



**UNIVERSIDAD DE BURGOS  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR**

**PROYECTO FIN DE CARRERA  
INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL**

# **“MAQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METALICOS”**

**ALUMNO: Jose Luis Azpiazu**

**TUTOR: Jesús Peláez Vara**

**Convocatoria julio 2011**



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

**TITULO:** Máquina para el control de calidad de casquillos metálicos  
**AUTOR:** Jose Luis Azpiazu Carvalho  
**TUTOR:** Jesús Peláez Vara

### INTRODUCCIÓN

La empresa **Rotec Ibérica S.A**, ubicada en el País Vasco, perteneciente al grupo austriaco Voestalpine, tiene cerca de 30 empleados y una capacidad de producción de 50 millones de piezas al año. Es una empresa del sector automoción dedicada al corte y mecanización de tubos.

En determinados procesos productivos controlan la calidad manualmente, sea a un porcentaje determinado de piezas en cada lote de envío o al total de piezas. En otros las máquinas de producción tienen incorporado el control de calidad.

Considerando el control manual una deficiencia se decide desarrollar una máquina capaz de controlar la calidad del 100% de las piezas de manera rápida y eficaz para incorporarlo a la línea de producción de la empresa en los puntos de selección manual.



# MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

## ÍNDICE GENERAL

1. Memoria.....	3
1.1. Memoria descriptiva.....	4
1.2. Cálculos justificativos.....	12
1.2.1. Estructurales.....	14
1.2.1.1. Geométricos.....	15
1.2.1.2. Resistente.....	24
1.2.1.2.1. Zonas críticas.....	26
1.2.1.2.2. Elementos finitos.....	52
1.2.1.3. Ajustes de elementos de regulación.....	74
1.2.2. Dinámicos.....	80
1.2.3. Eléctricos.....	89
1.2.4. Neumáticos.....	93
1.3. Anejos.....	103
1.3.1. Metrología.....	104
1.3.2. Funcionamiento.....	111
1.3.3. Mantenimiento.....	118
2. Planos.....	125
3. Pliego de condiciones.....	128
3.1. Reglamentación europea.....	129
3.2. Prescripciones técnicas generales.....	141
3.3. Prescripciones técnicas particulares.....	153
4. Presupuesto.....	160
4.1. Presupuesto.....	161
4.2. Resumen del presupuesto.....	170



**MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE  
CASQUILLOS METÁLICOS.**

**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL**

---

# **MEMORIA**



## **MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.**

**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL**

---

### **MEMORIA DESCRIPTIVA**

El presente proyecto tiene por objetivo la definición técnica y económica de una máquina automática que realice el control de calidad de casquillos metálicos. Se considerará:

- Diseño físico de la máquina.
- Desarrollo de programa para funcionamiento.
- Cálculo del presupuesto de fabricación de la máquina.

### **DATOS DE PARTIDA.**

Se centrará el presente estudio en el desarrollo de una máquina suficientemente rápida y fiable para la incorporación en la línea de producción de la empresa Rotec Ibérica.

Hoy en día la tendencia en la producción de casquillos metálicos es la utilización de las llamadas máquinas multifunciones transfer, con corte por sierra y control de calidad. Rotec Ibérica en cambio apuesta, cuando sea posible, por la separación de los procesos de corte y mecanizado para poder cortar por cizalla, un proceso más rápido que el corte por sierra.

El taller de Rotec está distribuido según proceso. Las máquinas están fijas y las piezas son las que se acarrearán a lo largo del taller. Una de las soluciones para el problema sería crear máquinas que pudieran verificar el rango de piezas que las máquinas de mecanizar son capaces de fabricar, eliminar las virutas, y así establecerlo como un simple anexo del mecanizado.

Es una solución cara ya que no todas las piezas del rango de una máquina de mecanizado son exigidas por los clientes con control 100%. Además, para poner en funcionamiento tal solución habría que evaluar primero la funcionalidad del proceso.



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

Así es que, con el propósito de optimizar el control de calidad de los procesos productivos de la empresa se diseñará una máquina capaz de desplazarse por las distintas líneas de producción.

Se hace esencial señalar que la planta de producción de Rotec tiene todos los elementos necesarios para el funcionamiento de maquinaria pesada y su mantenimiento, como la energía trifásica y la instalación de aire comprimido a 6bar de presión.

La primera aproximación a esta máquina es la definición de piezas que debe ser capaz de verificar, para ello se presenta la siguiente tabla:

- Las medidas están en mm.
- Geometría es la proporción entre el la longitud y el diámetro exterior.
- Pared es la diferencia entre el radio exterior y el interior.
- Prod 2009 es la producción de ese año.

Pieza	Prod 2009	$\varnothing_{in}$ Min	$\varnothing_{in}$ Max	$\varnothing_{in}$ Min Tubo	$\varnothing_{in}$ Max Tubo	Longitud	$\varnothing_{ext}$	Geometría	Pared
PN-142-24-400	90252	14.2	14.3	14.22	14.29	40	24	1.7	4.9
KT-140-23-400	468627	14.03	14.2	14.1	14.2	40	23	1.7	4.5
ep-124-227-434	11994	12.4	12.5	12.43	12.5	43.4	22.7	1.9	5.2
BO-143-223-420	24585	14.3	14.4	14.32	14.4	42	22.3	1.9	4.0
pa-141-221-517	16929	14	14.25	14.07	14.14	51.7	22.1	2.3	4.1
BO-122-22-550	19576	12.23	12.3	12.25	12.32	55	22	2.5	4.9
BO-143-22-499	117470	14.3	14.48	14.4	14.47	49.9	22	2.3	3.9
EP-143-22-480	2073	14.32	14.42	14.4	14.47	48	22	2.2	3.8
BO-144-22-461	13101	14.25	14.55	14.4	14.47	46.1	22	2.1	3.9
BO-14-22-450	79928	14.05	14.13	14.07	14.14	45	22	2.0	4.0
BO-143-22-440	12470	14.3	14.48	14.4	14.47	44	22	2.0	3.9
SU-158-218-570	200	15.8	15.8	15.77	15.84	57	21.8	2.6	3.0
SC-158-218-420	2246	15.8	15.86	15.77	15.84	42	21.8	1.9	3.0
CK-123-214-449	1247	12.22	12.4	12.27	12.4	44.9	21.4	2.1	4.6



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

EP-150-21-447	5415	14.9	15.1	14.94	15.1	44.8	21	2.1	3.1
RB-142-21-380	6436	14.15	14.3	14.2	14.3	38	21	1.8	3.4
SC-158-208-520	14298	15.75	15.85	15.77	15.87	52	20.8	2.5	2.5
PA-122-20-470	6319	12.2	12.3	12.2	12.3	47	20	2.4	3.9
BO-122-20-456	61182	12.12	12.3	12.2	12.3	45.6	20	2.3	3.9
EP-122-20-455	2200	12.1	12.3	12.2	12.3	45.6	20	2.3	4.0
BO-121-20-440	7190	12.11	12.25	12.12	12.2	44	20	2.2	3.9
RB-122-20-420	50837	12.2	12.3	12.2	12.3	42	20	2.1	3.9
si--140-20-400	143275	14	14.15	14.07	14.15	40	20	2.0	3.0
EP-122-20-398	33007	12.15	12.25	12.2	12.3	39.8	20	2.0	3.9
PA-121-191-517	4000	12	12.25	12.15	12.25	51.7	19.1	2.7	3.6
BI-124-19-519	15300	12.2	12.6	12.4	12.58	51.9	19	2.7	3.4
PA-120-19-480	6248	12	12.25	12.15	12.25	48	19	2.5	3.5
PA-121-28-400	4845	12	12.2	12.1	12.17	40	18	2.2	3.0
BO-120-18-400	312084	12.03	12.17	12.1	12.17	40	18	2.2	3.0
SW-140-18-565	18680	14.03	14.08	14.03	14.1	56.5	18	3.1	2.0
SU-140-18-565	1000	14.03	14.08	14.03	14.1	56.5	18	3.1	2.0
SC-140-18-517	22058	14.03	14.08	14.03	14.1	51.7	18	2.9	2.0
SC-140-18-460	133100	14.03	14.08	14.03	14.1	46	18	2.6	2.0
SW-140-18-460	1800	14.03	14.08	14.03	14.1	46	18	2.6	2.0
SU-140-18-407	200	14.03	14.08	14.03	14.1	40.7	18	2.3	2.0
SC-140-18-395	65942	14.03	14.08	14.03	14.1	39.5	18	2.2	2.0
SW-140-18-395	19254	14.03	14.08	14.03	14.1	39.5	18	2.2	2.0

De la tabla se destacan por su importancia para el proyecto:

- Las piezas que se han de verificar son robustas, con una proporción entre la longitud y el diámetro exterior baja.
- Son bastante estables con el eje en vertical debido a su geometría robusta.
- La pared mínima es 2mm.
- La medida mínima de los agujeros interiores de las piezas es 12mm.



## **MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.**

**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL**

---

Por último se resalta, como dato de partida para la elaboración de la máquina, que por parte de Rotec se considera las especificaciones primarias las siguientes:

- Coste de producción
- Cadencia 2500 piezas por hora
- Reglaje rápido
- Evacuación de virutas

Estas informaciones serán consideradas como parámetro básico de diseño ya que de nada sirve el diseño si no cumple con el objetivo final de utilidad para el cual fue proyectado

### **DISEÑO**

La máquina debe ser segura y su manipulación no debe plantear situaciones en las que sea posible lastimar a un operario. En todo momento del desarrollo de este proyecto se tendrá en cuenta la seguridad de la máquina según la Directriz europea 2006/42/CE.

La máquina que deberá ser capaz de moverse por distintas líneas de producción, siendo manejable y capaz de cumplir con su cometido.

Su función es el control de calidad, y deberá, según el rango de determinados parámetros, ser capaz de seleccionar entre las piezas que los cumplan y las que no. Por experiencia se sabe que la proporción de piezas malas es de 1/1000.





## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

### COMPROBACIONES

Las comprobaciones determinarán que una pieza esté dentro de los valores que se considera apto por el cliente. Se debe comprobar el diámetro interior y la longitud de las piezas.

En la comprobación del diámetro interior se debe tener en cuenta:

- Rebabas
- Deformación
- Golpes de viruta

La comprobación de longitud se efectúa por la pérdida de medida por parte de la máquina de mecanizado debido a:

- Sobre calentamiento
- Desgaste/Rotura de cuchillas

### ALTERNATIVAS

Se consideraron varias alternativas antes de decidir el diseño básico seleccionado. Las más importantes fueron:

- Varilla de comprobación.
- Máquina transfer.
- Cadena de comprobación
- Visión artificial



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

### VARILLA DE COMPROBACIÓN

La varilla de comprobación fue una idea concebida por la sencillez del diseño. Combinaría la bandeja de selección con las comprobaciones de diámetro y longitud por una varilla calibrada que recogería la pieza y realizaría las comprobaciones, para luego posicionarla en su bandeja correspondiente.

Entretanto, planteaba una serie de inconvenientes como la lentitud del proceso para la selección. El posicionamiento en la varilla llevaría un cierto tiempo ya que deberían ser seleccionadas una a una para poder comprobar también su longitud. Además la selección no es un proceso tan complejo ya que solo hay 2 tipos de piezas buenas y malas.

### MÁQUINA TRANSFER

La máquina transfer fue concebida por la necesidad de establecer más de una comprobación a las piezas. Con un transfer de varias estaciones se podría aislar las piezas unas de otras y trabajar individualmente con ellas. Ello llevaría un menor tiempo de reglaje de la máquina y menos problemas de ajuste ya que es un diseño más robusto a la hora de comprobar las piezas. El inconveniente es que para una máquina de solamente dos estaciones es excesivo trabajar con un transfer, ya que la complejidad de las mordazas requeridas no la hace rentable. También es posible que manipulando las piezas de una en una la cadencia de la máquina sea baja.

### CADENA DE COMPROBACIÓN

La cadena de comprobación es una idea para realizar la comprobación en estaciones sucesivas de los parámetros de las piezas. De tal manera que las piezas se muevan juntas y según su posición se realice una u otra comprobación, realizando hasta el final de la cadena todas las comprobaciones. En definitiva tratar las piezas como un conjunto lo que haría su manipulación más rápida que tratarlas individualmente. Presenta inconvenientes debido a la necesidad de evitar interferencias en las comprobaciones.



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

### SISTEMA DE VISIÓN

Es el sistema más rápido de todos, no solo a la hora de comprobar la calidad de las piezas como también reglar la máquina para un cambio de pieza. Pero es la más cara de todas las soluciones no solo a la hora de la puesta en marcha como de mantenimiento, ya que esta empresa no dispone de técnicos informáticos y tendría que subcontratar el trabajo.

### JUSTIFICACIÓN DE LAS SOLUCIONES

Al plantear automatizar el sector de calidad de la empresa, se decidió el buscar una solución rápida y eficiente. De entre las soluciones estudiadas, rápidamente se descarta la de la varilla calibrada por:

- Lentitud
- Complejidad

Se descartan los autómatas transfer y control óptico básicamente por:

- Coste

### DISEÑO FINAL

Se decide llevar a cabo el proyecto en el sistema de cadena de piezas ya que se considera que plantea los problemas de más fáciles soluciones. En definitiva es controlar las piezas de manera que en las posiciones de las estaciones de comprobación solo haya una pieza por vez y además esa posición sea lo más precisa posible.

Para controlar lo mejor posible las piezas y teniendo en cuenta que el diámetro interior se debe de comprobar, se decide que la cadena sea de piezas en vertical con los ejes paralelos. Así tenemos fácil acceso al diámetro interior y se facilita la manipulación al ser claros los límites entre las piezas.



## **MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.**

**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL**

---

Para alimentar las piezas nos basamos en el sistema de alimentación de las máquinas de mecanizado con piezas cortadas. Se utiliza un alimentador vibratorio, altamente manejable de sencillo diseño. Este elemento se encarga de coger las piezas a granel y colocarlas tumbadas en fila con el eje continuo. Se refiere a eje continuo cuando las piezas están dispuestas de tal manera que el eje de una se prolonga con el de la siguiente y de la anterior como si el tubo original no hubiera sido cortado. Estos alimentadores tienen comprobada cadencia.

Se necesitan las piezas en posición vertical y con los ejes en paralelo así que a la salida del alimentador se debe practicar un cambio de posición del eje y separar las piezas. Además se debe evitar que la vibración llegue a las estaciones de comprobación.

Esto se decide solucionar con un muelle que las lleve de la salida del alimentador por gravedad y las posicione con el eje en vertical delante de un cilindro que se encargará de empujarlas de una en una por los raíles donde se desplazara la cadena de piezas para su verificación. El muelle al ser flexible evitará la transmisión de las vibraciones. También facilitará la evacuación de virutas pequeñas.

Para la evacuación de viruta la cadena de piezas discurrirá por unos raíles paralelos, así la viruta podrá evacuarse por el hueco entre ambos. A la vez se facilita el paso por el agujero interior de los casquillos metálicos. De este agujero debe ser comprobada su dimensión mínima por lo tanto se utilizará un calibre pasa, con el sistema de raíles se podrá atravesar con esta toda la longitud de la pieza.

En la comprobación de longitud se posicionará la pieza entre dos plataformas rectificadas, midiendo la distancia entre ambas.

Para seleccionar las piezas se colocará una bandeja que recogerá la pieza en caso de que sea mala. Hay muy pocas piezas malas así que, solo entrará en funcionamiento si la pieza es mala y su contenedor podrá ser incorporado a la máquina. Lo expuesto será desarrollado en este proyecto de manera integral para que pueda ser puesto en práctica.



**MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE  
CASQUILLOS METÁLICOS.**

**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL**

---

# CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

### CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

En este documento se verán especificadas las razones de la selección de cada uno de los componentes de la máquina, así como los cálculos necesarios para justificarlos.

Este documento se dividirá en las siguientes partes:

- ✓ CÁLCULOS ESTRUCTURALES
- ✓ CÁLCULOS DINÁMICOS
- ✓ CÁLCULOS ELÉCTRICOS
- ✓ CÁLCULOS NEUMÁTICOS



**MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE  
CASQUILLOS METÁLICOS.**

**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL**

---

## **CÁLCULOS ESTRUCTURALES**

Los componentes estructurales son todos aquellos que participan de manera activa en el movimiento de la cadena de piezas y en su sustentación física. Se diferenciará su estudio en geométrico, resistente y de ajustes de elementos de regulación.



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

### GEOMÉTRICO

Selección de elementos y su geometría para adaptarlos a piezas de distintas dimensiones

1. Alimentador
2. Muelle
3. Carenado exterior
4. Entrada en raíles
5. Raíles
6. Estación de control de diámetro
7. Estación de control de longitud
8. Bandeja de piezas defectuosas

#### Alimentador

El alimentador es un dispositivo que forma parte del conjunto de la máquina, para el control de calidad de casquillos metálicos de este proyecto. Es la primera estación de las piezas, donde llegan a la salida del mecanizado. El alimentador se encarga de moverlas por vibración en una rampa circular hasta el muelle, la rampa tiene una geometría específica que hace que se muevan en una fila de eje continuo.

Es un dispositivo clave en la velocidad del proceso, pues alimenta a la máquina de pizas a inspeccionar.

Existe una gran variedad de Alimentadores industriales, los vibratorios y los de cascada son los más usados, se decide usar uno vibratorio como los que alimentan las máquinas de mecanizado. Son bajos, ligeros y manejables. Esto es esencial para poder incorporarlo a la salida de cualquiera de las máquinas de mecanizado del taller.

TAD es la marca de los alimentadores industriales, que se utilizan para alimentar los casquillos ya cortados a las máquinas de mecanizado, por lo tanto se elige esta marca ya que tendrá suficiente cadencia para no ralentizar el proceso.





## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

Se pide al sector comercial de TAD una oferta de un alimentador para estas piezas

- Dimensiones de las piezas
  - (18 a 24)mm de  $\varnothing$  exterior
  - (37 a 60)mm de Longitud
  - (12 a 16)mm de  $\varnothing$  interior
- Alimentadas tumbadas con eje continuo.
- Cadencias límite entre 1,5 y 0,25 Piezas por segundo (ps).
- Cadencia media de trabajo 0,7ps.

Y recomiendan un modelo de las siguientes características:

- |                         |                                 |
|-------------------------|---------------------------------|
| ▪ Vibrador circular     | VA-640/4E. Hoja Técnica E-01.20 |
| ▪ La caja de regulación | RHC-96. Hoja Técnica A-01.00    |
| ▪ Tensión               | 230V/50Hz                       |
| ▪ Consumo máximo        | 2 A                             |

Las hojas técnicas del Vibrador circular y de la caja de regulación son respectivamente E-01.20 y A-01.00

No se han dado datos técnicos por el fabricante. Para establecer el diseño del acoplamiento muelle/alimentador o de la plataforma donde el conjunto de la máquina reposará, la dirección técnica tendrá que ponerse en contacto con los ingenieros de TAD.

Muelle

Este elemento evita la transmisión de vibraciones del alimentador a la cadena de piezas donde se realizan las comprobaciones.



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

El muelle recibe las piezas del alimentador, con el eje en posición horizontal y las deposita en el embudo del conjunto entrada a raíles con el eje en posición vertical. El diámetro interior del muelle es determinado por las dimensiones de longitud y diámetro exterior de las piezas, ya que debe cumplir con determinadas condiciones para que no se atasque la cadena de piezas en él.

- Tiene que ser menor que 2 veces el diámetro exterior de cualquiera de las piezas para evitar que pasen 2 juntas y atasque la cadena.
  - ✓ Máximo 36mm de diámetro interior.
- Tiene que ser menor que la longitud de cualquiera de las piezas para evitar que se atravesase y atasque la cadena.
  - ✓ Máximo 37mm de diámetro interior.
- Tiene que permitir el paso de todas las piezas.
  - ✓ Mínimo 24mm de diámetro interior.

Con estas condiciones máximas y mínima hacemos la media para dar la medida interior del muelle. El diámetro interior del muelle será 30mm.

### Carenado exterior

El carenado exterior es una medida de protección para evitar el contacto del operario con los elementos móviles de la máquina mientras esté en funcionamiento. Debe poder ser abierto para permitir la manipulación de los elementos de la máquina en las condiciones permitidas por la Directriz europea de máquinas.

### Entrada en raíles

Entrada en raíles es el conjunto, compuesto por: el soporte embudo, el empujador y la estructura que alinea ambos.

Este conjunto introduce la pieza en los raíles donde se mueve la cadena de piezas y le da movimiento.



## **MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.**

**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL**

---

La geometría de entrada en raíles es definida por su utilidad y los demás elementos de la máquina con los que interactúa. Su función es alinear el embudo, de manera que este coloque la pieza en el espacio libre dejado por el retroceso del empujador, y que este empuje las piezas eficientemente a lo largo de los raíles.

La estructura que alinea el embudo tiene un agujero interior. En este agujero se introducen los embudos. Para sujetar el embudo hay un tornillo de fijación. Así se permite regular la distancia que hay entre el final del embudo y la base de los raíles según la longitud de la pieza.

El empujador en su posición debe poder empujar una serie de piezas distintas, sin cambiarlo o moverlo como utillaje ya que eso requeriría tiempo y esfuerzo.

La diferencia entre los distintos diámetros nos permite diseñar un empujador que empuje perpendicularmente las piezas por la directriz central evitando girarlas y que se quede atascado el empujador entre la pieza y la pared del raíl fijo. También se apretarán los raíles como se verá en el estudio dinámico, lo que evita que haya espacio libre por donde girar la pieza.

La diferencia de alturas también nos permite usar un solo empujador ya que la pieza más larga no llega a tener el doble de longitud que la más corta. Así se puede buscar una medida de empujador para que no empuje dos piezas a la vez y asegurarnos que las piezas largas no sean empujadas por debajo del centro de gravedad, lo que las podría tumbar.

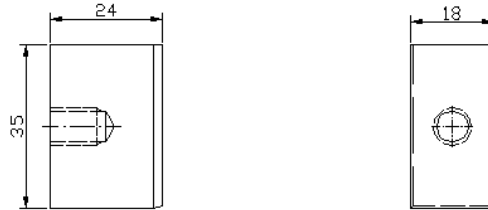


## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

Las medidas del empujador serán:



- Longitud 24mm
- Anchura 18mm
- Altura 35mm

Estas medidas servirán para todas las piezas de la lista que usamos como dato de partida.

El empujador se colocará desplazado al lado del raíl fijo de manera que estará en el centro de ambos raíles solo cuando la máquina este ajustada para seleccionar piezas de 18mm de diámetro exterior, así no obstruirá el raíl móvil cuando haya que acercarlo al fijo para las piezas de poco diámetro exterior.

Para evitar el atasco de las piezas que entran en los raíles, con la parte superior del empujador o con la parte superior de la pieza anterior, la carrera del empujador es de 25mm. El hueco dejado por su desplazamiento será 1mm más que el diámetro exterior de la mayor de las piezas.

### Raíles

La máquina dispone de dos raíles por donde se mueve la cadena de piezas. Estos raíles se mueven a su vez de manera que permiten el ajuste de la máquina para piezas de distintas dimensiones.



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

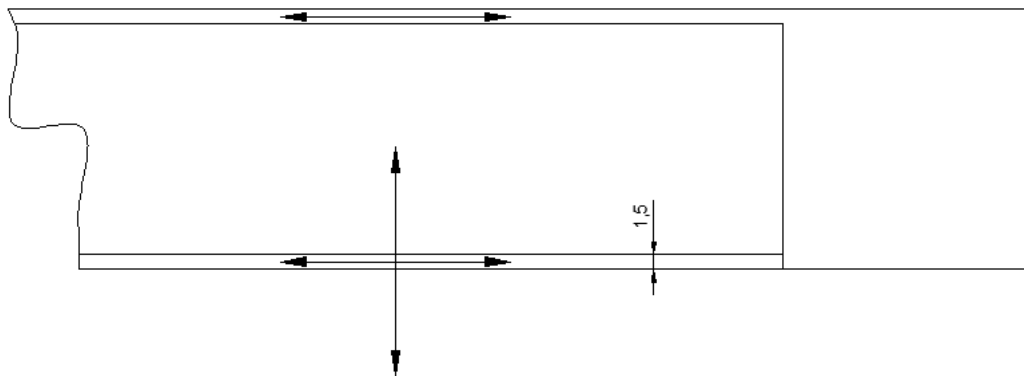
Los raíles ofrecen una base por donde mover la cadena de piezas, también facilitan la evacuación de cuerpos extraños, como la viruta procedente del mecanizado, por el vano que hay entre ambos.

