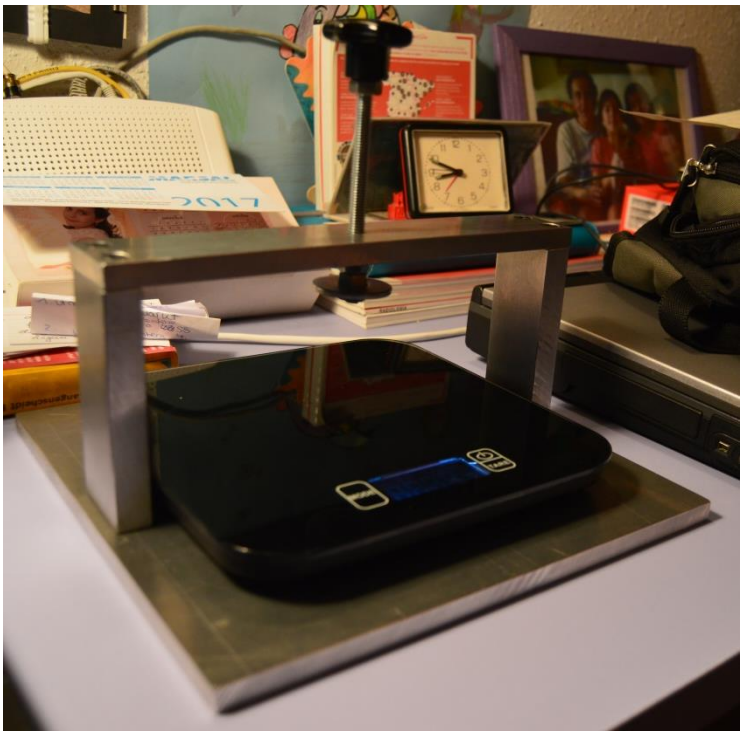
***RESULTADOS FINALES***

| *VALORES CARACTERÍSTICOS TEÓRICOS* | | VALORES CARACTERÍSTICOS EXPERIMENTALES | |
|---|---|---|---|
| Constante de Rigidez: | 1,12 | Constante de Rigidez: | 1,24 |
| Deformación (mm): | 18,12 | Deformación (mm): | 16,39 |
| Tensión cortante (MPa): | 491,40 | | |

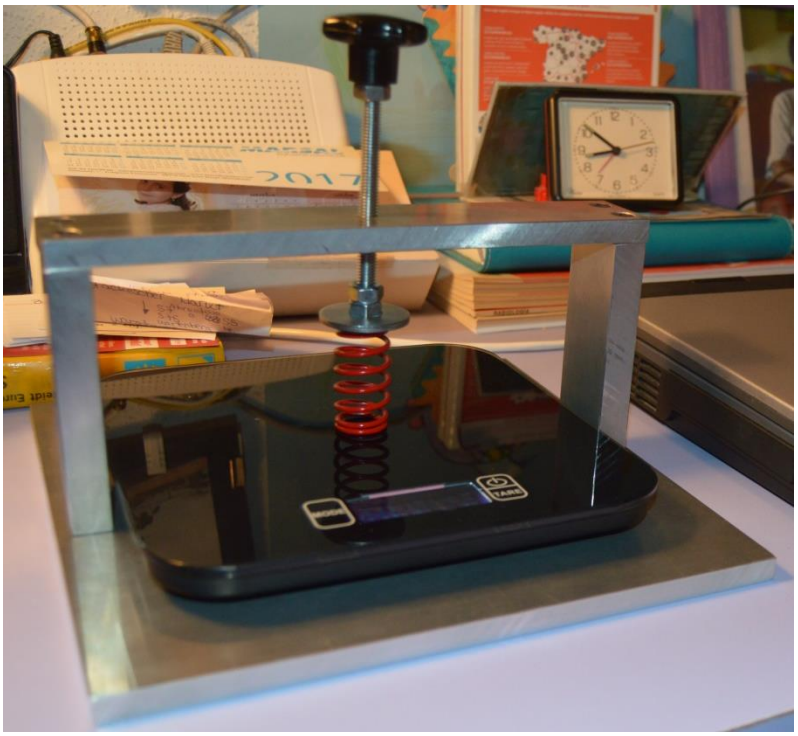
# E. Fotos máquina





MODE
3.454
TARE



# F. Actas Reunión

## F.1. Sesión 1

**Acta de reunión con el director de TFG**

Núm. de sesión: 1
Fecha: 27 de Julio de 2016
Hora de comienzo: 18.30 h
Hora de finalización: 19 h
Lugar: Despacho de Lluís Roger Casals (Pab. F, Planta 0)