Los raíles de la máquina se llamarán Raíl móvil y Raíl fijo.

El raíl fijo soporta el peso del raíl móvil, además, no tiene desplazamiento transversal a la cadena de piezas, aunque si tiene desplazamiento longitudinal.

El raíl móvil tiene tanto desplazamiento longitudinal, ya que está sujeto al raíl fijo, como movimiento transversal independiente.

Los raíles tienen 1,5mm de ancho, esa es la base de apoyo para las piezas. Tienen esa anchura para facilitar el paso del calibre pasa por el agujero interior de las piezas, necesario para la comprobación de diámetro interior.



Las paredes son de 25mm de alto en el raíl móvil y 35mm de alto en el raíl fijo. Es así para permitir que la cuña de la estación de comprobación de diámetro interior, que está en el raíl móvil, pueda sujetar la pieza a comprobar contra la pared del raíl fijo y así centrar la pieza en la trayectoria del calibre pasa.

El desplazamiento de los raíles es necesario para el ajuste de la máquina y para poder adaptarla a los diferentes diámetros exteriores de las piezas.



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

### *Desplazamiento longitudinal*

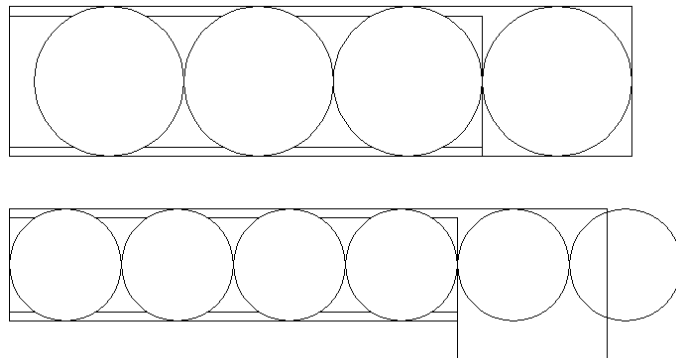
El desplazamiento longitudinal es necesario para que la última pieza esté posicionada sola en la plataforma de medición de longitud.

Debido a la diferencia de diámetros exteriores de las piezas que se seleccionan, los raíles tendrán un número distinto de piezas, según la pieza que se esté verificando. Es decir que cuanto menor sea el diámetro exterior de las piezas más piezas habrá en los raíles, así que, para asegurarnos que solo una pieza estará en la plataforma, se necesita un raíl de longitud variable.

Se ajusta la longitud practicable del raíl, moviéndolo longitudinalmente, para que la última pieza de la cadena, sea la única encima de la plataforma de medición de longitud. Así se puede realizar la comprobación de longitud de esa pieza.

Esto es posible ya que la pieza de menor diámetro exterior de la serie de piezas a verificar no tiene el diámetro menor que  $2/3$  del diámetro de la mayor de las piezas. Así no será posible que estén dos piezas a la vez en la plataforma que tendrá las dimensiones suficientes para abarcar todo el diámetro de la mayor de las piezas.

Si se posiciona la plataforma alineada con el principio de la primera pieza, la segunda pieza que ocupará solo parte del restante de la plataforma, tendrá el centro de gravedad fuera de la plataforma y por lo tanto caerá. Esto es así aún tratándose de la menor de las piezas como puede verse en la figura adjunta. Donde claramente el centro de gravedad esta fuera de la plataforma.





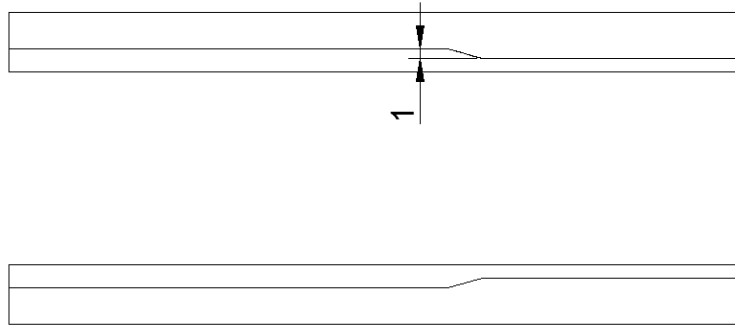
## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

### *Desplazamiento Transversal*

El desplazamiento transversal ajusta la distancia entre los raíles para que las distintas piezas puedan asentarse encima de la base de los raíles según su diámetro exterior. Además permite la fijación de la cadena de piezas según lo estipulado en los cálculos dinámicos. Debido a ese ajuste la parte de los raíles que recibe las piezas está rebajada 1mm de cada lado, para evitar que se atasquen las piezas.



### Estación de control de diámetro

La estación de control de diámetro comprueba el diámetro interior de las piezas. Lo hace mediante un calibre PASA que atraviesa el diámetro interior de la pieza por completo comprobando así su dimensión mínima. Si hubiera un problema en el diámetro interior de la pieza, el calibre se trabaría aumentando la presión en el circuito, lo que haría que el presostato de corte se activara, y se consideraría la pieza como mala. Para destrabarlo hay una pestaña ajustable que sujeta la pieza en el retroceso del cilindro.

Para facilitar la operación hay una cuña que sujeta la pieza en la trayectoria del calibre, presionando la pieza contra la pared del raíl fijo.

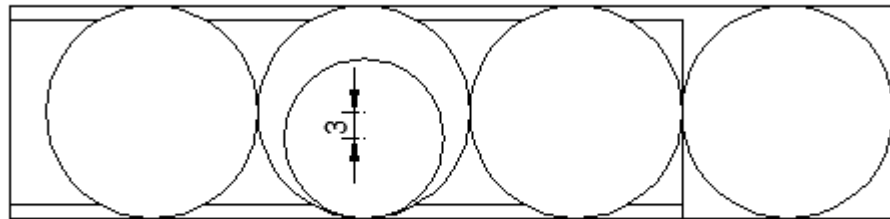
Esta estación debe también tener su regulación debido a la diferencia de diámetros exteriores e interiores de las diversas piezas que debe verificar la máquina.



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

Para la regulación del diámetro exterior habrá unos agujeros guía en el soporte del cilindro. Estos tendrán de recorrido mínimo la diferencia en los radios del diámetro exterior de las piezas. Así se podrá acercar y alejar el centro del vástago que mueve el calibre a la pared del raíl móvil conforme el diámetro exterior de la pieza. Como se aprecia en el dibujo la distancia entre los centros será 3mm.



Para no necesitar un ajuste excesivamente fino se aumenta la longitud total de los agujeros guía.

### Estación de control de longitud

El control de longitud se realiza mediante el contacto de la pieza entre dos plataformas rectificadas. Con un potenciómetro calibrado se mide el desplazamiento de la plataforma superior. Este potenciómetro, con un recorrido de 25mm, cubre todo el rango de piezas a verificar, sin necesidad de reglaje.

La plataforma superior se desplaza hacia la inferior hasta encontrar resistencia, al hacer tope en la pieza. Cuando eso ocurra aumentará la presión del circuito y se activará el presostato de corte, lo que dará por concluida la medición.

### Bandeja de piezas malas

Las piezas desechadas deben salir de la cadena de piezas y así poder diferenciarlas de las piezas buenas. Al ser muy baja la proporción de piezas malas no hace falta un receptáculo muy grande para estas piezas.





## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

### RESISTENTE

Los componentes según su geometría y dimensión soportan las cargas a las que estarán sometidos. Las acciones y reacciones consecuencia del peso de las piezas y de la acción de los cilindros, deben ser soportados por la estructura de la máquina.

La fuerza máxima ejercida por los cilindros es la de un cilindro de 20mm de diámetro de émbolo a 6 bar de presión, que son 180N. Esta no será la presión de trabajo ni se ejercerá fuerza directamente sobre los elementos estructurales de la maquina, pero se dimensionará la estructura para que estas condiciones no la deformen permanentemente.

El peso de los componentes viene dado por la tabla adjunta.

Componente	Sección (m <sup>2</sup> )	Volumen(m <sup>3</sup> )	Masa (kg)	Unidades	Peso (N)
Raíl móvil	0.000125	0.000063625	0.48545875	1	4.75749575
Raíl fijo	0.000175	0.000089075	0.67964225	1	6.66049405
Piezas	0.001193	0.00007158	0.5461554	21	112.398781

Se tomará el peso total por exceso de 140N para facilitar los cálculos.

Se calcularán las tensiones producidas en las zonas críticas y se dimensionará el dibujo inicial considerando un coeficiente de seguridad específico en cada caso. Posteriormente se realizará un estudio global mediante un programa informático llamado Solid Works. Los componentes que se estudiarán son:

1. Viga de sustentación de los raíles,
2. Apoyos de la viga de sustentación de los raíles,
3. Soporte del verificador del diámetro interior,
4. Apoyo del soporte del verificador del diámetro interior,
5. Vigas del raíl móvil,
6. Columnas de sustentación del comprobador de longitud,
7. Soporte de entrada en raíles.



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

### *Hipótesis de flexión pura*

En un prisma de forma cubica y lado  $l$ , empotrado en uno de sus lados;

La componente cortante transversal a la sección se concentra a lo largo del eje neutro, tiene como componente máxima en el eje neutro el resultado de la siguiente expresión:

$$\tau = 1.5 * \frac{F}{l^2}$$

En cambio la componente normal a la sección se concentra en los bordes de la sección y tiene como componente máxima el resultado de la expresión:

$$\sigma = \frac{F * l}{W}$$

Siendo:

$$W = \frac{1}{6} * l^3$$

La proporción de tensiones máximas es:

$$\frac{\sigma}{\tau} = 4$$

Se puede demostrar matemáticamente que si tenemos un cubo de lado  $l$  empotrado en uno de sus lados la tensión normal a la sección ejercida es 4 veces mayor que la cortante transversal a la sección. Dicha proporción aumenta cuanto más esbelta es la forma de la pieza sometida a dichos esfuerzos, es decir cuánto más baja es la proporción de la sección entre la longitud.

Por lo tanto las piezas con geometría esbelta serán analizadas como flexión pura.



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

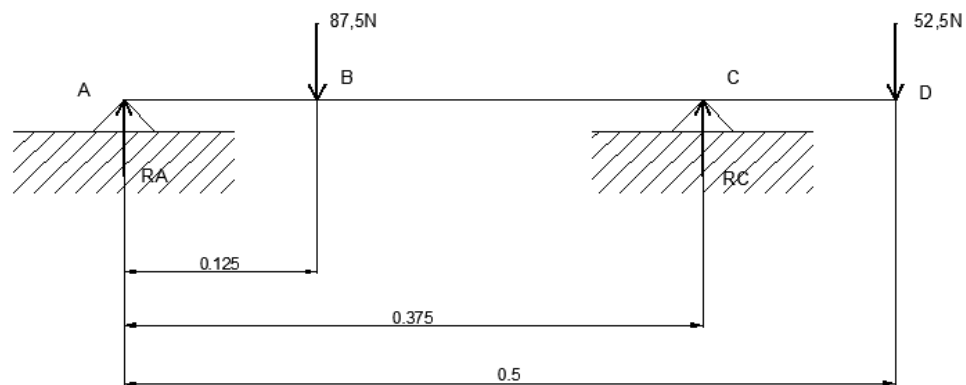
---

### Viga de sustentación de los raíles

Es una viga que soporta el peso de los raíles, este elemento tiene un juego móvil con los raíles que posibilita el movimiento relativo entre ambas piezas. Este movimiento se debe al desplazamiento de los raíles.

Hipótesis:

- Se analiza como flexión pura.
- Elemento hiperestático.
- Se esquematiza la situación.



$$\sum M = 0$$

$$\sum F = 0$$

Es decir el resultado del sumatorio de fuerzas y momentos en cualquier punto es 0.

$$\sum F = 0 \leftrightarrow RA + RC = 140$$

$$\sum M_A = 0 \leftrightarrow 87,5 * 0,125 + 52,5 * 0,5 - RC * 0,375$$



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

Como resultantes se tiene:

$$RC = 99N$$

$$RA = 41N$$

Estos son los módulos verticales de las resultantes de los apoyos.

Ahora, para encontrar el momento máximo se estudian las resultantes a lo largo de la viga. Para ello se seleccionan tres tramos de estudio. En cada caso se suman los momentos respecto a un punto imaginario que varía en el intervalo que se está estudiando. El resultado es 0 pero lo que interesa es el momento M resultante que atraviesa en ese punto la pieza y que hará que el sumatorio sea 0.

- De izquierda a derecha,

Sección inicial, entre el primer apoyo y la primera fuerza actuante, el punto  $x_1$  esta entre A y B.

Sección intermedia, entre la primera fuerza actuante y el segundo apoyo el punto  $x_2$  esta entre B y C.

- De derecha a izquierda

Sección final, entre el segundo apoyo y la segunda fuerza actuante. El punto  $x_3$  esta entre C y D.

Sección inicial;

$$\sum M_{x_1} = 0 = M + 41 * x$$

Para un valor de x (0;0,125)m el valor de M= (0;-5,125)N.m

Sección intermedia;

$$\sum M_{x_2} = 0 = M + 41 * x - 87,5 * (x - 0,125)$$

Para un valor de x (0,125;0,375)m el valor de M= (-5,125;6,5)N.m



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

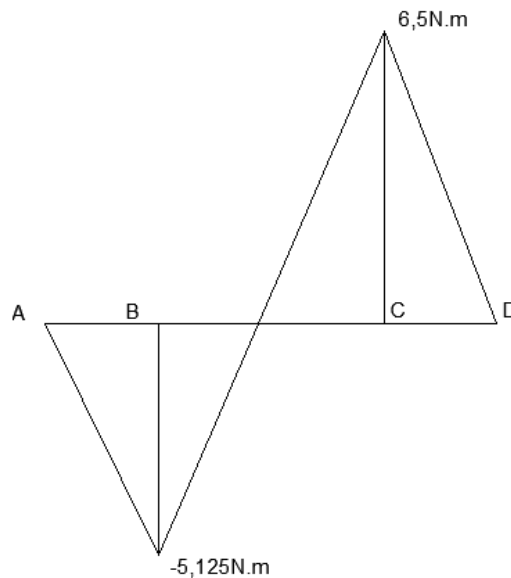
ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

Sección final;

$$\sum M_{x_3} = 0 = -M + 52,5 * x$$

Para un valor de x (0,125;0)m el valor de M= (6,5;0)N.m

El diagrama de momentos será:



Así que se tiene un momento flector máximo actuante 6,5N.m para el que hay que dimensionar tanto la geometría como el material.

$$\sigma = \frac{M}{W}$$

La tensión  $\sigma$  será igual al momento entre el modulo de sección resistente

$$\frac{I}{y} = W$$

W es el momento de inercia respecto del eje de giro del momento flector, cuando, como en este caso, la sección es simétrica de la línea neutra, ya que se despreció los esfuerzos cortantes y se consideró el sistema como flexión pura, solo depende de la geometría.



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

En este caso es un dato ya que el elemento es un perfil redondo y están tabulados sus parámetros. Para un perfil de 6mm la tensión será

$$\sigma = \frac{6,5}{0,021 * 10^{-6}} = 309Mpa$$

En este caso se elige un factor de seguridad 1,3 ya que los cálculos son bastante exactos y no es un elemento de riesgo para ningún trabajador.

$$\sigma_f = n * \sigma = 402Mpa$$

Se debería elegir un acero de alta resistencia, pero aumentando la sección del perfil redondo disminuirá la necesidad de un acero tan resistente.

Para un perfil de 8mm de diámetro

$$\sigma = \frac{6,5}{0,05 * 10^{-6}} = 129Mpa$$

Que con un factor de seguridad de 1,3 hace necesario un acero de límite de fluencia

$$\sigma_f = n * \sigma = 168Mpa$$



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

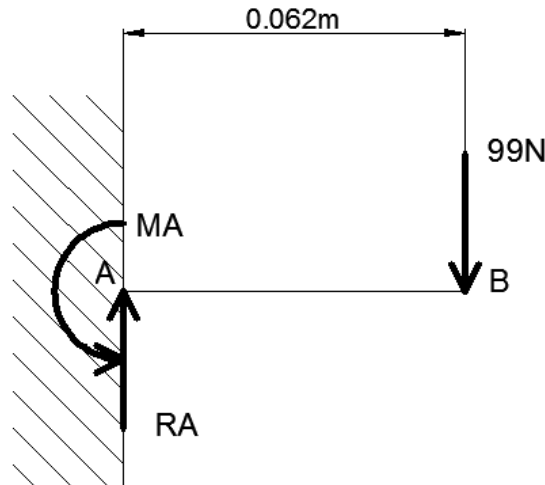
---

### Apoyos de la viga de sustentación de los raíles

Son las dos piezas que soportan la viga de sustentación de los raíles y transmiten las fuerzas a las columnas de sustentación de toda la maquina. Se dimensionará para la más desfavorable de las dos, la que soporta más peso y al utilizar la misma sección considerarán las dos dimensionadas

Hipótesis:

- Se analiza como flexión pura.
- Elemento hiperestático.
- Se esquematiza la situación.



$$\sum M = 0$$

$$\sum F = 0$$



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

$$\sum M_A = 0 \leftrightarrow MA = 99 * 0,062 = 6,14N. m$$

$$\sigma = \frac{6,14}{\frac{1}{6} * 0,014 * 0,01^2} = 37Mpa$$

En este caso se elige un factor de seguridad 1,3 ya que los cálculos son bastante exactos y no es un elemento de riesgo para ningún trabajador.

$$\sigma_f = n * \sigma = 48Mpa$$

La union es soldada asi que hay que calcular la longitud de soldadura. Para ello se tiene en cuenta la tension que soporta.

$$\sigma = \frac{M * c}{I}$$

Siendo:

M el momento flector;

C la distancia entre el eje neutro y la fibra exterior;

I el momento de inercia de la soldadura;

Que debido a la geometría de una soldadura bien hecha nos quedaría.

$$\sigma = \frac{M * c}{0,707 * h_e * I_u * L}$$

Siendo:

$h_e$  La altura de cada uno de los lados de la soldadura;

L la longitud de la soldadura;

$I_u$  momento de inercia del área unitaria de la soldadura.





## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

Los cordones de soldadura irán en la parte superior e inferior de la unión, es decir paralelas a la fibra neutra del soporte ya que es la manera más efectiva de contrarrestar los la flexión.

$$\sigma = \frac{6,14 * 0.005}{0,707 * h * 0,01^2 * 0,02} = \frac{21686}{h} \leftrightarrow h = 21686/\sigma$$

Para un electrodo corriente E60XX

$$\sigma = 345Mpa$$

Considerando el factor de seguridad  $n=1,3$

$$\sigma = 264Mpa$$

Así que la altura de los lados de la soldadura debe ser al menos

$$h \geq 0,082mm$$

Dada la geometría de la pieza y para facilitar el trabajo de soldadura se tomará la altura de los lados de la soldadura 6mm, así se sobredimensiona y garantiza la estabilidad estructural del sistema.

Las columnas serán del mismo material y con el mismo cordón de soldadura, para anclarla a la base, ya que están sometidas al mismo momento.



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

### Soporte del comprobador del diámetro interior

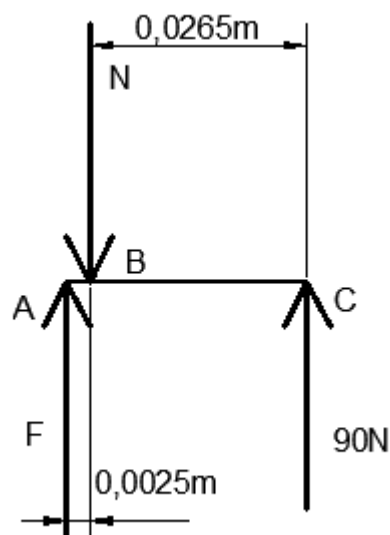
Es el conjunto responsable de sujetar el cilindro que hace la comprobación de diámetro interior atravesando las piezas con un calibre pasa. Está compuesto de dos piezas y sus uniones son atornilladas. Se divide su estudio entre las dos piezas.

#### *Soporte del cilindro*

Es la parte que sujeta el cilindro al resto de la estructura del soporte de verificación del diámetro interior, lo hace mediante una unión atornillada.

Hipótesis:

- Los tornillos no trabajan bien a flexión, así que tendrán que compensar con una fuerza de componente normal el momento de la pieza.
- Elemento hiperestático.
- Se esquematiza la situación.



$$\sum M = 0$$

$$\sum F = 0$$



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

Se toman momentos respecto el tornillo

$$\sum M_B = 0 \leftrightarrow 90 * 0,0265 = F * 0,0025$$

F=954N

$$\sum F = 0 \leftrightarrow N = 954 + 90$$

N=1044N

El área de la zona donde se produce la reacción al momento producido por la fuerza del cilindro es

$$A = l * b - \frac{\pi * r^2}{2}$$

$$A=1,7*10^{-4}m^2$$

Siendo así, la tensión normal en la zona será

$$\sigma = \frac{N}{A}$$

$$\sigma = 6Mpa$$

En este caso por la falta de especificidad en los cálculos se pone un factor de seguridad alto, para garantizar la resistencia del elemento.

En este caso se elige un factor de seguridad 5.

$$\sigma_f = n * \sigma = 30Mpa$$

Lo que permite la utilización del material de construcción que se utilizará para todas las secciones planas de la maquina.



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

En el tornillo la tensión será según el modulo de sección resistente M4 paso normal.

$$A = 8,78 \text{mm}^2$$

$$\sigma = \frac{N}{A}$$

$$\sigma = 119 \text{Mpa}$$

En este caso se elige un factor de seguridad 1,3 ya que los cálculos son bastante exactos y no es un elemento de riesgo para ningún trabajador.

$$\sigma_f = n * \sigma = 154 \text{Mpa}$$

El momento de apriete mínimo debido a la fuerza separadora que está sometido

$$M_t = 0,2 * 1,35 * N * d$$

Siendo del diámetro nominal del tornillo 4 ya que es M4

$$M_t = 1,13 \text{N.m}$$

Considerando en este caso la fuerza separadora igual a la fuerza por el coeficiente de seguridad. Este es el de apriete requerido.

El momento torsor generado por el apriete desaparece una vez apretado el tornillo y para tenerlos en cuenta se aplica un coeficiente de 1,35 sobre la tensión final de tracción requerida.

$$\sigma = n * \sigma = 206 \text{Mpa}$$

Por lo que la calidad del tornillo deberá ser al 4D con limite elástico 240Mpa.



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

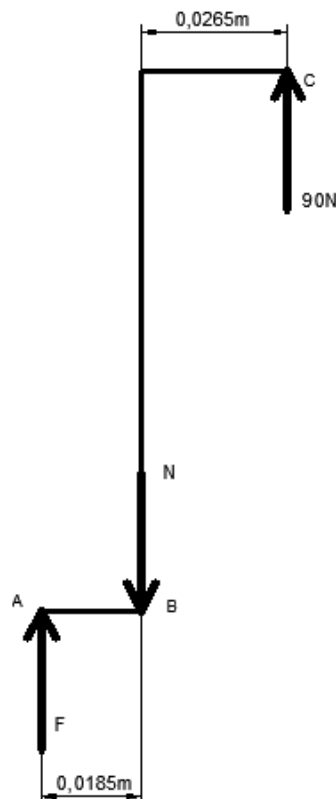
Para evitar que se afloje el tornillo se utilizarán arandelas de presión grower. Es importante ya que si se aflojan, la fuerza normal ejercida por el tornillo disminuirá y esta no contrarrestará el momento flector lo que hará que el tornillo trabaje a flexión.

### *Soporte del conjunto*

Es la parte que sujeta el soporte del cilindro al resto de la estructura, lo hace mediante una unión atornillada.

### Hipótesis:

- Los tornillos no trabajan bien a flexión, así que tendrán que compensar con una fuerza de componente normal el momento de la pieza.
- Elemento hiperestático.
- Se esquematiza la situación.





## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

$$\sum M = 0$$

$$\sum F = 0$$

Momento respecto del tornillo

$$\sum M_B = 0 \leftrightarrow 90 * 0,0265 = F * 0,0185$$

$$F=129\text{N}$$

$$\sum F = 0 \leftrightarrow N = 129 + 90$$

$$N=219\text{N}$$

En este elemento las tensiones son menores, así que se utiliza el dimensionamiento del elemento anterior para esta situación.