**Miembros**

Asistentes:
Lluís Roger Casals, presidente
André Montenegro

**Desarrollo de la sesión**

1. El presidente empieza la sesión con una explicación de en qué consiste y qué usos se le dará a la máquina que se busca realizar como parte del trabajo de fin de grado.
2. Se muestra una imagen de una posible solución final de la máquina que se busca implementar y el cómo llegar a ese resultado. También se da a conocer la fuerza que los muelles han de llegar a soportar.
3. Finalmente se deciden los objetivos finales que se quieren alcanzar al terminar el trabajo.

**Acuerdos**

1. Se tendrá que investigar acerca del material del que se realizará parte del montaje.
2. Estudiar los esfuerzos que tendrá que soportar la máquina cuando se ensaye alguno de los muelles (éstos soportan ensayos de 50 kN).
3. Estudiar cómo encontrar las características de los diferentes tipos de muelles (cilíndricos, cónicos…).
4. Planteamiento de cómo realizar la balanza (obtenerla mediante compra directa o construyéndola a partir de galgas). Aún pendiente de acordar.
5. Estudiar la futura implementación del sensor de desplazamiento a la máquina para poder visualizar la distancia de desplazamiento del muelle a la hora de ensayar.

Sin más asuntos que tratar, el presidente levanta la sesión a las 19 h.

## F.2. Sesión2

**Acta de reunión con el director de TFG**

Núm. de sesión: 2
Fecha: 6 de Octubre de 2016
Hora de comienzo: 18 h
Hora de finalización: 18:30 h
Lugar: Despacho de Lluís Roger Casals

**Miembros**

Asistentes:
Lluís Roger Casals, presidente
André Montenegro

**Desarrollo de la sesión**

1. Se habla sobre dónde poder encontrar información del tema muelles, cálculo de tornillos y balanzas para poder proseguir con la búsqueda de información.

**Acuerdos**

1. Buscar TEM de cálculo de muelles y de Cálculo de tornillos.
2. En caso de tener más dudas sobre muelles contactar con Jordi Martínez Miralles.
3. Buscar TFG sobre balanzas y su montaje.
4. El material de la estructura de la máquina seguramente sea aluminio 70-80%.
5. Buscar más información acerca del precio de células de carga que soporten 10-15 kg.
6. Dimensiones del muelle, próxima sesión obtener una muestra del muelle con el que se ensayará en la máquina.

Sin más asuntos que tratar, el presidente levanta la sesión a las 18:30 h.

## F.3. Sesión 3

**Acta de reunión con el director de TFG**

Núm. de sesión: 1
Fecha: 15 de Diciembre de 2016
Hora de comienzo: 18 h
Hora de finalización: 18:25 h
Lugar: Despacho de Lluís Roger Casals (Pab. F, Planta 0)

**Miembros**

Asistentes:
Lluís Roger Casals, presidente
André Montenegro

**Desarrollo de la sesión**

1. Se ha hablado sobre el diseño de la máquina para medir muelles y sobre buscar información sobre el cálculo de muelles de eje variable, sección variable y/o cónica.
2. Se me ha entregado el muelle de ensayo.

**Acuerdos**

1. Pendiente de confirmar la balanza comprada por el presidente para empezar el dimensionado de la estructura de la máquina.
2. Averiguar acerca de sensores de desplazamiento en la tienda DIETRONICS.
3. Usar tornillos Allen cónicos de métrica 5-6.
4. Calcular el grosor de las columnas de la estructura mediante cálculo de pórtico.
5. Usar tornillos para unir la estructura.
6. Rechazada la opción de usar 3 columnas de apoyo.
7. Pendiente de encontrar un material alternativo para la base, sino será de aluminio como el resto de la estructura.
8. El material ha de ser aluminio anticorrosivo, sino, usar capa de pintura para evitar la corrosión.
9. Acostumbrarse a usar como unidad de medida el milímetro.
10. Buscar barra roscada de paso largo en RS online o en Essentra.