El momento necesario en el apriete del tornillo

$$M_t = 0,2 * 1,35 * N * d$$

$$M_t = 0,05\text{N.m}$$

Como en el caso anterior el tornillo debe ser ajustado con una arandela glover para evitar que se afloje se genere un momento que pueda dañar los tornillos.



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

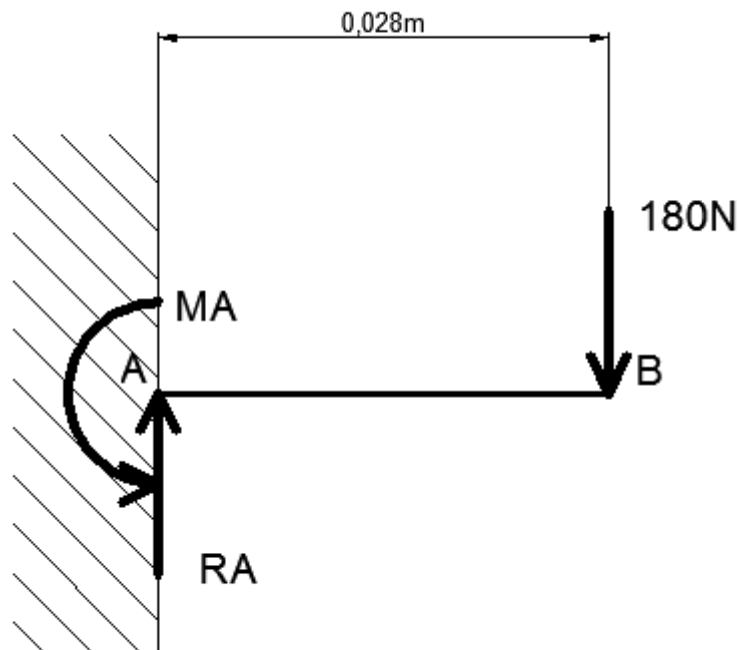
---

Apoyo del soporte del comprobador del diámetro interior

Es el elemento al que el soporte del cilindro de verificación del diámetro interior va al Raíl móvil y resto de la estructura.

Hipótesis:

- Se analiza como flexión pura.
- Elemento hiperestático
- Se esquematiza la situación



$$\sum M = 0$$



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

El momento que transmite a la unión del apoyo con el raíl es

$$\sum M_A = 0 \leftrightarrow MA = 180 * 0,012$$
$$MA = 2,16N.m$$

Siendo una unión soldada como la dimensionada anteriormente, pero de menor momento. Se puede aplicar la misma altura para los lados de la soldadura pero para evitar torsiones a lo largo del apoyo se soldarán los bordes superior e inferior completamente. Lo que dará una longitud de soldadura sobredimensionada.





## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

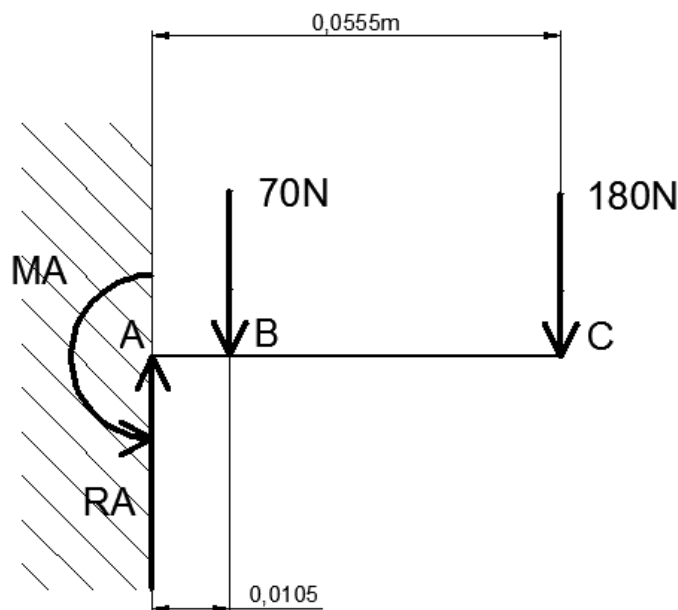
ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

### Vigas del raíl móvil

Son los elementos que unen el raíl móvil al fijo, por lo tanto el que soporta los esfuerzos provocado por el cilindro de comprobación del diámetro interior y el peso del raíl móvil.

Hipótesis:

- Se analiza como flexión pura.
- Elemento hiperestático.
- Se esquematiza la situación.



$$\sum M = 0$$

$$\sum M_A = 0 \leftrightarrow MA = 180 * 0,0555 + 70 * 0,0105$$

$$M = 10,63N.m$$

Son 5 soportes de 4mm de diámetro.

$$\sigma = \frac{M}{5W}$$



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

La tensión  $\sigma$  sera igual al momento entre el modulo de sección resistente

$$\frac{I}{y} = W$$

W es el momento de inercia respecto del eje de giro del momento flector, entre la distancia a la fibra neutra, cuando como en este caso la sección redonda y se considera el sistema como flexión pura. El modulo de sección resistente será;

$$W = \frac{\frac{\pi * d^4}{64}}{\frac{d}{2}} = \frac{\pi * d^3}{32}$$

Siendo entonces:

$$\sigma = \frac{32 * 10,63}{5 * \pi * 0,004^3} = 332Mpa$$

En este caso se elige un factor de seguridad 1,3 ya que los cálculos son bastante exactos y no es un elemento de riesgo para ningún trabajador.

$$\sigma_f = n * \sigma = 431Mpa$$

Con lo que se tiene que aumentar la sección a 5mm

$$\sigma = \frac{32 * 10,63}{5 * \pi * 0,005^3} = 170Mpa$$

Factor de seguridad 1,3

$$\sigma_f = n * \sigma = 221Mpa$$

Dos de estos soportes serán tornillos, que serán los encargados de mover el raíl móvil, los de calidad 4D tienen como límite de fluencia de 240Mpa.



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

Ellos serán los encargados de soportar la tensión normal que origina el apriete de los raíles. Esa tensión normal se sumará a la ya calculada y no podrán juntas superar el límite de tensión de este tornillo y su coeficiente de seguridad.

$$\sigma_N \leq \frac{\sigma_f}{n} - \sigma$$

$$\sigma_N \leq 14Mpa$$

Siendo 11 MPa el máximo de tensión originada por el apriete de los raíles.

Perfiles redondos de acero inoxidable UNE X2 CrNiMo 17-12-03, que tienen un límite elástico de 230Mpa serán los materiales de los demás soportes.

Las 3 varillas irán soldadas al raíl fijo mediante una soldadura a tope con un electrodo E60XX, de tal manera que al ser el límite de fluencia del electrodo mayor que el de las varillas, esta unión estará debidamente dimensionada.



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

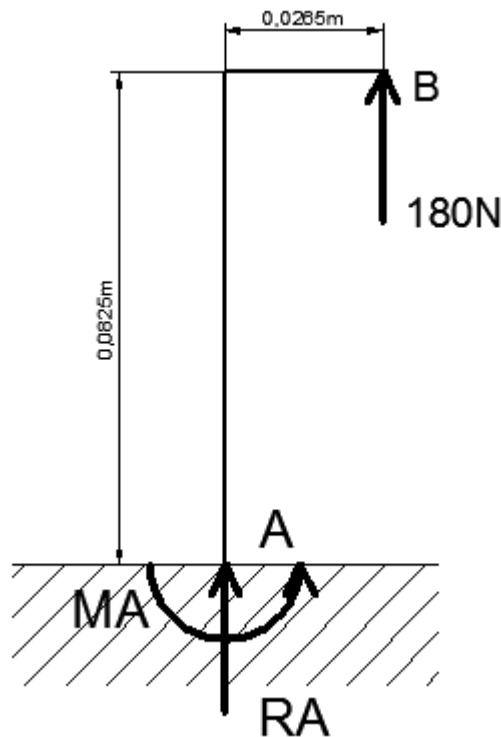
---

### Columnas de sustentación del comprobador de longitud

Sostienen el comprobador de longitud. Son tres barras que sirven a su vez de sujeción y guía para la plataforma rectificadora, que realizan el contacto con la parte superior de la pieza a medir.

Hipótesis:

- Se analiza como flexión pura.
- Elemento hiperestático
- Se esquematiza la situación;



$$\sum M = 0$$

$$\sum M_A = 0 \leftrightarrow MA = 180 * 0,0265$$

$$M = 4.8N.m$$



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

3 soportes con un momento flector máximo actuante 5N.m

$$\sigma = \frac{M}{3W}$$

La tensión  $\sigma$  sera igual al momento entre el modulo de sección resistente

$$\frac{I}{y} = W$$

W es el momento de inercia respecto del eje de giro del momento flector, entre la distancia a la fibra neutra, cuando, como en este caso, la sección redonda y se considera el sistema como flexión pura. El modulo de sección resistente será;

$$W = \frac{\frac{\pi * d^4}{64}}{\frac{d}{2}} = \frac{\pi * d^3}{32}$$

Siendo entonces para una sección de 4mm de diámetro

$$\sigma = \frac{32 * 4.8}{3 * \pi * 0,004^3} = 252Mpa$$

En este caso se elige un factor de seguridad 1,3 ya que los cálculos son bastante exactos y no es un elemento de riesgo para ningún trabajador.

$$\sigma_f = n * \sigma = 328Mpa$$

Sería necesario emplear un acero de alta resistencia así que se aumenta la sección a 5 mm.

$$\sigma = \frac{32 * 5}{3 * \pi * 0,005^3} = 129Mpa$$

Que con un coeficiente de seguridad seria



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

$$\sigma_f = n * \sigma = 168Mpa$$

Un perfil redondo de acero inoxidable UNE X2 CrNiMo 17-12-03 cumplirá con el cometido ya que tiene un límite elástico de 230Mpa y al ser inoxidable mantendrá el acabado superficial y las dimensiones, importante para el ajuste con la plataforma de medición.

Su modulo de elasticidad es a 20° es 200Gpa.

Hay que tener en cuenta el ángulo que realiza el cilindro con la plataforma que entra en contacto con la parte superior de la pieza. Este caso es compatible con el de una viga hiperestática de dos apoyos, uno móvil y otro fijo, para el cual el lado de apoyo fijo el ángulo es de

$$\theta = \frac{M * l}{3 * E * I}$$

Siendo así, el desplazamiento horizontal máximo que tendrá será aproximadamente

$$\theta * d_v = d_h$$

Ya que el seno de un ángulo muy pequeño es aproximadamente igual al ángulo.

Así que se tiene:

$$\theta = \frac{4.8 * 0,1}{3 * 200 * 10^9 * 6,1 * 10^{-9}} = 1,375 * 10^{-4} \text{Rad}$$

Que en distancia horizontal viene a ser

$$\theta * d_v = d_h$$



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

$$d_h = 1,375 * 10^{-5}m$$

La unión tiene  $13,75\mu m$  de excentricidad, se colocará una junta del fabricante del cilindro que tolera hasta  $500\mu m$  y así se evita que el vástago sufra tensión cortante



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

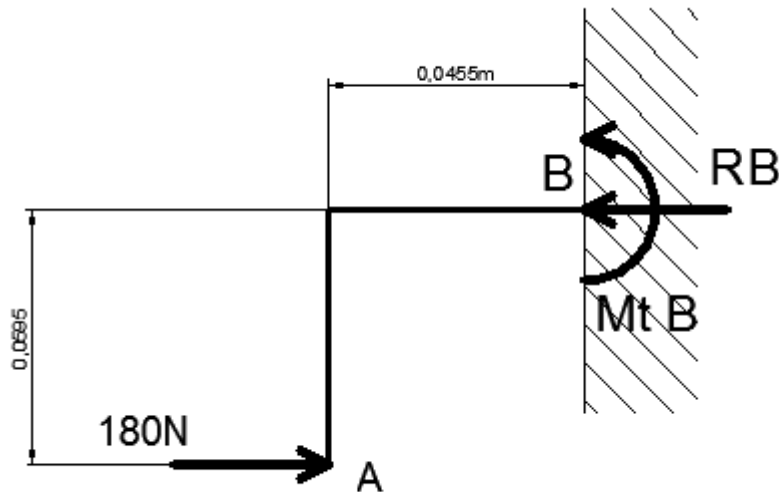
### Soporte de entrada en raíles

Es el soporte del cilindro que mueve la cadena de piezas para su selección, además soporta la pieza entrada en los raíles. Por la posición del cilindro este elemento sufre torsión y flexión.

Hipótesis:

- Las tensiones normal y cortante actúan en el mismo plano.
- Elemento hiperestático.
- Se esquematiza la situación.

*Momento torsor*



$$\sum M = 0$$





## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

$$\sum M_B = 0 \leftrightarrow M_t B = 180 * 0,0595$$
$$M_t B = 10,7 N.m$$

Así que se tiene un momento torsor máximo actuante 10,7N.m y su tensión se expresa con la siguiente ecuación:

$$\tau = \frac{M_t}{\gamma * a * b^2}$$

Siendo  $\gamma$  un coeficiente que depende de la relación a/b que en este caso  $\gamma = 0,29$

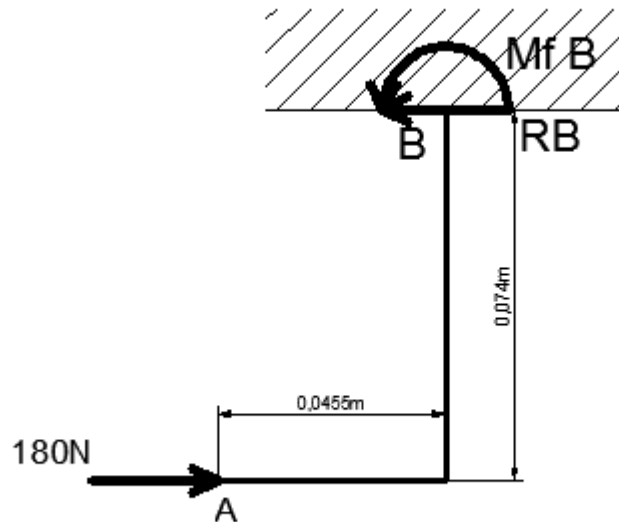
$$\tau = \frac{10,7}{0,29 * 0,032 * 0,005^2} = 46 Mpa$$



MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

*Momento flector*



$$\sum M_f = 0 \leftrightarrow M_f = 180 * 0,074$$
$$M_f = 13N.m$$

Así que se tiene un momento flector máximo actuante 13N.m

$$\sigma = \frac{M}{W}$$

Como es una sección rectangular el modulo de sección resistente es

$$W = \frac{b * h^2}{6}$$

Siendo:

b la base de la sección;

h la altura.



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

Es decir b paralelo al eje de inercia y h perpendicular al mismo.

$$\sigma = \frac{13}{\frac{1}{6} * 0,032 * 0,005^2} = 98Mpa$$

*Condiciones de Mohr y Tresca*

Para poder calcular la suma de tensiones debido a los momentos, se aplica el teorema de Mohr y se supone que ambos esfuerzos resultantes actúan en el mismo plano lo que da como resultado:

$$t_{max} = \sqrt{\tau^2 + \left(\frac{\sigma^2}{2}\right)}$$

Para que ninguna de las tensiones principales sobrepase el límite de fluencia, en el caso de que se sumara las tensiones como compresión o tracción puras.

$$\sigma_f \geq 2 * t_{max}$$

Al que se debe aplicar un factor de seguridad  $n=1,3$

$$t_{max} = \sqrt{46^2 + \left(\frac{98^2}{2}\right)} = 67Mpa$$

Por lo que el límite de fluencia  $\sigma_f$

$$\sigma_f \geq 2 * 67 * 1,3$$

$$\sigma_f \geq 175Mpa$$



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

### CONCLUSIONES

- Las barras cuadradas de los soportes y los elementos contruidos de chapa. serán UNE X5 CrNiMo 17-12-03
- Los perfiles redondos serán UNE X2 CrNiMo 17-12-03
- Las soldaduras son de electrodo E60XX.
- Los tornillos y arandelas de calidad 4D.

Los límites de fluencia son:

- ✓ 230Mpa en las barras de los soportes y elementos de chapa
- ✓ 230Mpa en los perfiles redondos
- ✓ 240Mpa en los tornillos

Todos ellos aceros comerciales fabricados en las dimensiones de chapa, barras o perfiles para fabricación de máquinas. Se pueden fabricar estas piezas con otros materiales simplemente considerando los esfuerzos.

Pero son los aceros inoxidables los que garantizan una mayor durabilidad de los elementos.



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

### ANÁLISIS MEDIANTE ELEMENTOS FINITOS

El análisis de elementos finitos mediante el programa Solid Works 2010 de las piezas de la máquina para el control de calidad de casquillos metálicos se realiza como una comprobación general del estudio resistente expuesto. Se analizan conjuntos estructurales separadamente como una comprobación de su integridad. Esto resulta insuficiente como cálculo de los esfuerzos, desplazamientos y deformaciones que soporta la estructura.

El material, las fuerzas y los anclajes son los mismos presentados en el estudio resistente. La tabla representan los valores del acero.

<i>Propiedad</i>	<i>Valor</i>
Modulo elástico	200 GPa
Coef. Poisson	0.27
Densidad	7630 kg/m <sup>3</sup>
Resistencia a la fluencia	230 MPa

Las diferencias entre la calidad de las barras y del laminado es el acabado superficial.

El estudio presentara los valores mínimo y máximo, para cada pieza de;

- Tensión,
- Deformación,
- Desplazamiento.



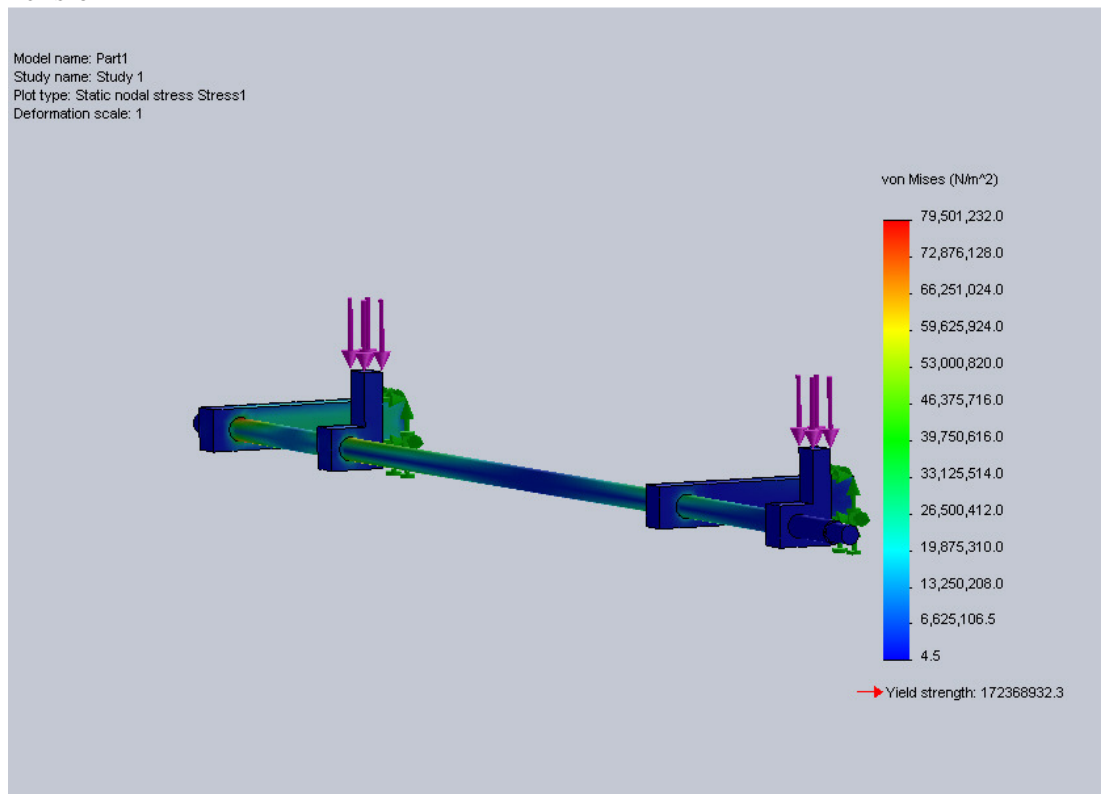
# MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

## VIGA DE SOPORTE DE RAÍLES

	Mínima	Máxima
Tensión	4,5 Pa	79,5 MPa
Deformación unitaria	$1,279 * 10^{-11}$	0.000255
Desplazamiento	0 mm	0.339 mm