## F.4. Sesión 4

**Acta de reunión con el director de TFG**

Núm. de sesión: 4
Fecha: 2 de Febrero de 2017
Hora de comienzo: 19 h
Hora de finalización: 19:25 h

**Miembros**

Asistentes:
Lluís Roger Casals, presidente
André Montenegro

**Desarrollo de la sesión**

1. Se ha hablado sobre los planos de la máquina.
2. Planos entregados para revisión.
3. Consultas de dudas de cálculos.

**Acuerdos**

1. Estudiar más acerca de las uniones con tornillo – revisar TEM de Uniones.
2. Intentar cambiar la métrica de los tornillos, de M5 a M6, ya que la durabilidad de los M5 en el cabezal es menor.
3. Revisar nuevamente los planos de la estructura.
4. Averiguar más acerca de tornillos 12.9 (Reyzabal).
5. Material usado para la estructura es el Aluminio 7075.
6. Seguir buscando información acerca de los muelles de sección variables.
7. Repasar más teoría sobre pórticos.
8. Consultar a Francesc Roure próximamente para consultar si los cálculos están bien realizados.

## F.5. Sesión 5

**Acta de reunión con el director de TFG**

Núm. de sesión: 5
Fecha: 20 de Abril de 2017
Hora de comienzo: 20 h
Hora de finalización: 21:15 h

**Miembros**

Asistentes:
Lluís Roger Casals, presidente
André Montenegro

**Desarrollo de la sesión**

1. Se ha comprobado la funcionalidad de la máquina y se han hecho pequeños ajustes en las tuercas.
2. Se han planteado mejoras.
3. Consultas de dudas de cálculos.
4. Se me ha facilitado material de medida y muelles a ensayar.
5. Consultas de la introducción, el resumen, referencias bibliográficas, anexo y conclusión.
6. Se ha intercambiado la hoja de Excel de medidas de los muelles.

**Acuerdos**

1. Ensayar todos los muelles entregados.
2. Incluir en el anexo imágenes de la máquina acabada, hojas de Excel del cálculo de todos los muelles, las facturas de todos los elementos y normativas, así como los planos correctamente hechos.
3. Pedir fotos y factura de la balanza al tutor.
4. Consultar las dudas sobre los cálculos con el profesor Francesc Roure.
5. Consultar en la hoja de normativas, cómo y qué redactar exactamente en la introducción, conclusión y referencia bibliográfica.
6. Incluir cálculos en el Anexo.

# G. Normativa

## G.1. Disposición agujeros

**DOCUMENTO BÁSICO SE-A ACERO**

### 8.5 Resistencia de los medios de unión. Uniones atornilladas.

#### 8.5.1 Disposiciones constructivas

1 La situación de los tornillos en la unión debe contribuir a reducir la posibilidad de corrosión y pandeo local de las chapas, así como contemplar las necesidades de montaje e inspecciones futuras.

2 Los límites máximos y mínimos para las distancias entre ejes de agujeros o de éstos a los bordes de las piezas, son (figura 8.2):

a) distancias mínimas:

i) en la dirección de la fuerza que se transmite:

- $e_1 \geq 1{,}2\ d_o$ del eje del agujero al borde de la pieza;
- $p_1 \geq 2{,}2\ d_o$ entre ejes de agujeros;

ii) en la dirección perpendicular a la fuerza que se transmite:

- $e_2 \geq 1{,}5\ d_0$ del eje del agujero al borde de la pieza;
- $p_2 \geq 3{,}0\ d_o$ entre ejes de agujeros;

siendo $d_0$ el diámetro del agujero.

b) distancias máximas:

i) al borde de la pieza:

- Para $e_1$ y $e_2$ $\begin{cases} \leq 40\text{mm} + 4\text{t} \\ \leq 12\text{t} \ \text{ ó } \ 150\text{mm} \end{cases}$

ii) entre tornillos:

- en elementos a compresión será $p \leq 14\ t$ y $p \leq 200$ mm; siendo t el espesor en mm de la menor de las piezas que se unen;
- en elementos a tracción:

  filas exteriores $p_e \leq 14\ t$ y $p_e \leq 200$ mm;

  filas interiores $p_i \leq 28\ t$ y $p_i \leq 400$ mm.