### Tensión

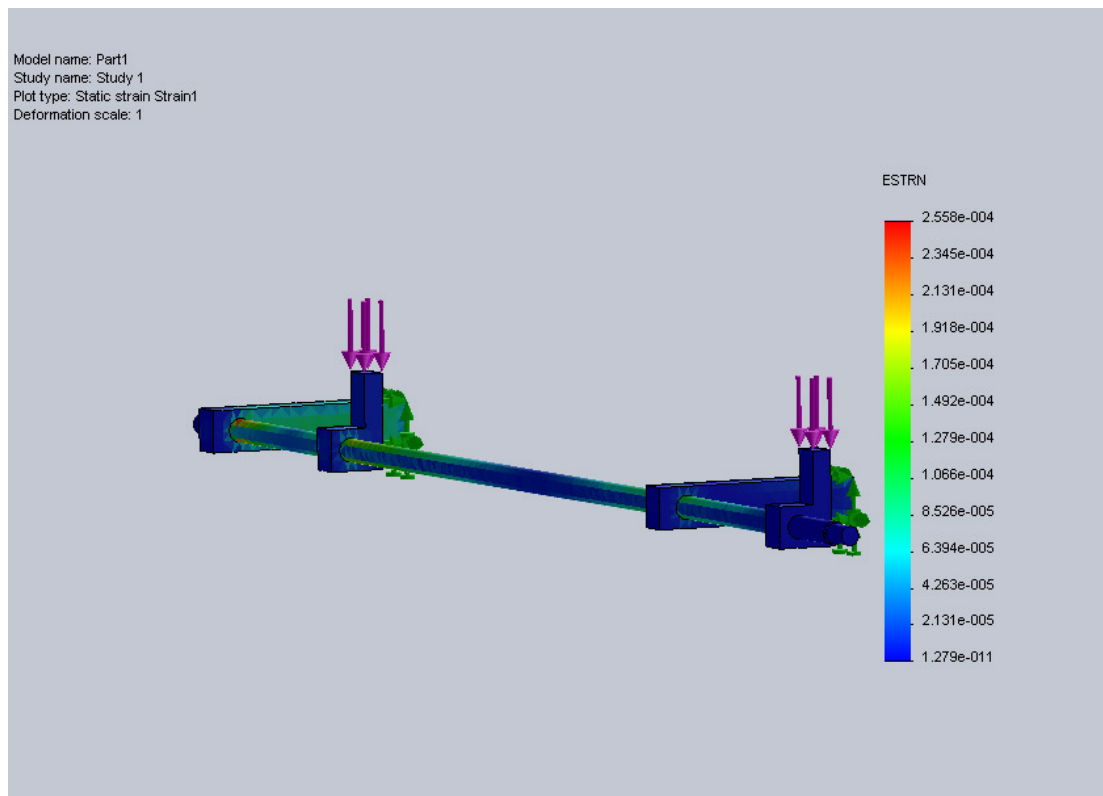




# MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

Deformación unitaria



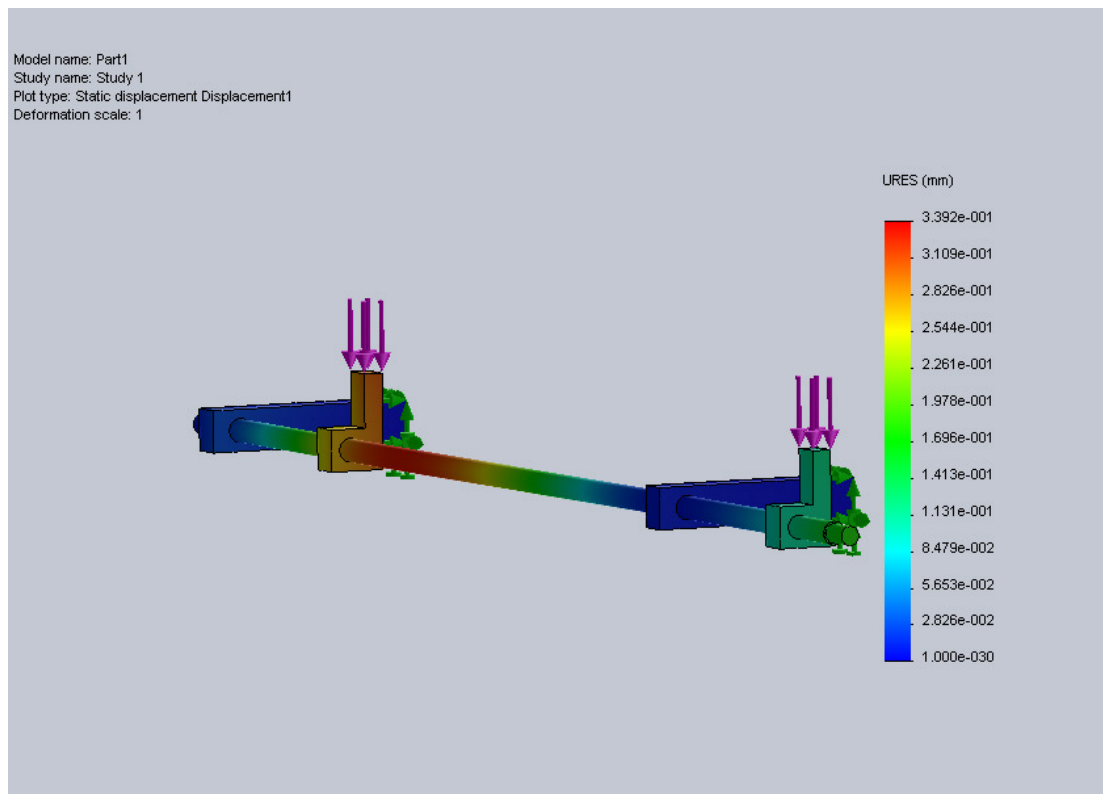


# MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

Desplazamiento







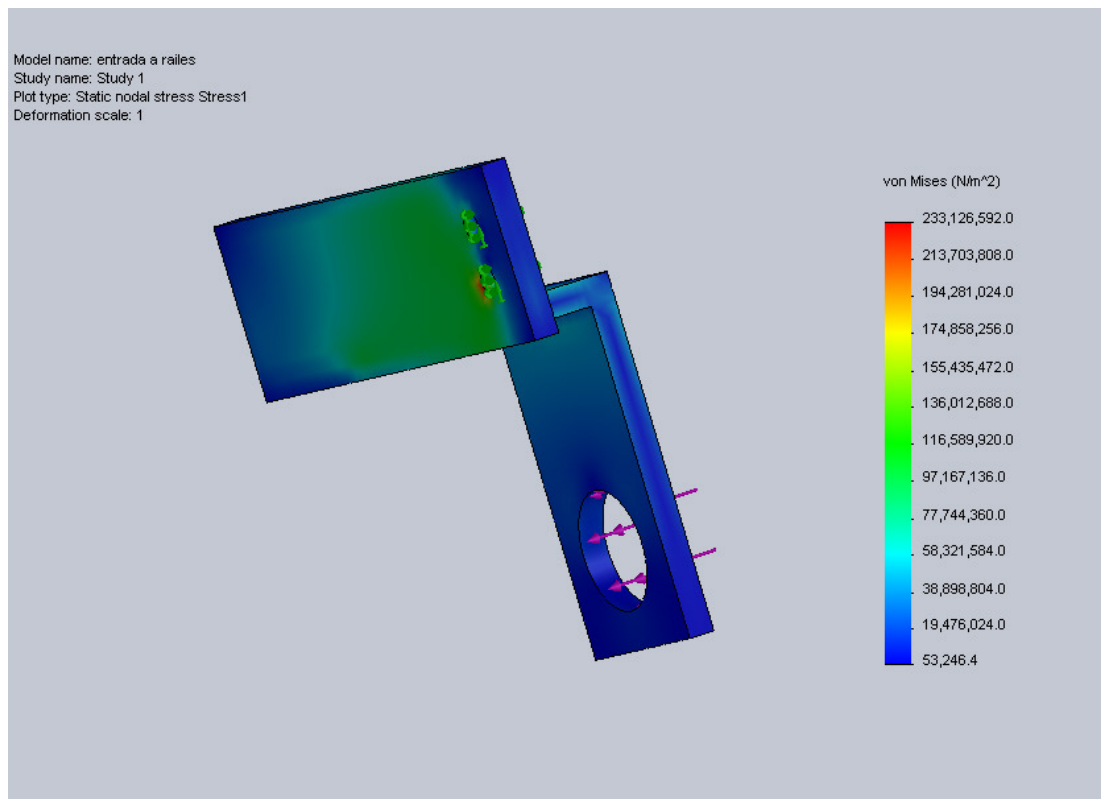
# MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

## Entrada en raíles

	Mínima	Máxima
Tensión	53,4 KPa	233Mpa
Deformación unitaria	$6.24 * 10^{-7}$	0.000754517
Desplazamiento	0 mm	1.63201 mm

## Tensión



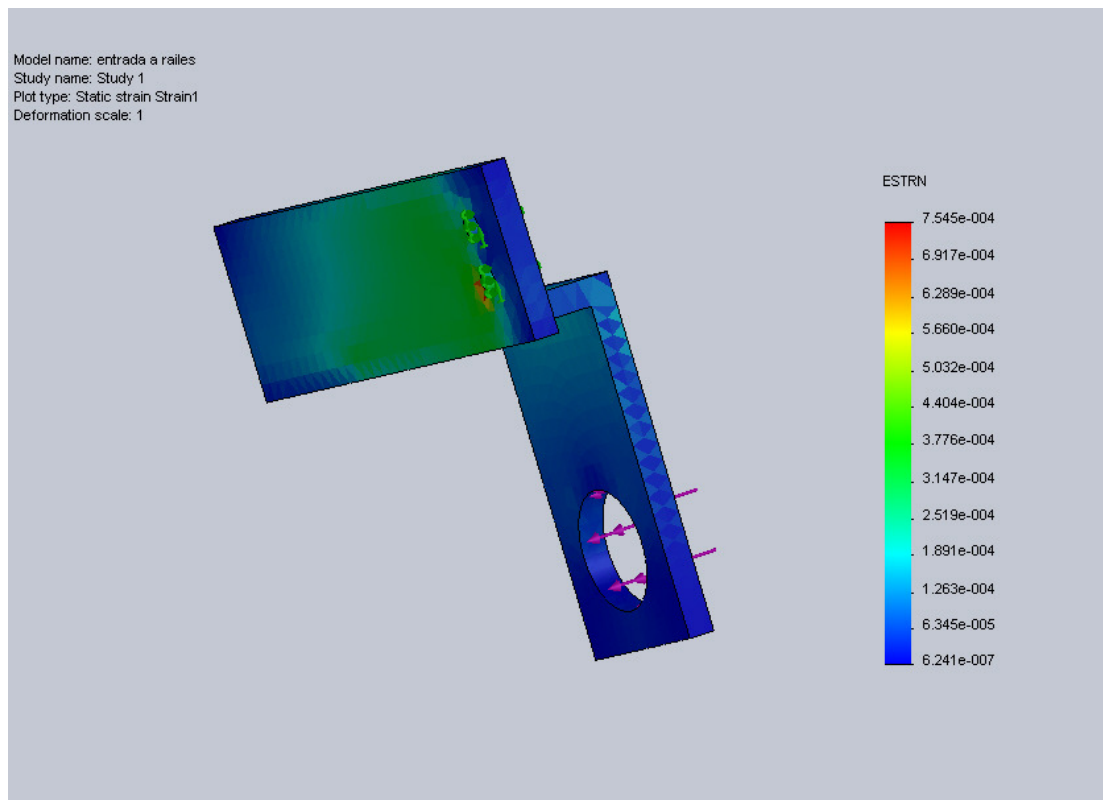


# MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

## Deformación Unitaria



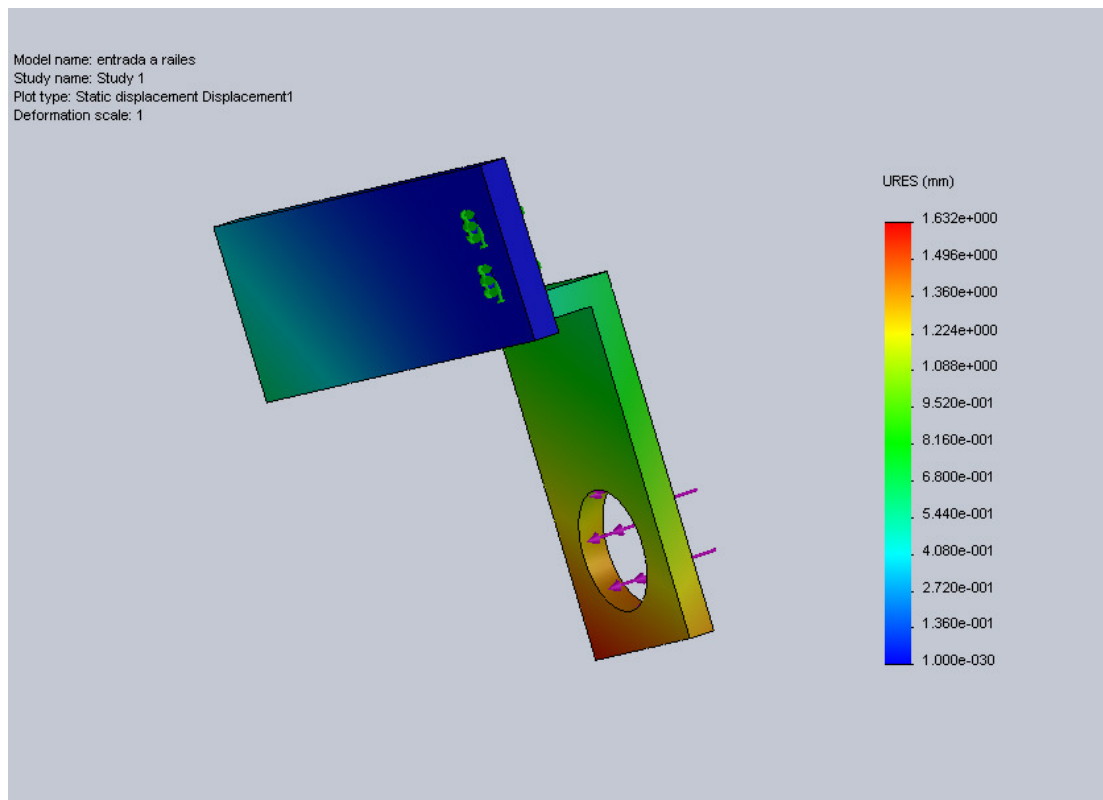


# MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

## Desplazamiento





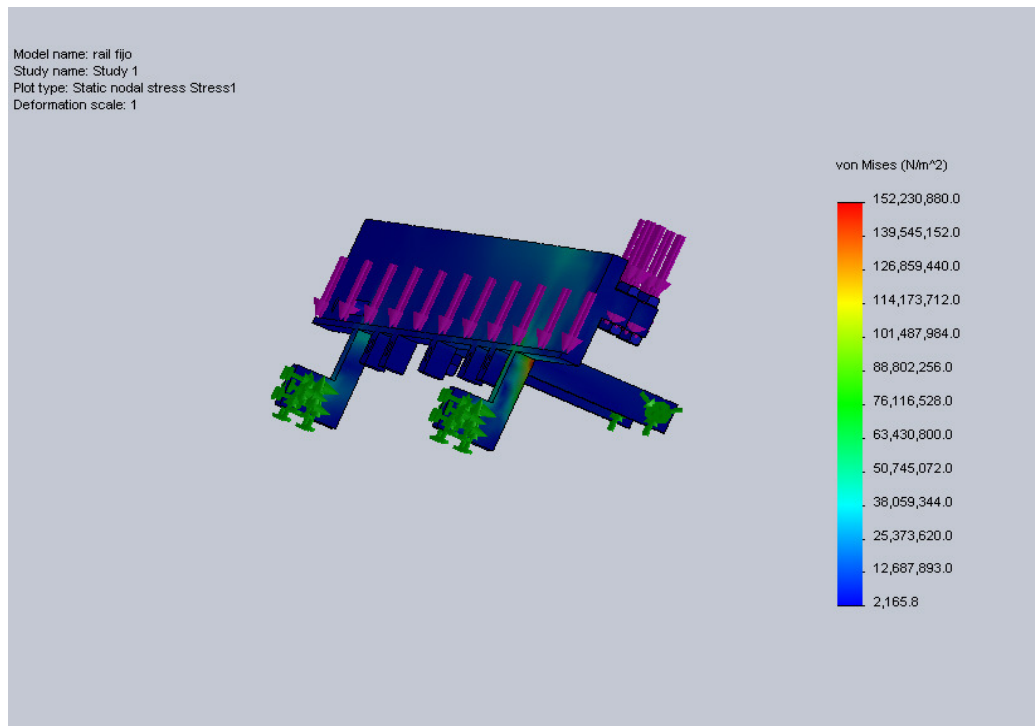
# MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

## Raíl fijo

	Mínima	Máxima
Tensión	2,16 KPa	152Mpa
Deformación unitaria	$7,16 * 10^{-9}$	0,000499
Desplazamiento	0 mm	1.63201 mm

## Tensión



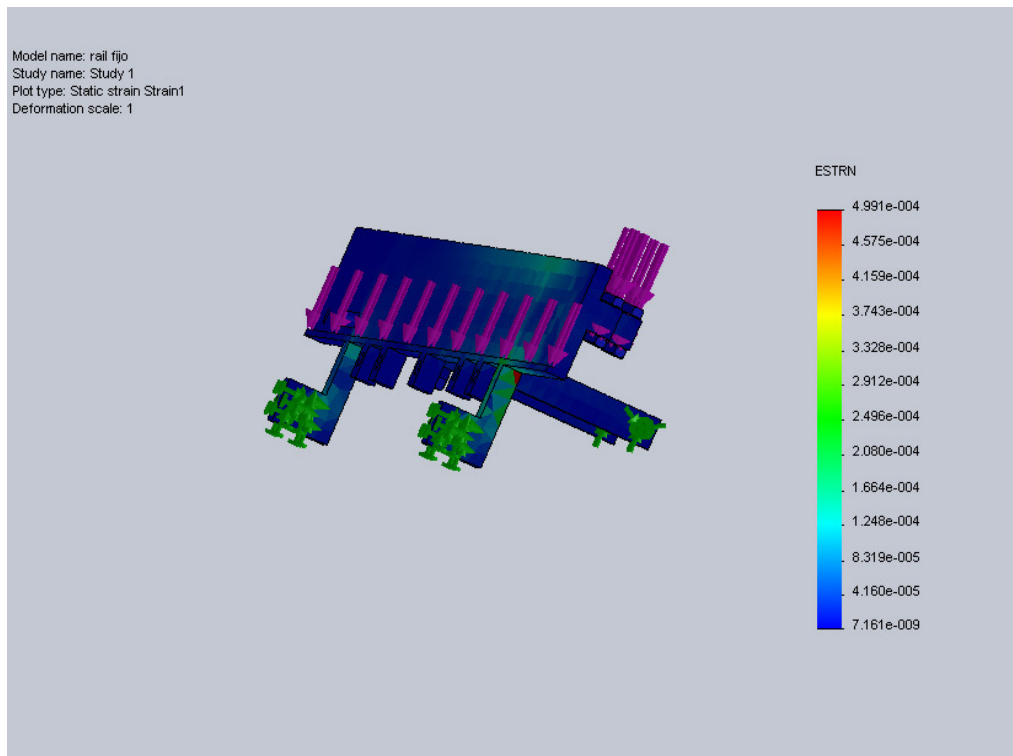


# MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

## Deformación Unitaria



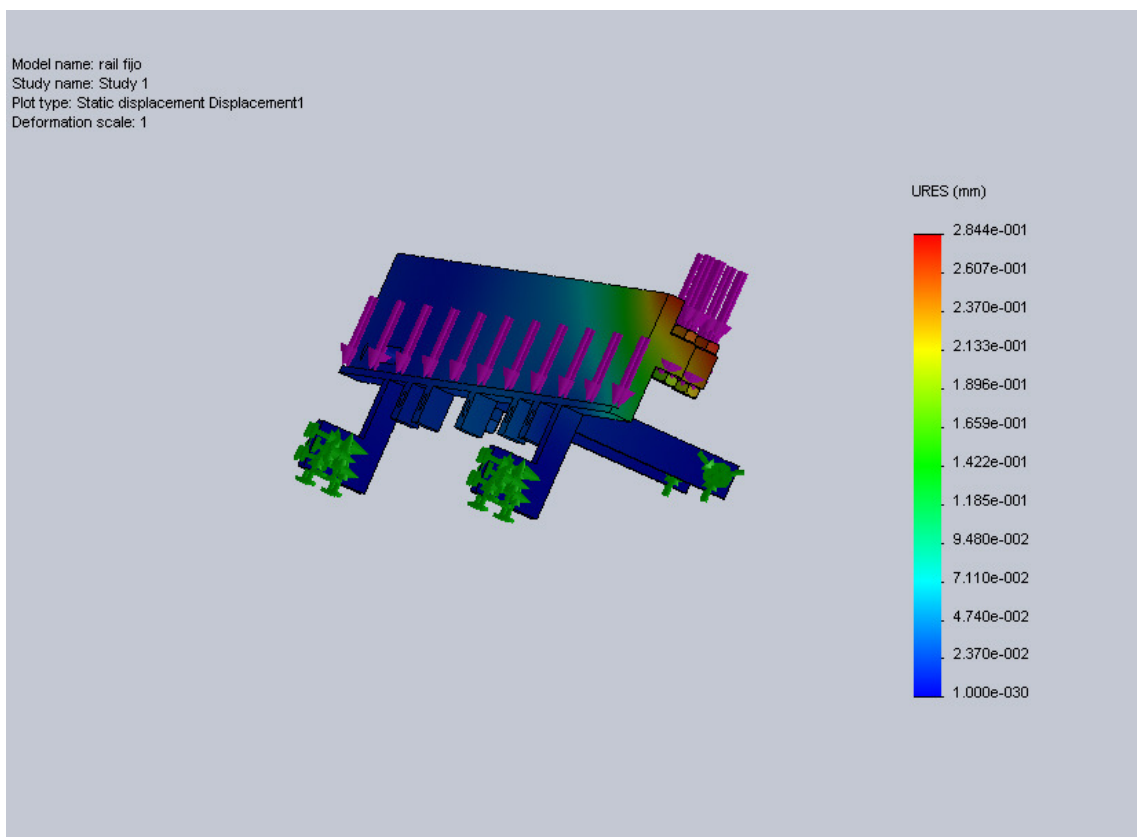


# MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

## Desplazamiento





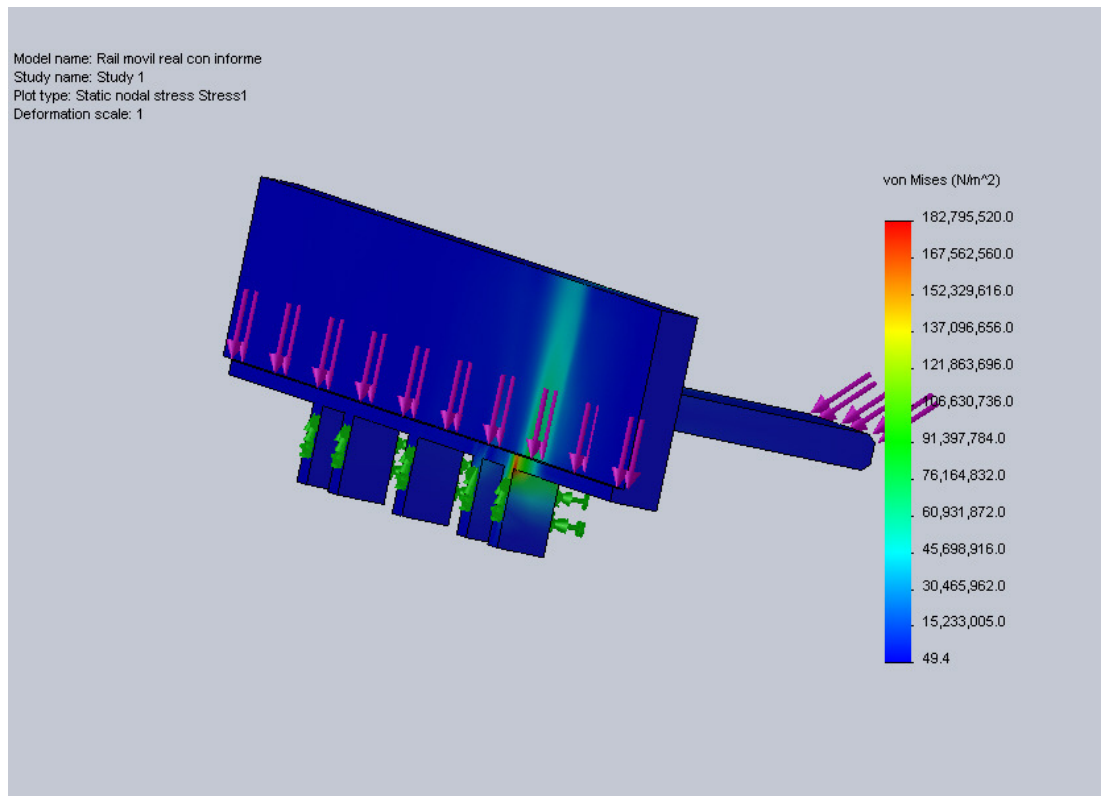
# MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

## Raíl móvil

	Mínima	Máxima
Tensión	49 Pa	182 Mpa
Deformación unitaria	$1,53 * 10^{-9}$	0.000589
Desplazamiento	0 mm	0,514 mm

## Tensión

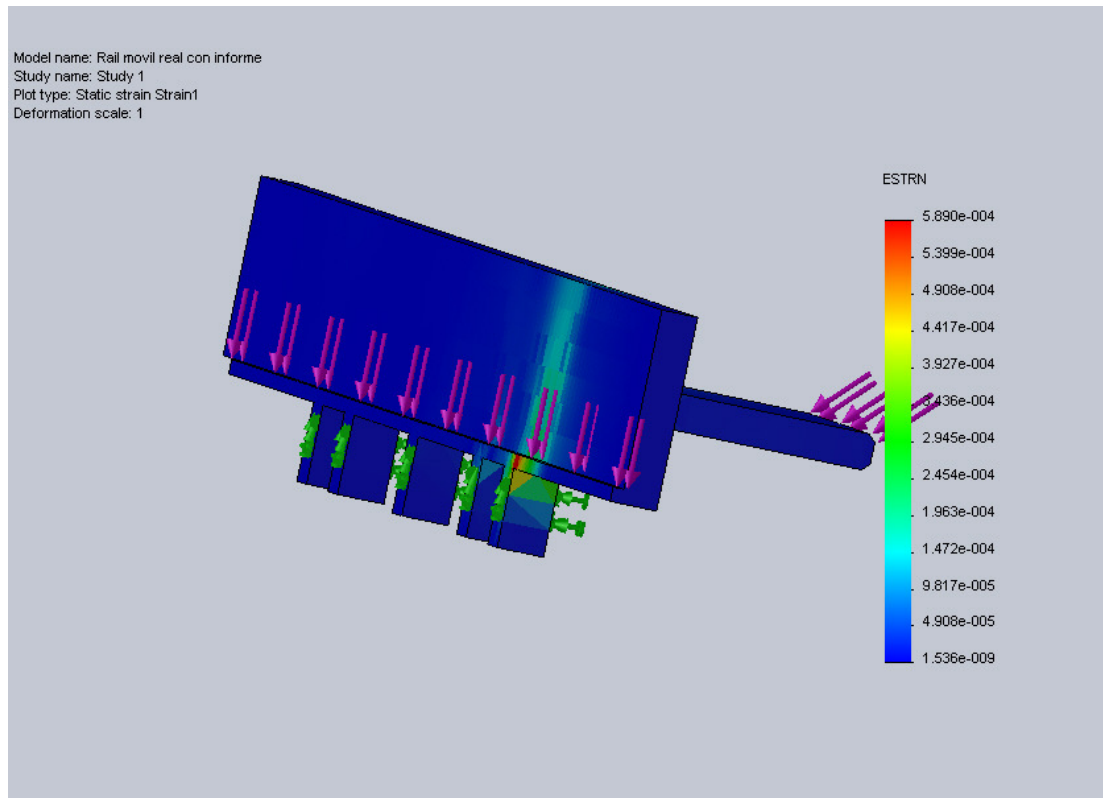




# MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

Deformación unitaria





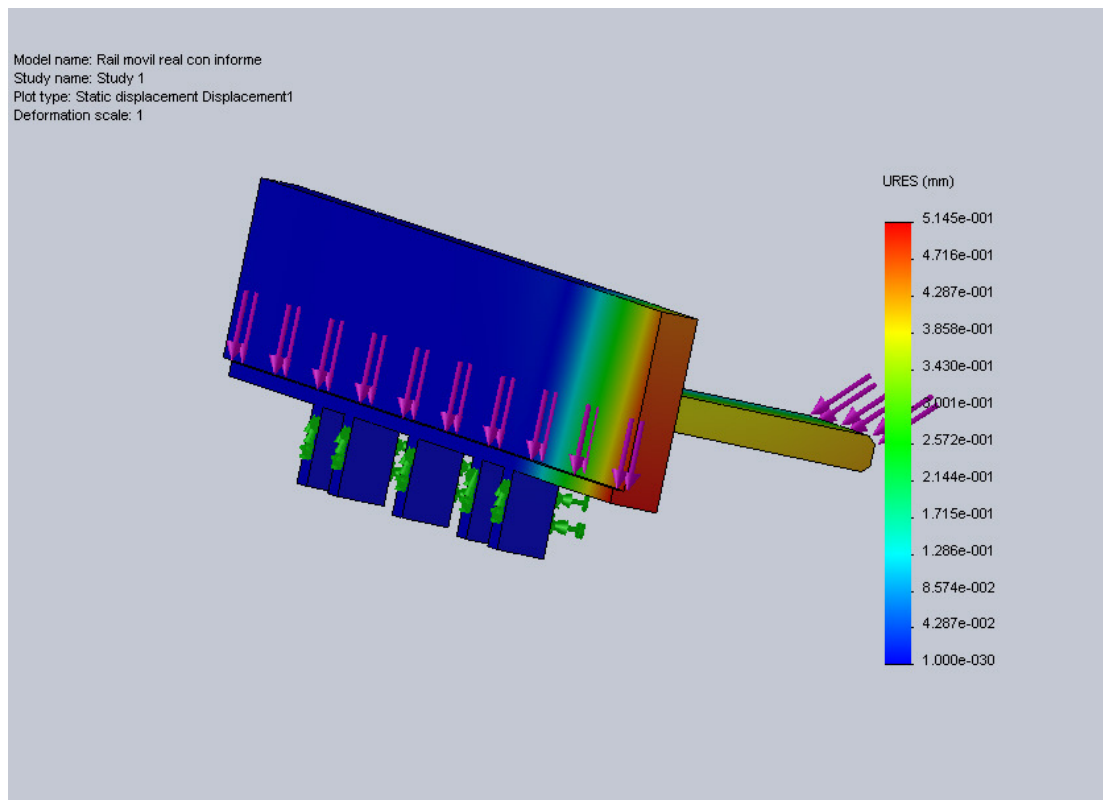


# MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

## Desplazamiento





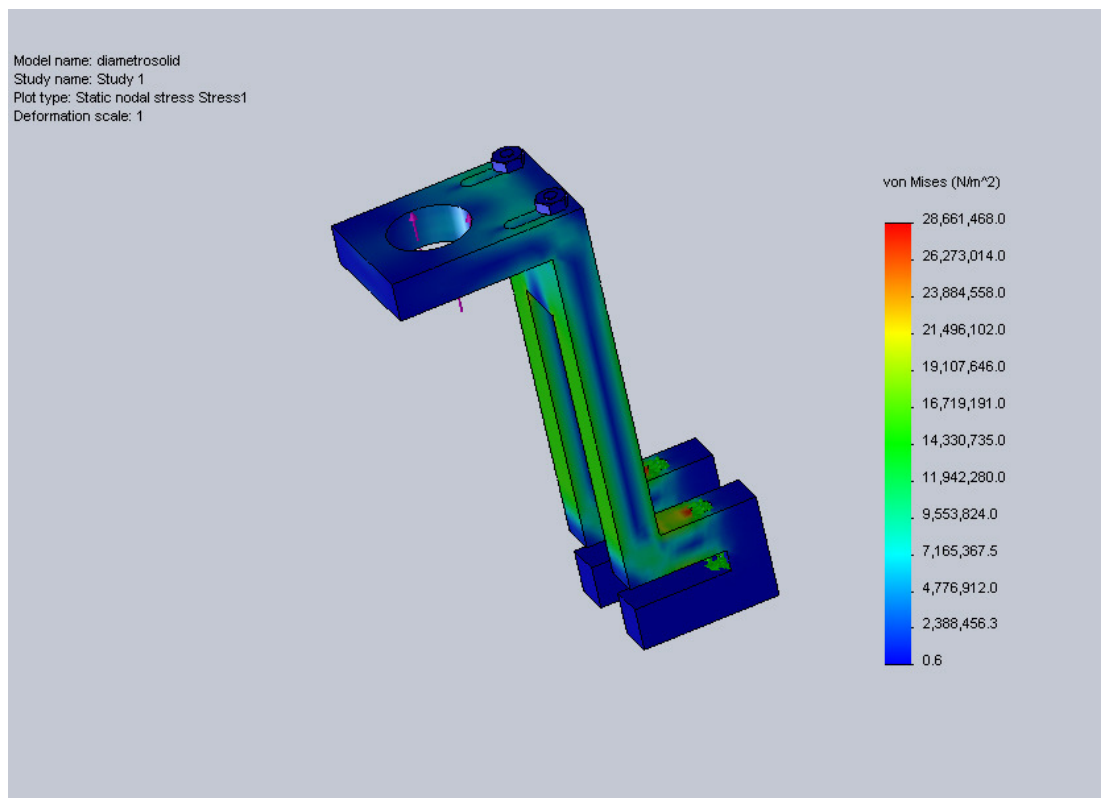
# MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

Comprobador de diámetro

	Mínima	Máxima
Tensión	0.55 Pa	28 Mpa
Deformación unitaria	$5,6 * 10^{-12}$	0.000103313
Desplazamiento	0 mm	0,117 mm

## Tensión



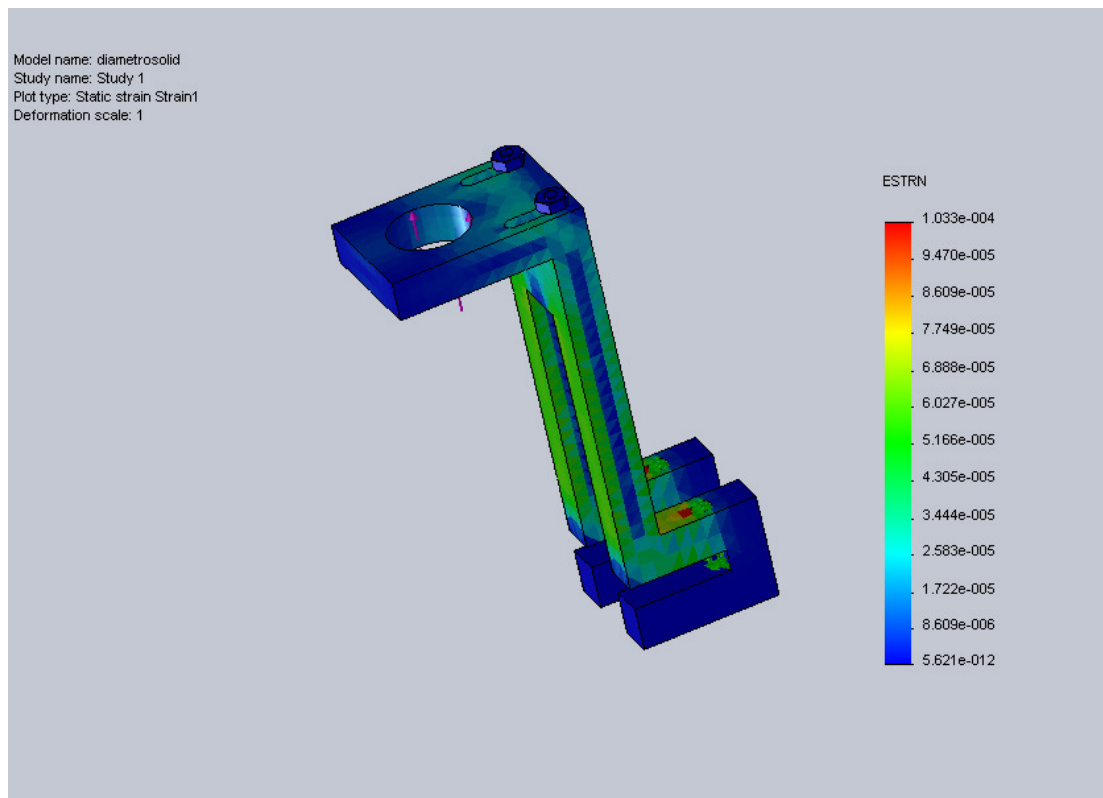


# MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

Deformación unitaria



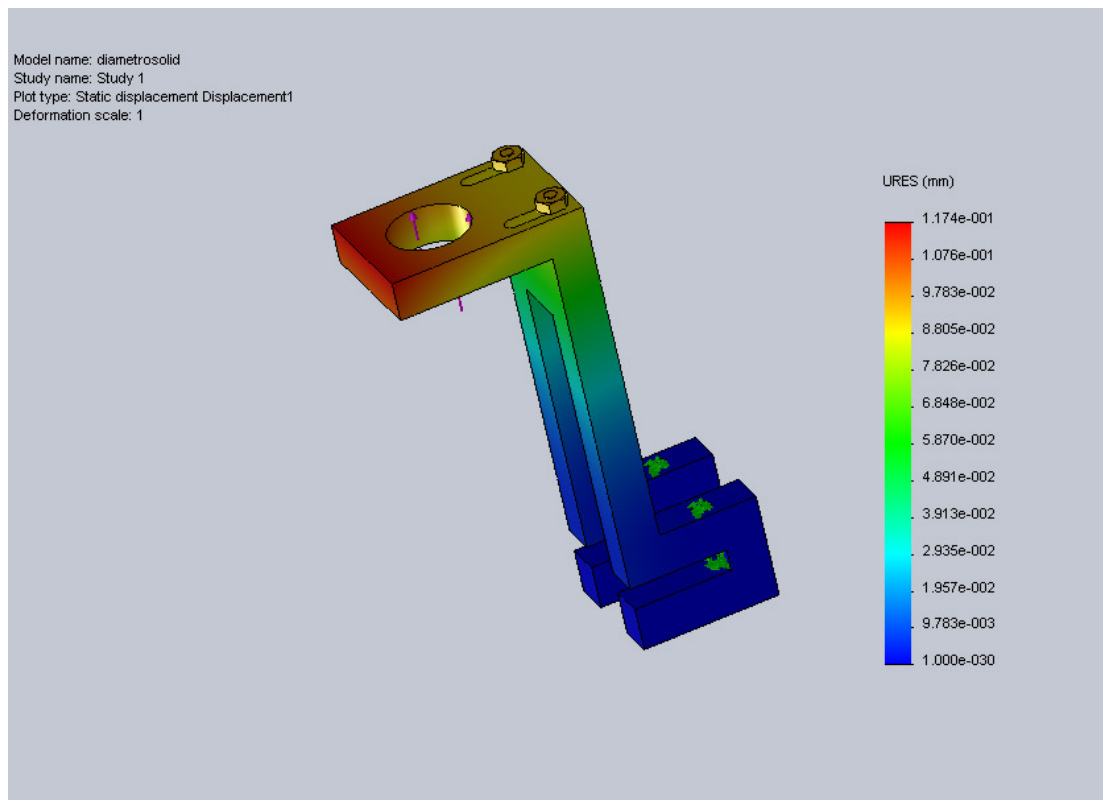


# MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

## Desplazamiento





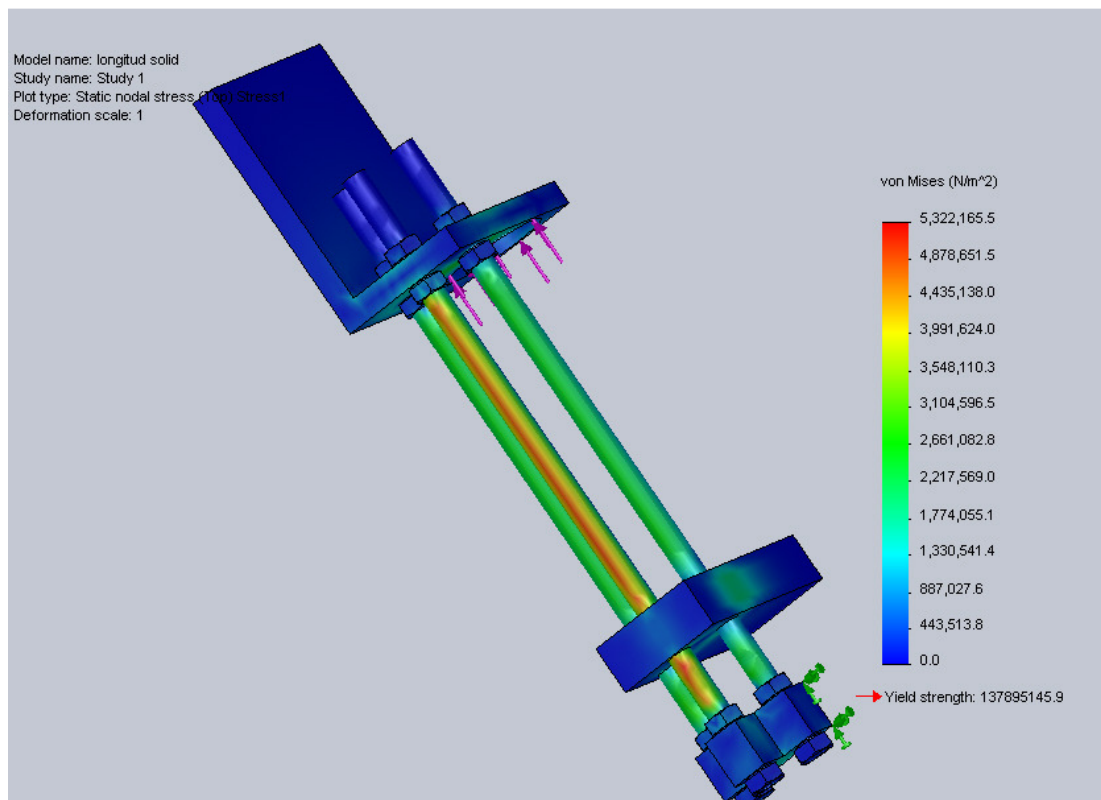
# MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

## Comprobador de longitud

	Mínima	Máxima
Tensión	0 Pa	5,3 Mpa
Deformación unitaria	0	0.0000251
Desplazamiento	0 mm	0.0250 mm

## Tensión

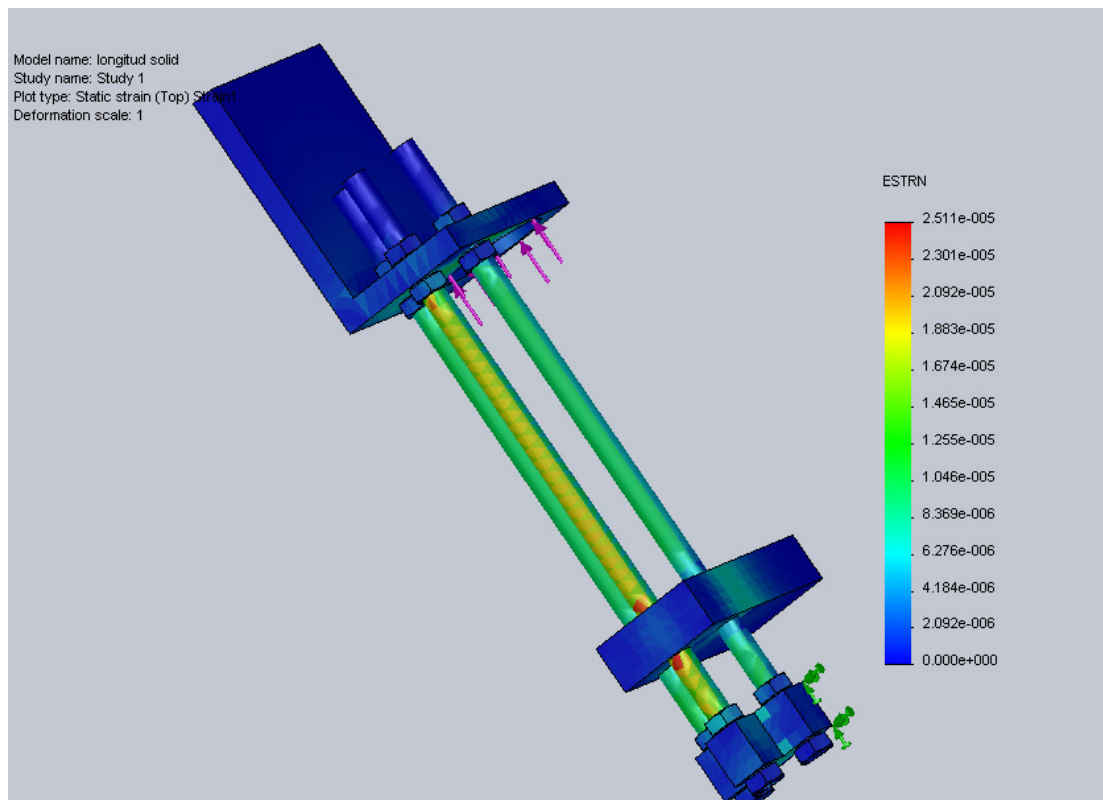




# MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

Deformación unitaria



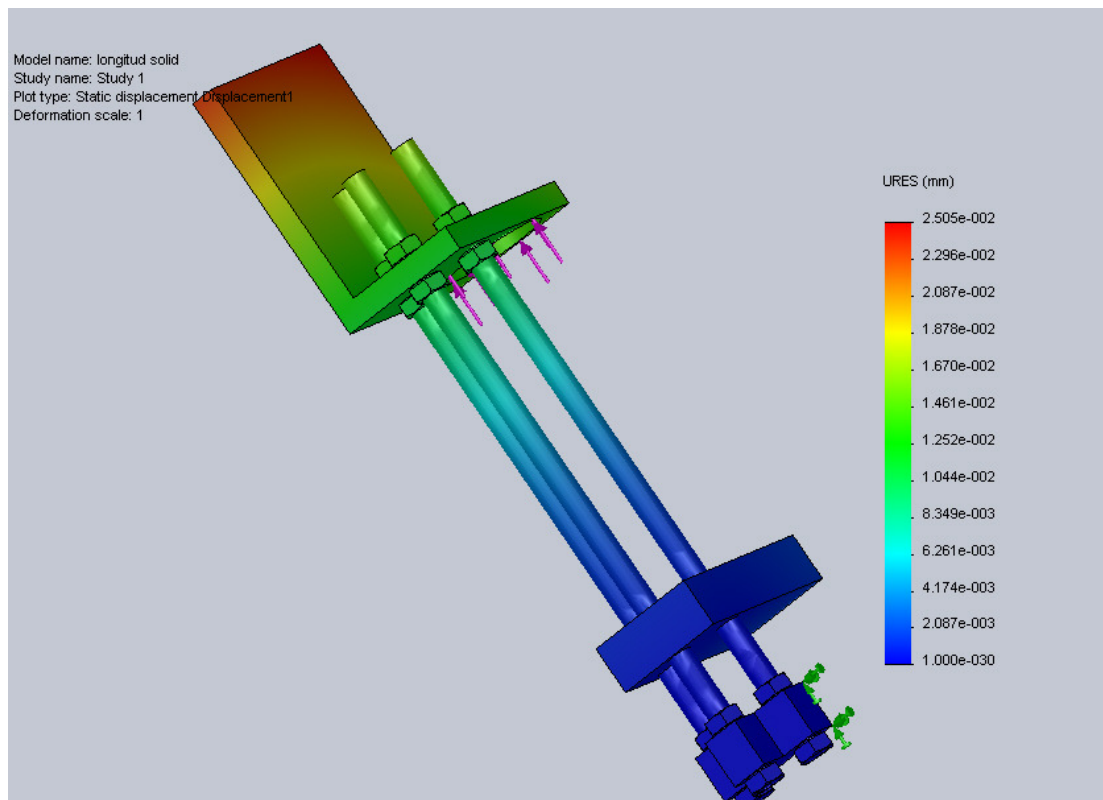


# MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR  
INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL

---

## Desplazamiento





# MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

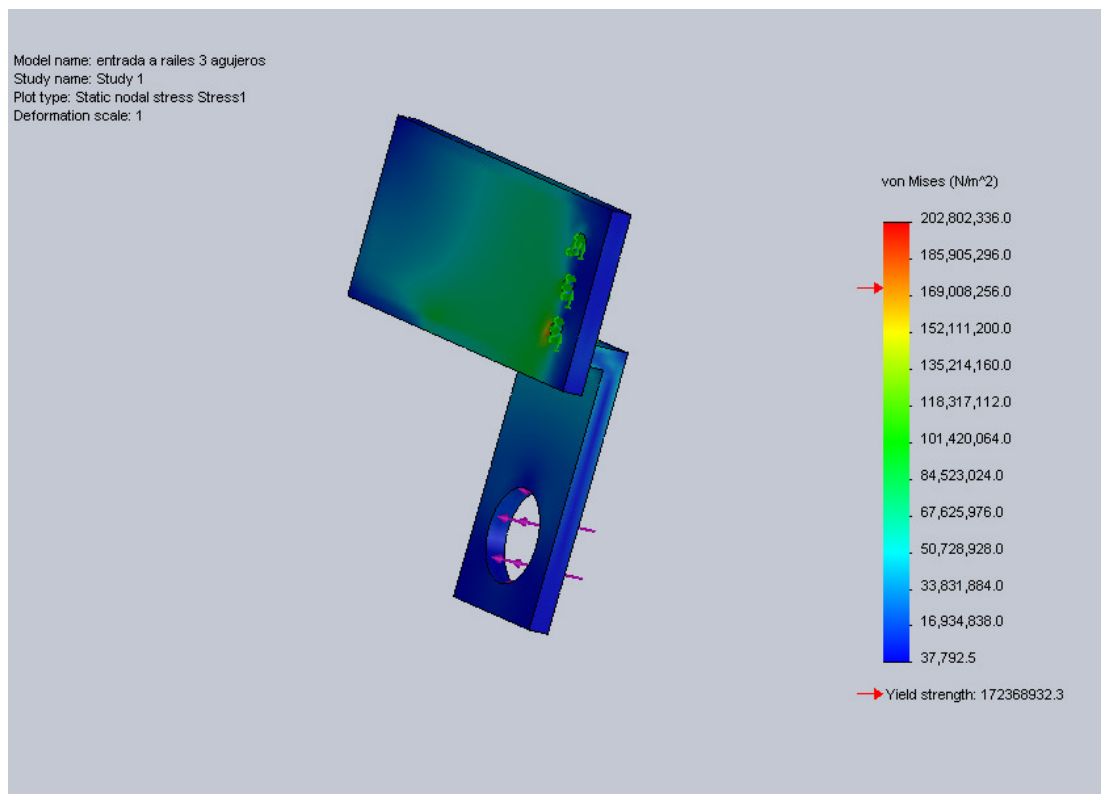
## CONCLUSIONES

El único conjunto estructural que presenta problemas no previstos en el análisis resistente es Entrada a raíles. Se pondrá otro tornillo en la unión para repartir con los ya existentes la tensión producida por el cilindro del empujador.