3 En el caso de agujeros rasgados rigen los siguientes límites:

a) la distancia entre el eje de rasgado y cualquier borde no será inferior a $1{,}5\ d_0$;

b) la distancia entre el centro del radio extremo al borde adyacente no será inferior a $1{,}5\ d_0$.

4 En el caso de agujeros al tresbolillo en uniones en tracción podrá reducirse $p_2$ hasta no menos de $1{,}2\ d_0$ siempre que la distancia entre agujeros L sea mayor a $2{,}4\ d_0$.

5 En el caso de esfuerzos de dirección oblicua en relación a los bordes y las alineaciones de los tornillos se emplearán valores prudentes interpolados entre los definidos para cada dirección.

6 Todas las distancias indicadas en este apartado deben modificarse si son insuficientes para obtener una adecuada resistencia al aplastamiento, al desgarro o al punzonamiento (véase apartado 8.5.2).

## G.2. Dural

**UNE 38371:2003**

### 1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma tiene por objeto recopilar para la aleación EN AW-7075 [EN-AW-AlZn5,5MgCu] de aluminio para forja, su composición química y características mecánicas exigibles según las correspondientes normas europeas.

Se recogen así mismo en el anexo A (informativo) de esta norma, a título orientativo, otros datos de interés para el usuario.

### 2 NORMAS PARA CONSULTA

UNE-EN 485-2 – *Aluminio y aleaciones de aluminio. Chapas, bandas y planchas. Parte 2: Características mecánicas.*

UNE-EN 515 – *Aluminio y aleaciones de aluminio. Productos forjados. Designación de los estados de tratamiento.*

UNE-EN 573-1 – *Aluminio y aleaciones de aluminio. Composición química y forma de productos de forja. Parte 1: Sistema de designación numérica.*

UNE-EN 573-2 – *Aluminio y aleaciones de aluminio. Composición química y forma de productos de forja. Parte 2: Sistema de designación simbólica.*

UNE-EN 573-3 – *Aluminio y aleaciones de aluminio. Composición química y forma de productos de forja. Parte 3: Composición química.*

UNE-EN 573-4 – *Aluminio y aleaciones de aluminio. Composición química y forma de productos de forja. Parte 4: Forma de los productos.*

UNE-EN 754-2 – *Aluminio y aleaciones de aluminio. Varillas, barras y tubos estirados en frío. Parte 2: Características mecánicas.*

UNE-EN 755-2 – *Aluminio y aleaciones de aluminio. Varillas, barras, tubos y perfiles extruidos. Parte 2: Características mecánicas.*

UNE-EN 1301-2 – *Aluminio y aleaciones de aluminio. Alambre estirado. Parte 2: Características mecánicas.*

## G.3. Dureza Tornillos

**NORMA ISO 898**

La norma ISO 898 (parte 1) define la clase de resistencia de una rosca métrica como un sistema de designación de las propiedades mecánicas de la pieza designada. Esta designación consiste en dos números separados por un punto de modo que:

1) El primer número indica la resistencia a la tracción aproximada del tornillo en decenas de $kg/mm^2$.

2) El segundo número indica a que valor porcentual respecto a la resistencia a la tracción se encuentra el límite elástico del tornillo ($kg/mm^2$). Este parámetro señala el esfuerzo a partir del cual la deformación que sufre el material es permanente (irreversible).

Así, un tornillo calidad 8.8 posee una resistencia a la tracción de 80 $kg/mm^2$ y un límite elástico de 64 $kg/mm^2$. Esto implica que el tornillo se deformará hasta un esfuerzo máximo de 64 Kg por cada $mm^2$ de sección, recuperando su forma original una vez cesa el esfuerzo. A partir de cargas de tracción superiores a 64 kg/mm2 la deformación será permanente aunque el tornillo no romperá hasta que se le aplique un esfuerzo superior a los 80 $kg/mm^2$.

Estas diferencias en las propiedades de la pieza se consiguen utilizando materiales apropiados (especificados por la norma ISO 898) y/o mediante el uso de tratamientos térmicos específicos que complementen las propiedades mecánicas de resistencia.

El correcto dimensionado de una unión resulta complicado. Determinar qué fuerzas y con qué magnitud pueden actuar en la unión durante la vida útil del ensamblaje suele ser difícil, con lo que la mayoría de cálculos se realizan mediante estimaciones que nos permiten determinar la clase de resistencia adecuada, así como el diámetro de tornillo utilizar.

## H. Facturas

1

TALLERES METALURGICOS

METAL MARTIL, S.L.

C/. Cerámica, nº 6, nau 10 - P. I. Magarola Sur
08292 ESPARRAGUERA
Teléfono: 93 777 63 44
C.I.F. B - 60887833

web: www.metalmartil.com
Whatsapp: 609 90 00 24

**FACTURA**

MONTENEGRO BERNUY, ANDRÉ
C/ Marina, 360, Bajos 1ª

08025 BARCELONA
Barcelona

| | | | |
|---|---|---|---|
| Nº FACTURA | : A 1700243 | COD. CLIENTE | : 000940 |
| FECHA | : 3- 4-2017 | C.I.F. CLIENTE | : 47917324K |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UNID. | PRECIO | DTO. | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Albarán nº:** 31504 **Fecha:** 3- 4-2017 **Su Pedido:** | | | | |
| | **Nuestra referencia :** | | | | |
| VCLIEN | Planchas aluminio de diferentes medidas | 1,00 | 99,17 | | 99,17 |

COBRADO

FORMA DE PAGO: A LA VISTA CONTADO

| BASE IMPONIBLE | % I.V.A | CUOTA I.V.A | LÍQUIDO |
|---|---|---|---|
| 99,17 | 21,0 | 20,83 | 120,00 |

IBAN:
VENCIMIENTOS: 3- 4-2017 120,00

MONEDA : Euro

FERRETERIA TRAVESSERA
SUMINISTROS GENERALES LA FERRE S.L
B66050964
Travessera de gracia, 299
08025
93 458 47 60
travessera@laferre.net
www.laferre.net

FACTURA SIMPLIFICADA
Número: 57365 Caja:3 20/04/20 18:09
Atendido por: XAVI

| Cantidad | Precio | Importe |
|---|---|---|
| MATERIAL FERRETERIA | | |
| 1.00 | 1.30 | 1.30 |

Precios IVA incluido Total 1.30 €

Total líneas: 1 Entregado 20.0(

| Base | IVA | Rec | Cuota IVA | Cuota rec |
|---|---|---|---|---|
| 1.07 | 21% | | 0.23 | |

Cambio 18.70

Cobros
COMPTAT 1.30 € 20/04/2017 18:(

Nº Orde 2468 Data 20-04-2017

ATES. PER: 6

DOCUMENT PER ENTREGAR A CAIXA

VARILLA ROSCADA 1MT. DIN975 M-8 HZ
1,00 X 2,00 = 2,00

IMPORT TOTAL..... 2,00

Gracies per la seva Visita
No vàlid com comprovant de pagament

3106000024682

**DeliaWinterfel**

| | |
|---|---|
| **Invoice date** | 05-01-2017 |
| **Order number** | DW180305 |

**Invoice / Billing Address**

**Delivery Address**

Lluis Roger i Casals
Industria 119,
6º4ª Esc B,
Barcelona
Barcelona
08025
Spain

| Quantity | SKU description | SKU Code | Value |
|---|---|---|---|
| 1 | Electronic Kitchen Scales, grey slim - 15kg capacity | TS1686 | € 11.39 |
| | | Package value | € 11.39 |
| | | Total P&H value | € 3.98 |
| | | Total amount | € 15.37 |

10

256

**E**

Before leaving any negative feedback, please do inform us and we will be able to ensure you are satisfied or deal with any problems!