### Entrada en raíles

	Mínima	Máxima
Tensión	37 KPa	202 MPa
Deformación unitaria	$7,06 * 10^{-7}$	0.000563
Desplazamiento	0 mm	1,401 mm

### Tensión



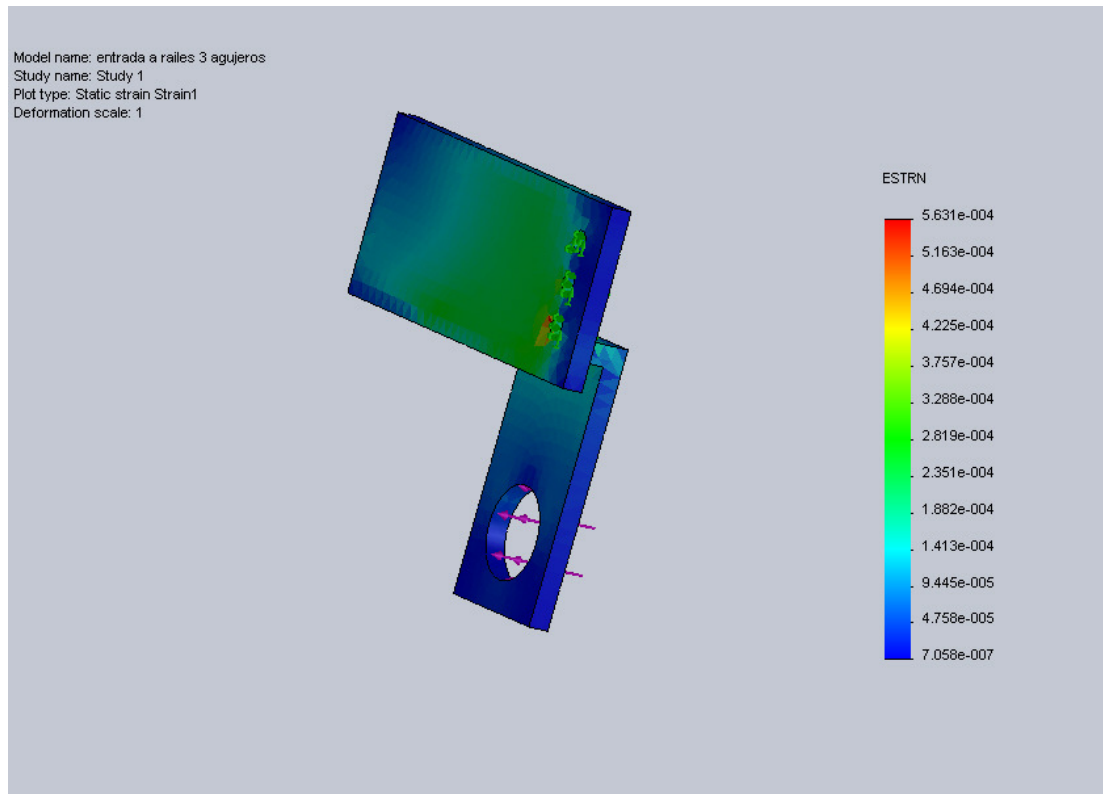




# MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

Deformación unitaria

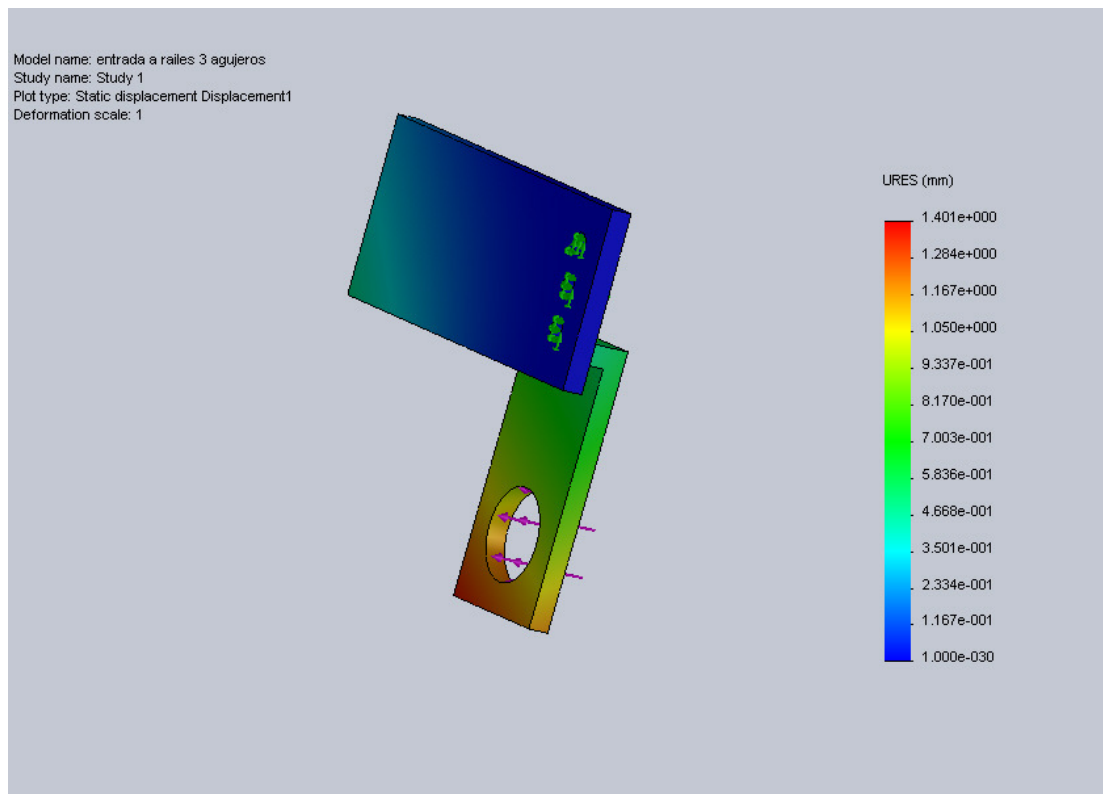




# MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

Desplazamiento





## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

### AJUSTES DE ELEMENTOS DE REGULACIÓN

Existen en la máquina determinados componentes de regulación que se deslizan, y presentan un juego móvil en su ajuste. En su mayoría estos ejes son de fabricación normalizada según las normas UNE X5 CrNiMo 17-12-03 y presentan una calidad h9. Los demás elementos tomarán esta calidad como referencia.

Los ajustes que se deben dimensionar son los de:

- Viga de sustentación de los raíles,
- Vigas del raíl móvil,
- Columnas del comprobador de longitud.

Sistema de ajuste.

El ajuste nos dará las diferencias de referencia de cada uno de los componentes que vamos a dimensionar, es decir las diferencias algebraicas entre la medida nominal y las medias límite de los componentes.

Condiciones:

- Se tomará el sistema eje base al tener la calidad del eje y ser este el sistema normalizado de ajustes móviles.
- Los agujeros se deben tomar con una calidad mas basta al ser más difíciles de construir.
- Los ajustes deben presentar juego.

Las magnitudes de las tolerancias están tabuladas según sus calidades, y sus diferencias fundamentales según sus posiciones. Para tener un ajuste con juego la medida máxima del eje debe ser menor que la mínima del agujero.

- ✓ Se elige para el agujero una calidad de tolerancia 10.
- ✓ La posición de la tolerancia será G.



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

*Viga de sustentación de raíles*

Diámetro

8G10/h9

Tolerancias

$$T_e = 36\mu m$$

$$T_a = 58\mu m$$

Tolerancia del ajuste

$$T_A = T_e + T_a = 94\mu m$$

Diferencias de referencia

Eje

$$d_s = 0\mu m$$

$$d_i = -36\mu m$$

Agujero

$$D_s = 63\mu m$$

$$D_i = 5\mu m$$

Como se puede comprobar  $D_i > d_s$  lo que nos garantiza un ajuste móvil



**MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.**

**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL**

---

*Vigas del raíl móvil*

Diámetro

5G10/h9

Tolerancias

$$T_e = 30\mu m$$

$$T_a = 48\mu m$$

Tolerancia del ajuste

$$T_A = T_e + T_a = 78\mu m$$

Diferencias de referencia

Eje

$$d_s = 0\mu m$$

$$d_i = -30\mu m$$

Agujero

$$D_s = 52\mu m$$

$$D_i = 4\mu m$$

Como se puede comprobar  $D_i > d_s$  lo que nos garantiza un ajuste móvil



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

*Columnas del comprobador de longitud*

Diámetro

5G10/h9

Tolerancias

$$T_e = 30\mu m$$

$$T_a = 48\mu m$$

Tolerancia del ajuste

$$T_A = T_e + T_a = 78\mu m$$

Diferencias de referencia

Eje

$$d_s = 0\mu m$$

$$d_i = -30\mu m$$

Agujero

$$D_s = 52\mu m$$

$$D_i = 4\mu m$$

Como se puede comprobar  $D_i > d_s$  lo que nos garantiza un ajuste móvil



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

*Embudos de entrada en raíles*

Diámetro

30G10/h9

Tolerancias

$$T_e = 52\mu m$$

$$T_a = 84\mu m$$

Tolerancia del ajuste

$$T_A = T_e + T_a = 136\mu m$$

Diferencias de referencia

Eje

$$d_s = 0\mu m$$

$$d_i = -52\mu m$$

Agujero

$$D_s = 91\mu m$$

$$D_i = 7\mu m$$

Como se puede comprobar  $D_i > d_s$  lo que nos garantiza un ajuste móvil



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

*Eje de bandeja de piezas malas*

Diámetro

10G10/h9

Tolerancias

$$T_e = 36\mu m$$

$$T_a = 58\mu m$$

Tolerancia del ajuste

$$T_A = T_e + T_a = 94\mu m$$

Diferencias de referencia

Eje

$$d_s = 0\mu m$$

$$d_i = -36\mu m$$

Agujero

$$D_s = 63\mu m$$

$$D_i = 5\mu m$$

Como se puede comprobar  $D_i > d_s$  lo que nos garantiza un ajuste móvil





## **MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.**

**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL**

---

### **CÁLCULOS DINÁMICOS**

Los cálculos dinámicos serán los que definan el ajuste del movimiento de la maquina, son teóricos y pretenden demostrar la viabilidad de la máquina para un ajuste preciso del sistema de movimiento. De tal manera que posibiliten el control de calidad para el que la máquina está diseñada. Se dividirán en el de la cadena de piezas y el de sujeción de pieza.



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

### CADENA DE PIEZAS

La cadena de piezas se mueve por la fuerza aplicada por el empujador, pero una vez el contacto termine, la inercia hará que la cadena siga moviéndose. Las piezas deben moverse una a una a la plataforma de medición de longitud, así como para fuera del raíl, de manera que caigan en el contenedor de piezas buenas o en la bandeja de piezas malas. Por estas razones se necesita controlar la distancia que recorre por inercia la cadena de piezas, para evitar que estas se adelanten a la posición correcta.

La bandeja de piezas malas debe ser capaz de recoger las piezas malas producidas. Al caer una pieza mala esta no debe llegar como las demás al contenedor de piezas buenas.

Para ello hay que saber cuál es la velocidad de salida de las piezas, según las leyes de la dinámica.

$$E = \frac{1}{2} * m * v^2 = F * d_1$$

$$F = F_c - F_r$$

$$F_r = \mu * N$$

Considerándose:

E la energía cinética de la cadena de piezas;

F la fuerza que la mueve;

$d_1$  la distancia recorrida bajo la fuerza F (aproximadamente el diámetro de la pieza);

v la velocidad de salida;

$F_c$  la fuerza ejercida por el cilindro;

$F_r$  la fuerza de rozamiento;

$\mu$  el coeficiente de rozamiento;

N la fuerza ejercida por los raíles a las piezas.



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

Se asegurará la correcta posición de las piezas dimensionando la distancia que recorrerá la cadena por la inercia del movimiento a  $d_2 = 1mm$ .

$$\frac{1}{2} * m * v^2 = F_r * d_2$$

Operando:

$$(F_c - F_r) * d_1 = F_r * d_2$$

$$F_r = \left( \frac{d_1}{d_1 + d_2} \right) * F_c$$

$$N = \frac{1}{\mu} * \left( \frac{d_1}{d_1 + d_2} \right) * F_c$$

De esta ecuación se deduce que cuanto mayor el diámetro de la pieza, y mayor la fuerza del cilindro, más habrá que apretar los raíles. Para evitar sobrecargar los raíles y sobrecargar los tornillos guía, se regulará el cilindro que empuja la cadena de piezas a 2bar de presión.

2 bar desarrollan una fuerza de 60N en un cilindro de 20mm de diámetro de embolo.

El coeficiente de rozamiento entre aceros es  $\mu = 0,18$ .

$$N = \frac{1}{\mu} * \left( \frac{d_1}{d_1 + d_2} \right) * F_c$$

$$N = 5,33 * F_c$$

$$N = 320N$$



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

La sección resistente del tornillo M5 es  $14,2\text{mm}^2$

$$\sigma_N = \frac{N}{2 * A}$$

$$\sigma_N = 11\text{Mpa}$$

Un valor menor que el establecido en el estudio resistente de este elemento.

Para establecer la velocidad se necesita calcular la masa de las piezas, determinada por el volumen y la densidad.

$$V = (\pi * (R^2 - r^2)) * l$$

Siendo:

V el volumen de la pieza;

R el radio exterior;

r el interior.

$$m = V * \rho$$

Siendo:

m la masa;

$\rho$  la densidad del acero, 7,6 kg/l.

Realizados los cálculos se tiene:

La pieza más pesada con 24mm de diámetro exterior, 14mm de diámetro interior y 57mm de longitud pesa 130 gr.

La pieza más liviana con 18mm de diámetro exterior, 12mm de diámetro interior y 37mm de longitud pesa 40 gr.



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

La cadena de piezas de 24mm de diámetro exterior se compondrá de 21 piezas ya que los raíles miden 509mm. Eso hace una masa total de 3,12 kg de masa.

La cadena de piezas de 18mm de diámetro exterior se compondrá de 27 piezas. Eso hace una masa total de 1,08kg de peso.

la velocidad de la cadena es:

$$v = \sqrt{2 * \frac{\left(1 - \frac{d_1}{d_1 + d_2}\right) F_c}{m} * d_1}$$

Para la pieza grande

$$v = 0,192m/s$$

Para la pieza pequeña

$$v = 0,324m/s$$

Esta es la velocidad para las piezas límite en tamaño de la cadena de piezas y se corresponde con la componente horizontal del movimiento de la pieza que sale del raíl. La componente vertical será la aceleración de la gravedad.

El vector posición es:

$$r_p = \sqrt{2 * \frac{\left(1 - \frac{d_1}{d_1 + d_2}\right) F_c}{m} * d_1 * t * i^{\leftarrow} - 9,8 * t^2 * j^{\leftarrow}}$$

Siendo  $i^{\leftarrow}$  el vector unitario de componente X y  $j^{\leftarrow}$  el vector unitario de componente Y.

Se representa la trayectoria de las piezas y la posición de la bandeja mediante un gráfico de dispersión donde cada punto tiene una coordenada X y otra Y.



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

En las tablas se representan los puntos de la trayectoria de las piezas plasmadas en el grafico, las coordenadas están en metros y el punto de origen en el centro de gravedad de cada pieza:

Estudio de la trayectoria a pieza grande		
tiempo	eje x	eje y
0.01	0.00192	0.02902
0.02	0.00384	0.02608
0.03	0.00576	0.02118
0.04	0.00768	0.01432
0.05	0.0096	0.0055
0.06	0.01152	-0.00528
0.07	0.01344	-0.01802
0.08	0.01536	-0.03272
0.09	0.01728	-0.04938
0.1	0.0192	-0.068
0.11	0.02112	-0.08858
0.12	0.02304	-0.11112
0.13	0.02496	-0.13562
0.14	0.02688	-0.16208
0.15	0.0288	-0.1905
0.16	0.03072	-0.22088

Estudio de la trayectoria a pieza pequeña		
tiempo	eje x	eje y
0.01	0.00324	0.01652
0.02	0.00648	0.01358
0.03	0.00972	0.00868
0.04	0.01296	0.00182
0.05	0.0162	-0.007
0.06	0.01944	-0.01778
0.07	0.02268	-0.03052
0.08	0.02592	-0.04522
0.09	0.02916	-0.06188
0.1	0.0324	-0.0805
0.11	0.03564	-0.10108
0.12	0.03888	-0.12362
0.13	0.04212	-0.14812
0.14	0.04536	-0.17458
0.15	0.0486	-0.203
0.16	0.05184	-0.23338

El círculo representa el recorrido total que la bandeja secados de las ecuaciones cartesianas del círculo.

$$x = \rho * \cos(\theta)$$

$$y = \rho * \text{sen}(\theta)$$



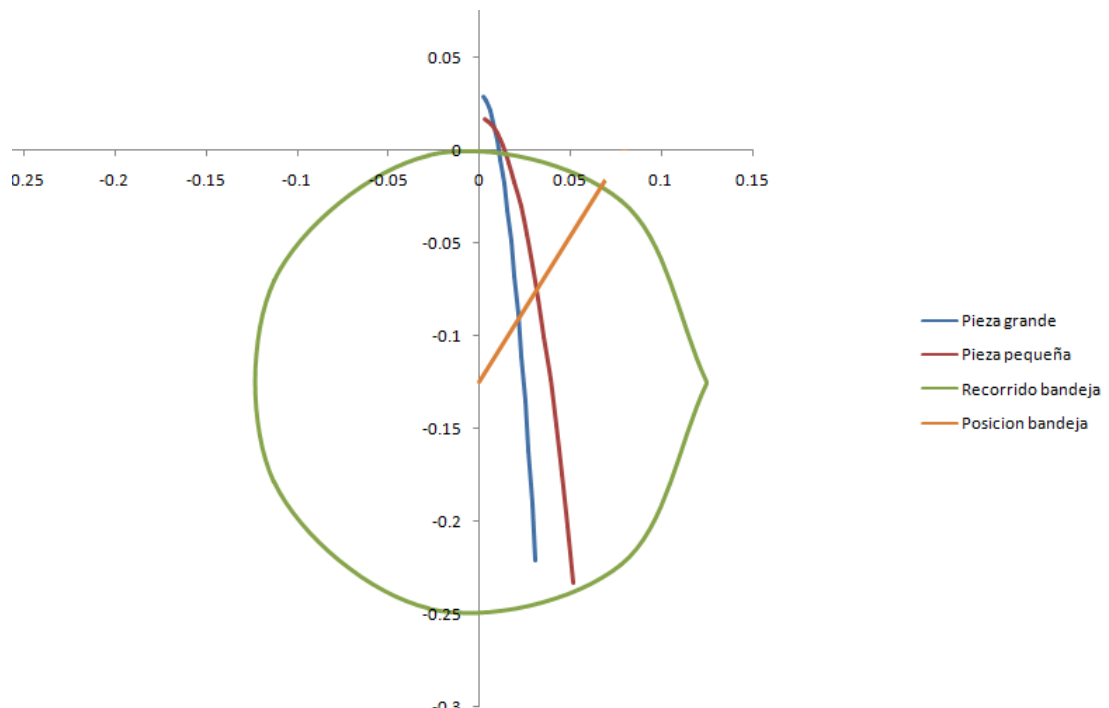
## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

Representados en la grafica por los puntos de la siguiente tabla, donde las coordenadas están en metros y los ángulos en radianes.

trayectoria bandeja		
Angulo	eje x	eje y
0	0.125	-0.125
0.897	0.07799464	-0.02731768
1.794	-0.02766937	-0.00310084
2.691	-0.11252365	-0.07056261
3.588	-0.1127505	-0.17896597
4.485	-0.02817931	-0.24678229
5.382	0.07758513	-0.22300789
6.279	0.12499891	-0.12552316

La bandeja se abre con un ángulo de  $50^\circ$  con el eje X, debido a que la carrera de su cilindro tiene 50mm de recorrido.



Como se puede comprobar graficamente las piezas, que según las condiciones descritas cae dentro de la bandeja si esta abierta.



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

### SUJECIÓN DE PIEZA

En la tercera de las piezas de la cadena se realiza una comprobación del diámetro interior con un calibre pasa. Se necesita por lo tanto que la posición de la pieza sea exacta. Para ello se ha diseñado la maquina con una cuña para sujetar esa pieza. Esa cuña debe vencer la inercia del movimiento de las tres primeras piezas de manera que la tercera no se adelante a la posición establecida para su comprobación.

Según lo descrito en los cálculos dinámicos las velocidades de las piezas de mayor y menor volumen son:

Para la pieza grande de 130gr.

$$v = 0,192m/s$$

Para la pieza pequeña de 40gr.

$$v = 0,324m/s$$

Las tres primeras piezas tienen una energía cinética de:

$$E = \frac{1}{2} * m * v^2$$

Para la pieza grande de 130gr.

$$E = 0,0072j$$

Para la pieza pequeña de 40gr.

$$E = 0,0063j$$

La energía no es la misma pues el número de piezas de la cadena varía conforme el tamaño de la pieza así que aunque el valor total de la energía de las cadenas de piezas sea el mismo al ser transmitida por el cilindro, su proporción para 3 piezas es distinta.





## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

La fuerza ejercida por las 3 primeras piezas será:

$$F = \frac{E}{d}$$

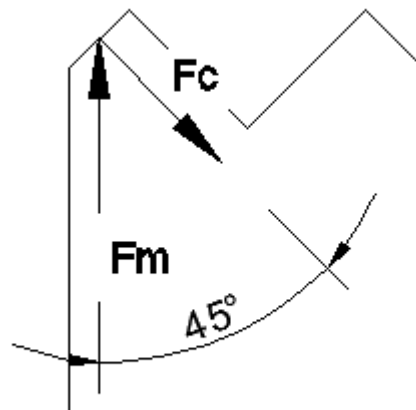
Considerando la distancia de empuje como el diámetro de la pieza.

Para la pieza grande de 24mm.

$$F_c = 0,3N$$

Para la pieza pequeña 18mm.

$$F_c = 0,35N$$



Para poder sujetar las primeras piezas la cuña por geometría debe de tener una fuerza, proporcionada por un muelle, de un valor:

$$F_m > F_c * \cos(45^\circ)$$

Para garantizar la sujecion de cualquier pieza tomaremos como referencia la que ejerce mayor fuerza, la de 0,35N.

$$F_m > 0,25N$$

El muelle que se utilizará es de constante elastica 2,6 N/mm.



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

### CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Antes de describir con detalle los elementos eléctricos que serán usados para construir la máquina, recordaremos que parte de los elementos de protección deberán estar en el cuadro eléctrico de la empresa, como la salida a tierra y el diferencial de corriente. Estos dos elementos que deben estar dimensionados para evitar las descargas peligrosas son responsabilidad de una correcta instalación eléctrica en la empresa y no de la construcción de esta máquina.

Los elementos eléctricos son todos aquellos que encargados del control y seguridad de la instalación eléctrica de la maquina. Estos están representados en el diagrama eléctrico de la maquina.

El alimentador y su motor serán tenidos en cuenta en el consumo pero tiene su propia caja de regulación fornecida por el fabricante, consideraremos que este elemento cumple con todas las condiciones de seguridad eléctrica.

Para asegurarnos de un correcto dimensionamiento según las directrices europeas usaremos el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) vigente, según el Real Decreto 842/2002.

Concretamente utilizaremos las Instrucciones Técnicas Complementarias de Baja Tensión (ITC-BT):

- ITC-BT 47 para receptores a motor.
- ITC-BT 19 para conductores

Se dimensionará la instalación para los elementos seleccionados que la compondrán pero cuanto al autómatas programables no se incluirá en el dimensionamiento. Simplemente se comprobará la capacidad del sistema para albergar un equipo informático. Se hace esto para dar mayor libertad al futuro constructor a utilizar un autómatas con mejores disponibilidades de servicio técnico.



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

La selección del autómatas solo deberá tener en cuenta que las salidas de control de este debe tener una tensión de salida de 24v de corriente continua, esta es la única condición impuesta en el desarrollo de este proyecto. Se hace por sencillez y seguridad. Sencillez por evitar elementos de control de potencia como relés como intermediarios en las salidas del autómatas y seguridad para evitar peligros derivados de la corriente eléctrica.

Los elementos eléctricos:

1. Alimentador
2. Luces
3. Relés
4. Elementos electrónicos

Tomaremos como  $\cos(\varphi)$  genérico 0,85, para la seguridad del equipo eléctrico en todos los elementos con corriente alterna y carga reactiva.

### ALIMENTADOR

Al ser un motor eléctrico tendremos en cuenta el  $\cos(\varphi)$ .

$$P_m = I_n * V * \cos(\varphi)$$

$$P_m = 430W$$

### LUCES

3 Bombillas de 5w de potencia.

$$P_b = \sum P_{bi}$$

$$P_b = 15W$$



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

### RELÉS

2 relés de consumo  $\geq 5w$

$$P_r = \sum P_{ri}$$

$$P_r = 10W$$

### ELEMENTOS ELECTRÓNICOS

Los elementos electrónicos, las unidades y sus consumos son:

1	Barrera fotoeléctrica	30mA
3	Detectores de presencia	15mA
3	Detectores final de carrera	10mA
2	Presostatos	15mA

No todos estarán en funcionamiento a la vez pero para un sobredimensionamiento no utilizaremos ningún coeficiente de simultaneidad.

$$I_{en} = \sum I_{eni}$$

$$I_{en} = 135mA$$

$$P_{en} = I_{en} * V$$

Como se he referido la tensión de salida del autómatas será 24v

$$P_{en} = 3,24W$$



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

### REBT-ITC-BT-47

Para saber la sección de cable que necesitaremos en el enchufe primero debemos saber la intensidad de corriente. Según el código técnico para receptores a motor:

$$P_t = P_m * 1,25 + \sum P$$

$$P_t = 566W$$

$$I = \frac{P_t}{V * \cos(\varphi)}$$

$$I = 2,89A$$

### REBT-ITC-BT-19

- la sección mínima de conductor aislado con PVC es de  $1,5mm^2$ .
- Esta sección sirve para hasta los 18A.

### CONCLUSIÓN

El autómatas programable y su interfaz usuario maquina puede tener hasta 15A de consumo sin problemas, lo que supera el consumo razonable de cualquier aparato de estas características. Así que se puede seleccionar cualquiera que tenga una buena disponibilidad de servicio técnico.



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

### CÁLCULOS NEUMÁTICOS.

Los elementos neumáticos de la máquina serán los que impriman movimiento, tanto a la cadena de piezas a seleccionar como a los dispositivos que realizan la selección.

Se comandará ese movimiento mediante pilotaje eléctrico en las válvulas distribuidoras, todo controlado por un autómatas según las señales de sensores de posición y presostatos.

El sistema neumático se compondrá de los siguientes elementos:

1. Unidad de Mantenimiento
2. Cilindros
3. Electroválvulas
4. Conexiones

#### UNIDAD DE MANTENIMIENTO

La unidad de mantenimiento consta de los siguientes elementos necesarios para preservar la integridad de los componentes neumáticos de la máquina:

1. Filtro de aire comprimido
2. Regulador de presión con manómetro
3. Lubricación del aire

Dimensionados para un consumo máximo de  $5 m^3$  de aire en condiciones normales (CN) por hora, de caudal de aire y 6 bares de presión.

#### Filtro de aire comprimido

Un filtro de aire mantiene limpio el aire que circula por el interior de los elementos neumáticos de la máquina. Elimina parte de las impurezas que la estación de aire comprimido no ha podido eliminar. Es de purga manual, por la necesidad de



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

movilidad de la máquina, así que debe tenerse en cuenta las marcas de nivel para purgar el líquido que ha sido retirado del aire comprimido.

### Regulador de presión con manómetro

El regulador de presión mantiene constante la presión independientemente del consumo de aire (teóricamente). En este caso tiene un manómetro que mide la presión de trabajo.

### Lubricación de aire

El lubricador tiene la misión de lubricar los elementos neumáticos. Previniendo un desgaste prematuro de las piezas móviles, reduce el rozamiento y protege los elementos contra la corrosión.

Se montará una unidad modular de tratamiento de aire con estos elementos integrados:

- Unidad de tratamiento de aire a presión:
  - AC20-F02

## CILINDROS

Los cilindros son los elementos encargados de ejercer la fuerza mecánica necesaria en los mecanismos que hacen posible el funcionamiento de la máquina. Sus características son:

- Simple efecto;
- 20mm de diámetro;
- Detector de montaje sobre raíl.

Los accesorios se describirán en cada una de las referencias de los cilindros.



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

La fuerza máxima desarrollada por estos cilindros será debido a la presión máxima expresada en datos de partida 180N suficiente. Para la relación entre la presión neumática y la fuerza desarrollada por el cilindro se tiene los diagramas Fuerza/Presión adjuntados.

### *Empujador*

El estudio geométrico establece que la carrera del empujador es de 25mm.

El estudio dinámico establece que la fuerza ejercida por el cilindro del empujador no debe pasar de los 60N, equivalente a una presión de 2 bares. Se pondrá un regulador de caudal en la entrada de aire de este cilindro, para poder regular su velocidad independientemente del resto.

Para estas características se eligen los elementos:

- Cilindro
  - CD85N20-25-A
- Detector de rail PNP
  - D-F79L
- Regulador de caudal
  - AS2301FG-01-06SD

Regulador con conexión R1/8 y diámetro de tubo 6mm

### *Comprobador de diámetro interior*

La carrera del calibre pasa, debe ser mayor que la longitud de la mayor de las piezas, con holgura suficiente para que su zona calibrada atraviese esa longitud y para que las piezas puedan pasar libremente cuando este retraído, permitiendo el cambio de pieza a comprobar. La carrera de producción en serie adecuada a estas dimensiones es 80mm.

Para preservar la integridad de las piezas y detectar resistencia en el recorrido del calibre, se montará un presostato en paralelo al cilindro.





## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

Para estas características se eligen los elementos:

- Cilindro
  - CD85N20-80-A
- Detector de rail PNP
  - D-F79L
- Presostato
  - IS1000-01S-X215

### *Comprobador de Longitud*

La carrera de la plataforma de medición debe ser algo mayor que la diferencia entre las piezas más larga y más corta, con el fin de cubrir todo el rango de piezas. Además de permitir que pase por el espacio sobrante piezas más largas. La diferencia entre las piezas más corta y más larga es 20mm, la carrera de producción en serie adecuada a estas dimensiones es 25mm.

Debido a la tensión entre la plataforma y el vástago del cilindro, resultante de la deformación de las columnas expresada en el estudio estructural, se pondrá una junta flotante en la punta del vástago.

Para detectar el momento en que la plataforma haga contacto con la pieza se montará un presostato en paralelo al cilindro.

Para estas características se eligen los elementos:

- Cilindro
  - CD85N20-25-A
- Junta flotante
  - JA20-8-125
- Presostato
  - IS1000-01S-X215



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

### *Bandeja*

El estudio dinámico establece que la carrera de la bandeja debe ser de 50mm. Los anclajes del cilindro deben ser móviles para que el juego permita el desplazamiento de la bandeja, por eso se montará el cilindro en una fijación oscilante con una cabeza articulada en el vástago.

Para preservar la integridad de la bandeja además se pondrá un regulador de caudal a la entrada de aire y así evitar que trabaje a la misma velocidad que los demás elementos. Para estas características se eligen los elementos:

- Cilindro
  - CD85N20-50-A
- Detector de rail PNP
  - D-F79L
- Cabeza articulada
  - KJ8D
- Fijación oscilante
  - C85C25
- Regulador de caudal
  - AS2301FG-01-06SD

El consumo de aire de los cilindros se saca de la ecuación:

$$V = q \cdot n \cdot L$$

Siendo:

F la fuerza ejercida (N);

V caudal en litros por minuto (l/min) en condiciones normales;

N son los ciclos por minuto (cpm);

L longitud de carrera (mm);

q es un cociente del gráfico Consumo/Presión (adjunto en Presupuesto y Mediciones).



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

Las siguientes tablas muestran para cada cilindro el valor de sus consumos de aire según la fuerza desarrollada.

Cilindro empujador				
F (N)	L(mm)	n(cpm)	Q	V(l/min)
60	25	41.6666667	0.0099	10.3125
80	25	41.6666667	0.012	12.5
100	25	41.6666667	0.016	16.6666667
120	25	41.6666667	0.02	20.8333333
180	25	41.6666667	0.0225	23.4375

Cilindro verificador de diámetro				
F (N)	L(mm)	n(cpm)	Q	V (l/min)
60	80	41.6666667	0.0099	33
80	80	41.6666667	0.012	40
100	80	41.6666667	0.016	53.3333333
120	80	41.6666667	0.02	66.6666667
180	80	41.6666667	0.0225	75

Cilindro verificador de longitud				
F (N)	L(mm)	n(cpm)	Q	V(l/min)
60N	25	41.6666667	0.0099	10.3125
80N	25	41.6666667	0.012	12.5
100N	25	41.6666667	0.016	16.6666667
120N	25	41.6666667	0.02	20.8333333
180N	25	41.6666667	0.0225	23.4375

No se tiene en cuenta el consumo de aire del cilindro de la bandeja ya que solamente entra en funcionamiento cuando hay una pieza mala, y hay una baja proporción de piezas malas.

El consumo de aire a presión de la máquina es por lo tanto 54 litros por minuto CN, cuando esté trabajando en régimen estacionario a 2 bares. Esta es la presión necesaria para que un cilindro de 20mm de diámetro de embolo desarrolle 60N de fuerza.



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

Se dimensionará el equipo de mantenimiento para un consumo 50% mayor en caso de que algún elemento por razones de desarrollo práctico, necesite más presión. Así que la unidad de mantenimiento se dimensionará para un consumo de aire de 81 litros por minuto en condiciones normales.

### ELECTROVÁLVULAS

Las electroválvulas que controlarán los cilindros serán pilotadas por el autómata, para una mayor seguridad y la necesaria compatibilidad entre ambos elementos, se utilizará una tensión de 24v para el pilotaje de control. Para facilitar el almacenaje de repuestos se usarán las mismas en todos los circuitos. Las características requeridas son:

- 2 a 6 bar presión;
- 81 litros por minuto de caudal en condiciones normales;
- 3 vías;
- Montaje en bloque
- 24V DC.

Estas características las cumple la electroválvula:

- VO307-5DO-Q

Como es de montaje en bloque se necesita un bloque para 4 válvulas:

- EVV307-01042-01F-F

### CONEXIONES

Las uniones de los elementos neumáticos se harán mediante enchufes rápidos, racores de conexiones instantáneas y con codos orientables de tornillo allen, para poder atornillarlos con la máxima comodidad.



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

La entrada de aire en la unidad de tratamiento de aire se hará con una conexión instantánea donde la entrada a unidad es una Clavija S de rosca macho.

- KK4S-02MS

La unidad de tratamiento de aire y el bloque de las electroválvulas tienen conexión G1/4". Usarán por lo tanto la conexión de 10mm que es la de mayor diámetro en este modelo.

- KQ2VS10-02S

Los cilindros y las electroválvulas tienen conexiones G1/8". Usarán la conexión de 6mm.

- KQ2VS06-01S

Los cilindros y los presostatos tienen conexiones G1/8". Para los cilindros con presostatos se usarán codos orientables macho-hembra.

- KQ2VF06-01S

Los reguladores de caudal tienen su propia conexión instantánea a 6mm

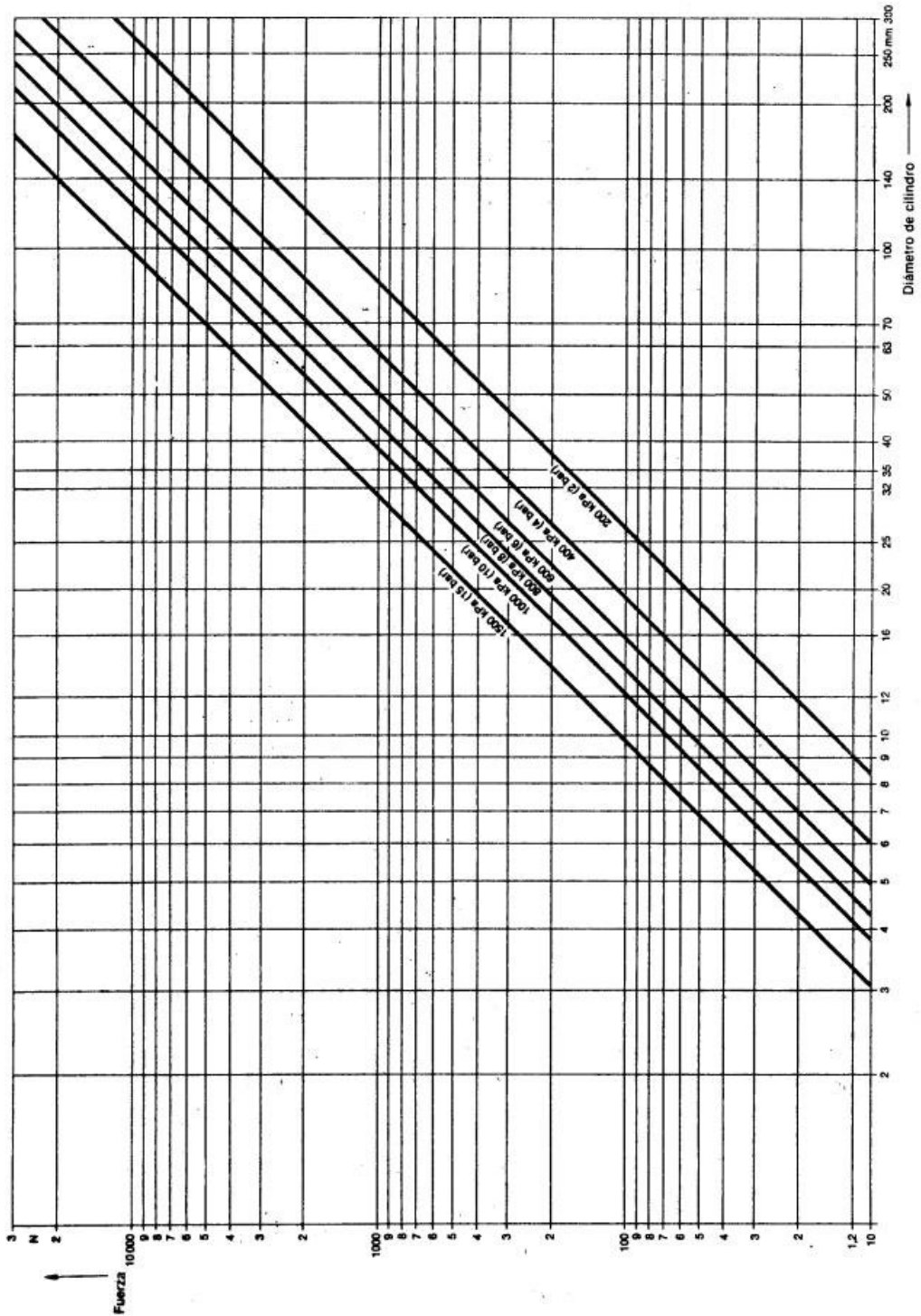
Se necesitarán también tubo neumático de 6mm y 10mm para establecer las conexiones.



# MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

Figura 69: Diagrama Presión-Fuerza

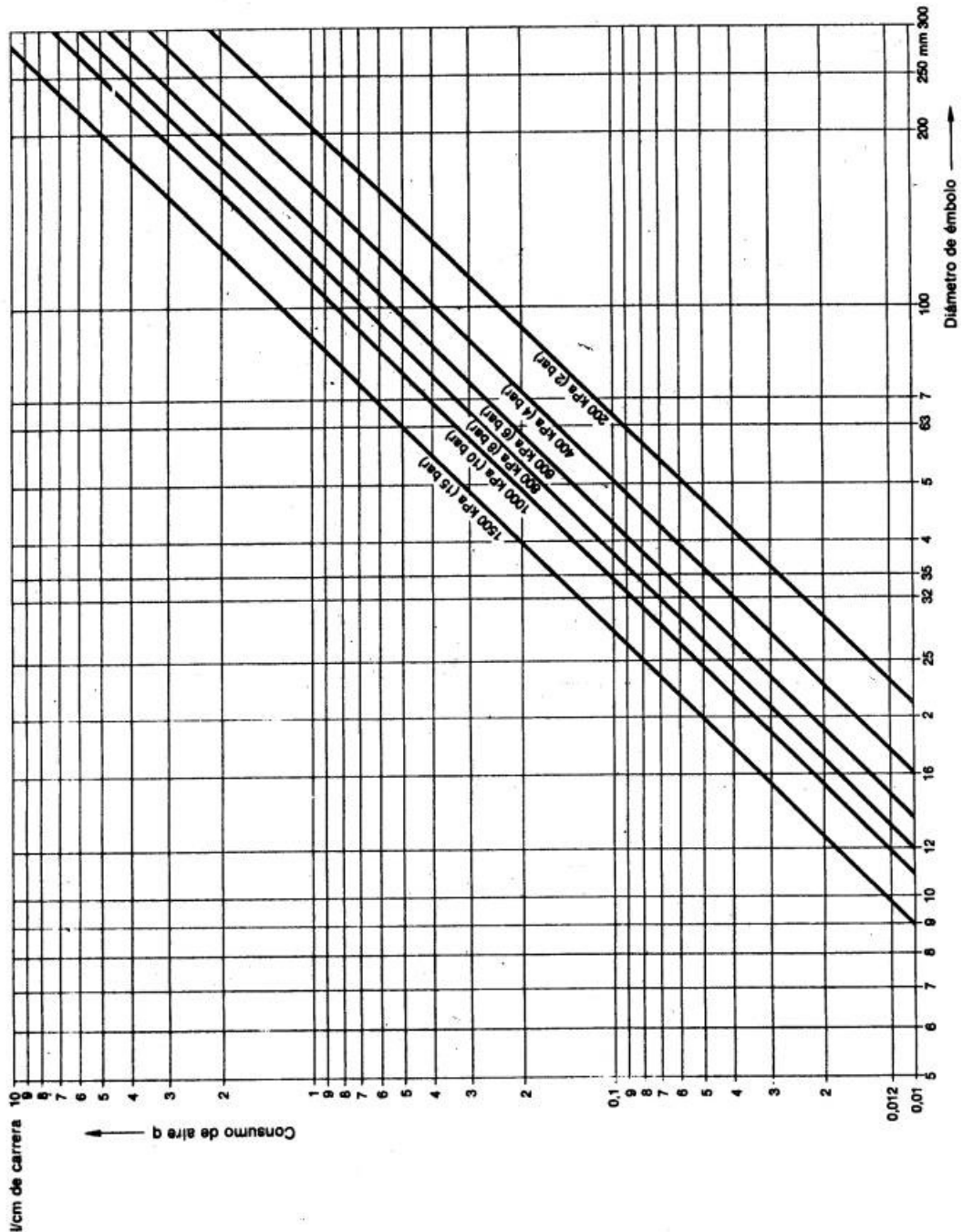




# MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

Figura 72: Diagrama de consumo de aire





**MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE  
CASQUILLOS METÁLICOS.**

**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL**

---

# **ANEJOS**





## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

### METROLOGIA

La finalidad de este proyecto es el control de calidad de las piezas producidas por Rotec Ibérica mediante estaciones de comprobación, ellas son:

- Comprobación de diámetro interior
- Comprobación de longitud

#### COMPROBACIÓN DE DIAMETRO INTERIOR

El control del diámetro interior se realizará mediante calibre pasa. No se utilizará el no pasa debido a que los defectos originados en el proceso productivo nunca llevarán a un aumento del diámetro interior del tubo original.

Para definir los parámetros del calibre pasa debemos elegir una calidad de tolerancia del calibre y saber la de los agujeros de las piezas a comprobar. Según la lista de piezas la mayor calidad de tolerancia de las piezas es 10, y esta se utilizará como referencia para todas las piezas.

La desviación del Calibre pasa para esa calidad y dimensión entre 10mm y 18mm son  $8\mu m$ .

La calidad de la tolerancia del calibre se elige de valor 9, para que sea mejor que las piezas, sin que sea demasiado caro. Lo que da una tolerancia de  $3\mu m$  en estas dimensiones. Por lo tanto se necesitan calibres de diámetro nominal:

- |            |            |
|------------|------------|
| ➤ 15,778mm |            |
| ➤ 14,408mm | ➤ 12,408mm |
| ➤ 14,328mm | ➤ 12,278mm |
| ➤ 14,228mm | ➤ 12,258mm |
| ➤ 14,208mm | ➤ 12,208mm |
| ➤ 14,108mm | ➤ 12,158mm |
| ➤ 14,078mm | ➤ 12,128mm |
| ➤ 12,438mm | ➤ 12,108mm |



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

### *Calibres patrón*

La calibración del calibre nuevo pasa se hará por el fabricante, pero se necesitará calibres patrón no pasa de herradura para verificar el desgaste del calibre pasa, estos calibres deben ser encargados a un laboratorio especializado, se realizará el cálculo de sus medidas pero no se incluirá en el presupuesto de fabricación de la máquina.

Se toman estos calibres de calidad 8 ya que esta debe ser más alta que la de los calibres que comprueban. Para esta calidad la tolerancia es  $2\mu\text{m}$ .

Se necesitarán por lo tanto los siguientes calibres patrón no pasa de herradura.

- |            |            |
|------------|------------|
| ➤ 15,771mm |            |
| ➤ 14,401mm | ➤ 12,401mm |
| ➤ 14,321mm | ➤ 12,271mm |
| ➤ 14,221mm | ➤ 12,251mm |
| ➤ 14,201mm | ➤ 12,201mm |
| ➤ 14,101mm | ➤ 12,151mm |
| ➤ 14,071mm | ➤ 12,121mm |
| ➤ 12,431mm | ➤ 12,101mm |



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

### ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

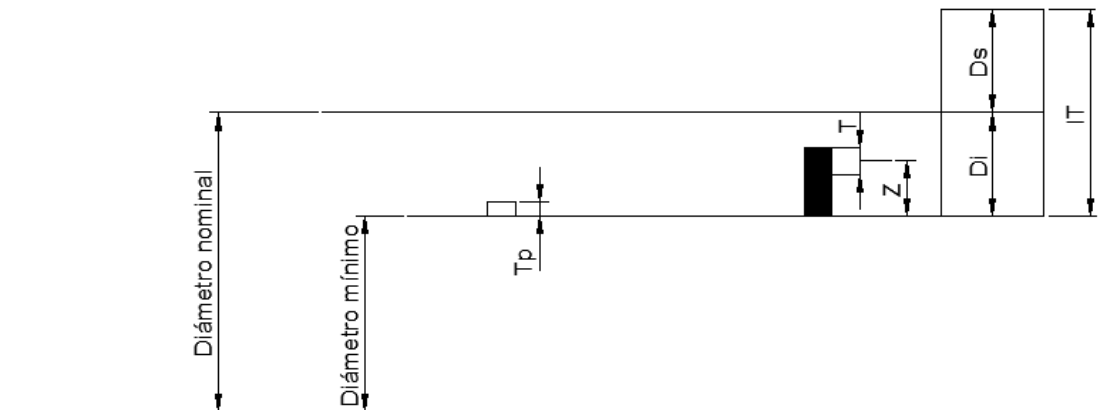
Las posiciones de las tolerancias se presentan en la tabla adjunta y en el grafico.

Pieza	ID min	ID max	Min tubo	Max Tubo	Tolerancia	Dn	Dnp H9	Dnnp H8
SC-158-208-520	15.75	15.85	15.77	15.87	0.1	15.82	15.778	15.771
SC-158-218-420	15.8	15.86	15.77	15.84	0.07	15.805	15.778	15.771
SU-158-218-570	15.8	15.8	15.77	15.84	0.07	15.805	15.778	15.771
BO-143-22-499	14.3	14.48	14.4	14.47	0.07	14.435	14.408	14.401
BO-144-22-461	14.25	14.55	14.4	14.47	0.07	14.435	14.408	14.401
BO-143-22-440	14.3	14.48	14.4	14.47	0.07	14.435	14.408	14.401
EP-143-22-480	14.32	14.42	14.4	14.47	0.07	14.435	14.408	14.401
BO-143-223-420	14.3	14.4	14.32	14.4	0.08	14.36	14.328	14.321
PN-142-24-400	14.2	14.3	14.22	14.29	0.07	14.255	14.228	14.221
RB-142-21-380	14.15	14.3	14.2	14.3	0.1	14.25	14.208	14.201
KT-140-23-400	14.03	14.2	14.1	14.2	0.1	14.15	14.108	14.101
si--140-20-400	14	14.15	14.07	14.15	0.08	14.11	14.078	14.071
BO-14-22-450	14.05	14.13	14.07	14.14	0.07	14.105	14.078	14.071
pa-141-221-517	14	14.25	14.07	14.14	0.07	14.105	14.078	14.071
SC-140-18-460	14.03	14.08	14.03	14.1	0.07	14.065	14.038	14.031
SC-140-18-395	14.03	14.08	14.03	14.1	0.07	14.065	14.038	14.031
SC-140-18-517	14.03	14.08	14.03	14.1	0.07	14.065	14.038	14.031
SW-140-18-395	14.03	14.08	14.03	14.1	0.07	14.065	14.038	14.031
SW-140-18-565	14.03	14.08	14.03	14.1	0.07	14.065	14.038	14.031
SW-140-18-460	14.03	14.08	14.03	14.1	0.07	14.065	14.038	14.031
SU-140-18-565	14.03	14.08	14.03	14.1	0.07	14.065	14.038	14.031
SU-140-18-407	14.03	14.08	14.03	14.1	0.07	14.065	14.038	14.031
ep-124-227-434	12.4	12.5	12.43	12.5	0.07	12.465	12.438	12.431
BI-124-19-519	12.2	12.6	12.4	12.58	0.18	12.49	12.408	12.401
CK-123-214-449	12.22	12.4	12.27	12.4	0.13	12.335	12.278	12.271
BO-122-22-550	12.23	12.3	12.25	12.32	0.07	12.285	12.258	12.251
BO-122-20-456	12.12	12.3	12.2	12.3	0.1	12.25	12.208	12.201
RB-122-20-420	12.2	12.3	12.2	12.3	0.1	12.25	12.208	12.201
EP-122-20-398	12.15	12.25	12.2	12.3	0.1	12.25	12.208	12.201
PA-122-20-470	12.2	12.3	12.2	12.3	0.1	12.25	12.208	12.201
EP-122-20-455	12.1	12.3	12.2	12.3	0.1	12.25	12.208	12.201
PA-120-19-480	12	12.25	12.15	12.25	0.1	12.2	12.158	12.151
PA-121-191-517	12	12.25	12.15	12.25	0.1	12.2	12.158	12.151
BO-121-20-440	12.11	12.25	12.12	12.2	0.08	12.16	12.128	12.121
BO-120-18-400	12.03	12.17	12.1	12.17	0.07	12.135	12.108	12.101
PA-121-28-400	12	12.2	12.1	12.17	0.07	12.135	12.108	12.101



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL



Donde:

$T_p$  es la tolerancia del calibre patrón no pasa de herradura,

$T$  es la tolerancia del calibre pasa,

$IT$  es la tolerancia de la pieza

$Z$  es la desviación de la línea de referencia necesaria para dimensionar el calibre pasa,

La zona negra representa el desgaste del calibre pasa.



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

### COMPROBACIÓN DE LONGITUD

La comprobación de la longitud de la pieza realizada por el potenciómetro lineal debe ser calibrada para establecer la incertidumbre de medida y la corrección de calibración.

Se podría calcular esa incertidumbre mediante la propagación de las varianzas donde se establece la medida de las incertidumbres de magnitudes indirectas. Pero al realizar el cálculo teórico no se tendría en cuenta todos los factores como al hacerlo empíricamente.

La posible deficiencia en el rectificado de las plataformas de contacto o la presión con que se realiza en la medida, estas condiciones de contorno deben tenerse en cuenta. Por todo ello se establece el protocolo de calibración de la comprobación de longitud que se debe realizar y no el cálculo indirecto de la incertidumbre de medida.

La incertidumbre de medida es importante ya que esta debe restarse de los márgenes de intervalo para considerar la pieza como apta. La tolerancia de verificación es:

$$T_v = T - 2U$$

Del intervalo de la tolerancia de verificación se debe restar la incertidumbre en la medida para no considerar piezas malas como aptas.

La corrección de calibración es importante ya que la media de las medidas de calibración no suele coincidir con el valor del patrón. Así que hay que sumar al resultado de la medida esta corrección.

Para establecer la incertidumbre de medida y la corrección de calibración se realiza la calibración para la medida de cada pieza. El resultado será aplicable en la comprobación de cada una de las piezas.



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

### *Calibración de la comprobación de longitud*

Se realizan una serie de 20 medidas mediante galgas patrón utilizando toda la superficie de contacto de las plataformas.

De estas medidas se establecen los valores de desviación típica de las medidas de calibración.

$$S_c^2 = \frac{1}{n_c - 1} \sum_{i=1}^{n_c} (x_{ci} - \bar{x}_c)^2$$

Siendo:

$$\bar{x}_c = \frac{1}{n_c} \sum_{i=1}^{n_c} x_{ci}$$

$x_{ci}$  los resultados de las medidas de calibración,

$\bar{x}_c$  valor medio de las medidas de calibración.

Se acepta que cualquier medida realizada en condiciones prácticamente iguales a las de calibración sufrirá la misma desviación por lo tanto la medida del aparato debe contar con la corrección de calibración. Que será la diferencia entre el valor del patrón y el valor medio de las medidas de calibración.

$$\Delta x_c = x_0 - \bar{x}_c$$

La incertidumbre de medida será:

$$U_y = 3 * S_c$$



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

Con las siguientes condiciones:

- No realizar menos de 20 medidas de calibración,
- Patrón de elevada calidad,
- Solo una medida de la pieza,
- Factor de incertidumbre  $K=3$ .



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

### ANEJO DE FUNCIONAMIENTO

La máquina funciona de manera automática, una vez puesta en marcha el operador solo debe asegurarse de que siga funcionando y no se encienda la alarma de pieza mala no descargada.

Para ello basta un control esporádico de la máquina pudiendo el operador dedicarse a otras labores.

La máquina presenta los pulsadores de parada de emergencia, parada normal, marcha y manual.

El pulsador de marcha hace que la máquina arranque.

La parada de emergencia para cualquier acción de la máquina y corta la corriente eléctrica. La parada de emergencia se activa con la seta de emergencia y esta debe ser desbloqueada mediante un giro para volver a encender la máquina.

La parada normal es una de las condiciones del autómatas e impide el inicio de un ciclo nuevo, o pone en marcha la máquina cuando se desee.

El pulsador manual, pulsado de forma mantenida, permite que la máquina este encendida sin las protecciones, para así poder realizar las operaciones de reglaje de la máquina.

Si las protecciones se abren sin que el pulsador manual este siendo presionado la máquina se apagará inmediatamente.

Para describir el desarrollo funcional de la máquina se describirá el recorrido de las piezas a verificar.

Una vez salgan de las máquinas de mecanizado, las piezas deben ser colocadas bien manualmente, bien por gravedad, en el tambor vibratorio del alimentador. Este alimentador por vibración hace que las piezas recorran su rampa interior.





## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

Debido a la geometría de la rampa las piezas la recorren en una posición concreta. Tumbadas con el eje continuo, lo que quiere decir que están tumbadas con sus ejes formando una espiral continua en la rampa. Como si el tubo original no hubiese sido cortado sino doblado encima de la rampa.

Al final de la rampa está un muelle pasando por el cual la fila de piezas llega al embudo que las posiciona en los raíles de la máquina que realiza la verificación. Las posiciona de pie, con el eje en vertical.

Una vez la pieza llega a los raíles empieza el ciclo de funcionamiento descrito en el GRAFCET de la máquina.

Primero el detector de presencia de pieza detecta que ha entrado una pieza nueva en los raíles, eso hace que el cilindro con la pieza plana llamada empujador en la punta entre en funcionamiento. Este empuja la pieza dejando en su retroceso espacio para que caiga la siguiente pieza. Así una a una se forma la cadena de piezas.

La tercera de las piezas de la cadena es verificada en su diámetro interior por un calibre pasa. Al llegar a esa posición una cuña con un muelle aprisiona la pieza en el recorrido del vástago del cilindro que tiene en su punta un calibre pasa tampón. Este movimiento también es regulado con un detector de presencia, para evitar su funcionamiento indiscriminado.

Si la pieza es buena y el calibre pasa tampón entra en el agujero pasante de la pieza sin contratiempos, un final de carrera enviará la señal para que el cilindro retroceda. En cambio si la pieza es mala, habrá un aumento de la presión debido a la resistencia ofrecida por la pieza, esto será detectado por un presostato que enviará una señal al autómatas. Al producirse esta señal el cilindro retrocederá a la vez que se marca esa pieza como mala. Para evitar que se lleve la pieza trabada consigo al retroceder, el cilindro se tiene una pestaña regulable para hacer de tope con la pieza.

La última de las piezas de la cadena será verificada en longitud. Cuando el detector de presencia de piezas en esa estación detecta una pieza, una plataforma



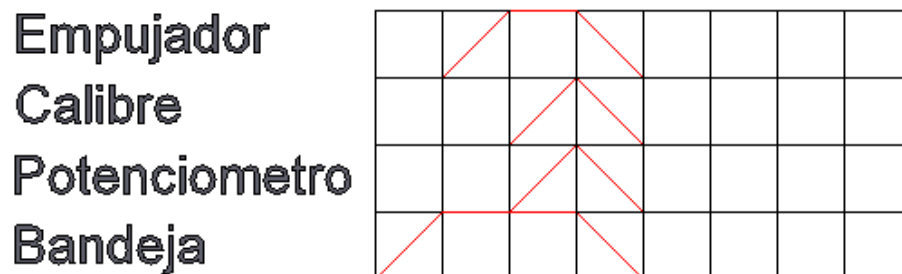
## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

rectificada baja de su posición de reposo mediante un cilindro neumático y hace contacto con la pieza. Esta plataforma tiene un potenciómetro lineal que mide su desplazamiento y el cilindro neumático un presostato que reconoce el momento en el que se hace contacto. Con la medida del desplazamiento de la plataforma en el momento del contacto se marca la pieza si esta es mala.

Si una pieza es marcada como mala al ser la última de la cadena de piezas y empezar un nuevo ciclo, se abre la bandeja de piezas malas antes de la salida del empujador de manera que la pieza caiga en el contenedor de piezas malas. El contenedor de piezas malas tiene una barrera fotoeléctrica que debe reconocer el paso de la pieza mala antes de permitir el ciclo continuar. Si no reconoce su paso se activa la alarma de pieza mala mal descargada y se enciende el la luz de esa alarma.

La secuenciación de los cilindros es según el diagrama Espacio/Fase:





## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

### REGLAJE

Se llamará reglaje en esta máquina a adaptarla para verificar distintos tipos de piezas. Para ello se dispone de la regulación de la propia máquina y sus utillajes, que son los embudos.

#### Regulación

La máquina se adapta a piezas con distintos diámetros exteriores, para ello se ajustan los raíles. Esos ajustes son el transversal y el longitudinal.

#### *Ajuste longitudinal*

El ajuste longitudinal sirve para que la plataforma de medición de longitud solamente mida la longitud de una pieza. Su funcionamiento está explicado en el apartado geométrico de los cálculos estructurales en los cálculos justificativos.

Para ajustar esa medida se regulará la rueda dentada en la varilla que cruzan las columnas que soportan el conjunto de la máquina. Esa varilla roscada mueve el raíl fijo, este a su vez soporta al raíl móvil, por lo tanto esa varilla moverá todo el conjunto de los raíles. Haciendo que la longitud practicable de estos sea regulable.

#### *Ajuste transversal*

El ajuste transversal sirve para ajustar las piezas a los raíles, de manera que las paredes de estos ejerzan la fuerza descrita en los cálculos dinámicos presentes en la memoria.

Para ajustar estos raíles se regulará con las ruedas dentadas de los tornillos guía del raíl móvil y se fijarán con tuercas autoblocantes para evitar su desplazamiento una vez ajustados. La fuerza de apriete que se necesita según la fuerza normal requerida en los cálculos dinámicos es:

$$M_t = 0,2 * 1,35 * N * d$$

$$M_t = 1,35 * N$$



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

Para facilitar estos ajustes las protecciones pueden ser retiradas mientras se ajusta la máquina. Si el pulsador manual mantiene pulsado hará que funcione aún con las protecciones abiertas.

### Embudos

Los embudos son los utillajes que recogen las piezas del muelle y las posicionan en el raíl. Según las piezas para las que se utilizan hay distintos diámetros, aunque la longitud puede ser regulada según la altura a la que se coloque el embudo, regulando con el tornillo de fijación en entrada en raíles.

El embudo posiciona la pieza en el hueco dejado por la carrera del empujador, por lo tanto el agujero de la parte final del embudo no puede ser mayor que la carrera del empujador ya que la pieza podría trabarse bien en la parte superior del empujador bien en la de la pieza anterior.

Los embudos deben tener el agujero que centra la pieza desplazado hacia el lado del raíl fijo. Siendo así los agujeros de entrada y salida de la pieza no son concéntricos. Más que en el caso del usado en la mayor de las piezas. Esto se debe a que el raíl móvil, según el diámetro de la pieza, se acerca y se aleja del raíl fijo y la pieza debe ser depositada exactamente en el medio de ambos raíles.

El embudo según su geometría tiene tres secciones:

- La superior es la que recibe el muelle, por lo tanto su diámetro interior es el mismo que el exterior del muelle.
- La sección intermedia es inclinada y sirve para posicionar la pieza en la parte final. Como un embudo conduce el flujo de pieza de una sección grande a una pequeña.
- La parte final debe tener un agujero con una holgura máxima de 1mm con la pieza.

Harán falta, por lo tanto, siete embudos para las piezas



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

- 25mm de diámetro interior.
- 24mm de diámetro interior.
- 23mm de diámetro interior.
- 22mm de diámetro interior.
- 21mm de diámetro interior.
- 20mm de diámetro interior.
- 19mm de diámetro interior.

Lista de piezas con sus embudos:

Pieza	2009	$\varnothing_{in}$	Long	$\varnothing_{in}$
embudo de 25mm				
PN-142-24-400	90252	14.2	40	24
embudo de 24mm				
KT-140-23-400	468627	14.03	40	23
embudo de 23mm				
ep-124-227-434	11994	12.4	43.4	22.7
BO-143-223-420	24585	14.3	42	22.3
pa-141-221-517	16929	14	51.7	22.1
embudo de 23mm				
BO-122-22-550	19576	12.23	55	22
BO-143-22-499	117470	14.3	49.9	22
EP-143-22-480	2073	14.32	48	22
BO-144-22-461	13101	14.25	46.1	22
BO-14-22-450	79928	14.05	45	22
BO-143-22-440	12470	14.3	44	22
SU-158-218-570	200	15.8	57	21.8
SC-158-218-420	2246	15.8	42	21.8
embudo de 22mm				
CK-123-214-449	1247	12.22	44.9	21.4
EP-150-21-447	5415	14.9	44.75	21
RB-142-21-380	6436	14.15	38	21
SC-158-208-520	14298	15.75	52	20.8
embudo de 21mm				
PA-122-20-470	6319	12.2	47	20



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

BO-122-20-456	61182	12.12	45.56	20
EP-122-20-455	2200	12.1	45.55	20
BO-121-20-440	7190	12.11	44	20
RB-122-20-420	50837	12.2	42	20
si--140-20-400	143275	14	40	20
EP-122-20-398	33007	12.15	39.8	20
embudo de 20mm				
PA-121-191-517	4000	12	51.7	19.1
BI-124-19-519	15300	12.2	51.9	19
PA-120-19-480	6248	12	48	19
embudo de 19mm				
PA-121-28-400	4845	12	40	18
BO-120-18-400	312084	12.03	40	18
SW-140-18-565	18680	14.03	56.5	18
SU-140-18-565	1000	14.03	56.5	18
SC-140-18-517	22058	14.03	51.7	18
SC-140-18-460	133100	14.03	46	18
SW-140-18-460	1800	14.03	46	18
SU-140-18-407	200	14.03	40.7	18
SC-140-18-395	65942	14.03	39.5	18
SW-140-18-395	19254	14.03	39.5	18



## **MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.**

**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL**

---

### **ANEJO DE MANTENIMIENTO**

En este anejo se describirán las operaciones relacionadas con el mantenimiento y conservación de las máquinas. Se destaca que las pautas y operaciones de mantenimiento indicadas a continuación han de ser revisadas por el personal responsable de las mismas y modificadas en función de los estudios de averías. Estas labores de mantenimiento quedan delegadas al concesionario de este proyecto. Este es el encargado de designar el personal responsable de todas las tareas de mantenimiento.

Se entiende por mantenimiento de máquinas a todas aquellas operaciones que se realizan de forma periódica o como consecuencia de una avería. Estas operaciones requieren la intervención directa de personal cualificado.

Las operaciones de mantenimiento han de ser realizadas interrumpiendo el funcionamiento de la máquina. Esto se llevará a cabo siempre procurando que coincidan estos tiempos con tiempos de parada predefinidos por la producción.

Esta labor no es una ciencia exacta. Se debe revisar continuamente los patrones de mantenimiento e incluso crear o eliminar ciertas pautas.

Para diseñar una pauta de mantenimiento efectiva se necesitan historiales de averías y mediante ellos establecerlas revisiones. En las máquinas de nuevo diseño el mantenimiento se basa en un criterio general según los componentes individuales que la componen teniendo, además, especial atención en la interacción de estos elementos.

El ambiente es un factor determinante en el mantenimiento. Condiciones como la temperatura ambiente, la humedad relativa, la cantidad de partículas en el ambiente y muchos otros factores pueden influir en el correcto funcionamiento de las máquinas.



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

Según el diseño adoptado en este proyecto el mantenimiento se divide en componentes neumáticos, eléctricos y electrónicos.

En el mantenimiento deberán ser observados algunos cuidados, tales como:

1. Proteger las piezas con roscas, evitando que sufran golpes.
2. Proteger las superficies que posean un alto grado de terminación, evitando que sufran golpes, ralladuras y suciedad que las puedan dañar.
3. No dejar que las piezas nuevas se mezclen con las viejas.
4. No utilizar martillos de metal o herramientas con superficies cortantes (utilice martillos de plástico).
5. Tener como piezas de recambio, por lo menos un 10% del equipo instalado. Estos datos podrán ser confirmados mediante el estudio de la vida útil de cada pieza, lo que puede ser realizado mediante las fichas comúnmente utilizadas para efectuar el control del movimiento del material almacenado. La duración de los componentes depende, en principio, de las condiciones de trabajo, de la temperatura ambiente, de la calidad del aire a ser utilizado.

### Mantenimiento neumático

Las pautas básicas consisten en la limpieza y comprobación visual de los elementos neumáticos. Son sistemas que trabajan con aire limpio, tanto de humedad como de partículas debido a los filtros de aire y provistos de sistemas de lubricación. Periódicamente la unidad de tratamiento de aire debe ser purgada teniendo en cuenta los niveles máximo y mínimo del filtro de aire.

Para aislar fácilmente las posibles causas mecánicas o electrónicas las electroválvulas se han diseñado con pulsadores manuales.





## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

### Mantenimiento eléctrico

Se trata en concreto del motor eléctrico del alimentador y de las conexiones eléctricas de la maquina.

El principio fundamental del mantenimiento eléctrico consiste en mantener el conjunto limpio y seco. Además de una revisión visual periódica. Solamente el motor eléctrico del alimentador requiere condiciones especiales de mantenimiento, estas serán especificadas en el manual de instrucciones del fabricante pero se dispone aquí las siguientes consideraciones genéricas, para inspeccionar a intervalos regulares:

1. Los bobinados deben estar secos y sin polvo. Se pueden limpiar los bobinados con limpiadores por succión o frotándolos. Las boquillas en los limpiadores por succión deben ser no metálicas. Se puede eliminar los depósitos gomosos de suciedad y grasa con solventes minerales. No usar gasolina ni otro tipo de solventes inflamables.

2. Se deben apretar las conexiones de terminales, los tornillos, los pernos y las tuercas de ensamblaje. Éstas pueden aflojarse si el motor no está fijamente montado y tiende a vibrar.

3. Las condiciones inusuales de funcionamiento pueden causar que el aislamiento del motor absorba humedad. Se recomienda medir periódicamente la resistencia del aislamiento a aproximadamente las mismas condiciones de temperatura y humedad para determinar el posible deterioro del aislamiento. Las normativas de IEEE recomiendan que el aislamiento de los bobinados del estator de las máquinas secas y limpias a temperatura ambiente (aproximadamente 25°C) no debe ser menor de:

Resistencia del Aislamiento = Tensión nominal del motor + 1000 (megohmios)  
1000. Si la resistencia es menor que este valor, siga el procedimiento correctivo descrito en la sección de instalación.



## **MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.**

**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL**

---

4. Los motores totalmente cerrados, enfriados por ventilador requieren muy pocos cuidados. La cámara externa de aire de estos motores no se debe obstruir con materia extraña que restrinja el paso del aire.

5. Usualmente, los rotores en jaula de ardilla son robustos, y ocasionan muy pocos problemas. El primer síntoma de un rotor defectuoso es la falta de par torsor. Esto puede ocasionar una disminución de velocidad acompañada de un ruido sordo o quizá no pueda poner en marcha la carga. Esto puede deberse a una junta abierta o de alta resistencia en el circuito de barra del rotor. Dicha condición usualmente puede detectarse al ver la evidencia del calor localizado. Sólo personas competentes deben reparar los anillos extremos. Se recomienda consultar a un representante del fabricante antes de intentar realizar este trabajo. Estos motores reciben lubricación apropiada al momento de su fabricación y no es necesario lubricarlos al momento de instalarlos.

### **Mantenimiento electrónico**

Los elementos electrónicos deben respetar el principio fundamental del mantenimiento eléctrico y conservar el conjunto limpio y seco. Además de una revisión visual periódica.

Si la maquina se ha parado en algún punto del ciclo hay que tener en cuenta que las órdenes del autómata son condicionadas por las señales de los sensores. Si falta alguna señal no se cumplirá la condición que permita el ciclo continuar. Por ello conviene tener en cuenta el Grafcet para descubrir cuál es el sensor que no ha enviado su señal al autómata



## **MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.**

**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL**

---

### **REVISIÓN VISUAL**

Se llevará a cabo una revisión visual de todos los elementos de la instalación. Comprobando especialmente el desgaste de las piezas en contacto, y residuos de combustión en los bornes del sistema eléctrico.

En todos los elementos se debe observar periódicamente el correcto estado superficial de los elementos en contacto durante el movimiento. Se observará así mismo el sistema durante un ciclo completo para comprobar el correcto emplazamiento de cada pieza. Se prestará especial atención a la ausencia de esfuerzos no lineales, que tiendan a desplazar la pieza de su natural movimiento.

Se comprueba la ausencia de suciedad y partículas en la parte de los raíles que hace contacto con las piezas. En caso de desgaste excesivo de cualquier pieza se procederá a su cambio por otra nueva con la máxima brevedad posible. Su importancia dependerá de la función que desempeña dicha pieza y el efecto que tendría para el resto del conjunto su fallo.



## **MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.**

**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL**

---

### **MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Es muy difícil establecer un período exactamente igual para realizar el mantenimiento preventivo de la maquina. No hay duda que el mantenimiento debe ser periódico, sólo que los intervalos deberán estar determinados de acuerdo a las condiciones de trabajo, además de las condiciones ambientales. En un modo general se puede decir que el mantenimiento debe ser realizado en períodos que varían entre tres y doce meses.

La variación del período será establecido durante el propio mantenimiento, ya que se considera que si es bueno el estado de conservación que presenten los equipos, sin necesidad de realizar ninguna reparación, lógicamente que el período podrá ser aumentado. Por el contrario, si los equipos presentaran muchas fallas antes de la fecha prevista de mantenimiento, los períodos deberán ser reducidos.



## **MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.**

**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL**

---

### **MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

Inmediatamente después que un elemento presente problemas de mal funcionamiento, deberá ser cambiado, evitando así problemas mayores.

Conviene verificar como causa probable los siguientes ítems: obstrucción, presencia de impurezas dentro del equipo, desgaste excesivo, ranuras en los vástagos, tubos y soportes de ejes o en su defecto cualquiera que sea la causa para disponer de un historial de averías que permita mejorar el mantenimiento.

En el caso de piezas de reposición, se debe cambiar todo el conjunto y de ser posible se deberá recuperar el conjunto reparándolo en un taller, para dejarlo posteriormente como pieza de reposición.

El montaje del conjunto debe ser realizado con mucho cuidado, para evitar la colocación de piezas en posición errónea.



**MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE  
CASQUILLOS METÁLICOS.**

**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL**

---

# **PLANOS**



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

1. Planos de conjunto
  - 1.1. Axonometría I
  - 1.2. Axonometría II
  - 1.3. Alzado I
  - 1.4. Alzado II
2. Planos de detalle
  - 2.1. Entrada en raíles
  - 2.2. Empujador de piezas
  - 2.3. Raíl fijo
  - 2.4. Raíl móvil
  - 2.5. Soporte ajustable del comprobador de diámetro
  - 2.6. Soporte del comprobador de diámetro
  - 2.7. Chapa de sujeción del tornillo de la cuña y de la pestaña
  - 2.8. Cuña de posicionamiento de pieza
  - 2.9. Pestaña
  - 2.10. Columnas del comprobador de longitud
  - 2.11. Soporte del comprobador de longitud
  - 2.12. Placa rectificadora medidora de longitud
  - 2.13. Vigas del raíl móvil
  - 2.14. Viga de sustentación de raíles
  - 2.15. Ruedas dentadas
  - 2.16. Soporte de maquinas I
  - 2.17. Soporte de maquinas II
  - 2.18. Soporte de maquinas III
  - 2.19. Soporte de maquinas IV
  - 2.20. Bandeja selectora de piezas malas
  - 2.21. Caja de piezas malas
  - 2.22. Embudo 25mm



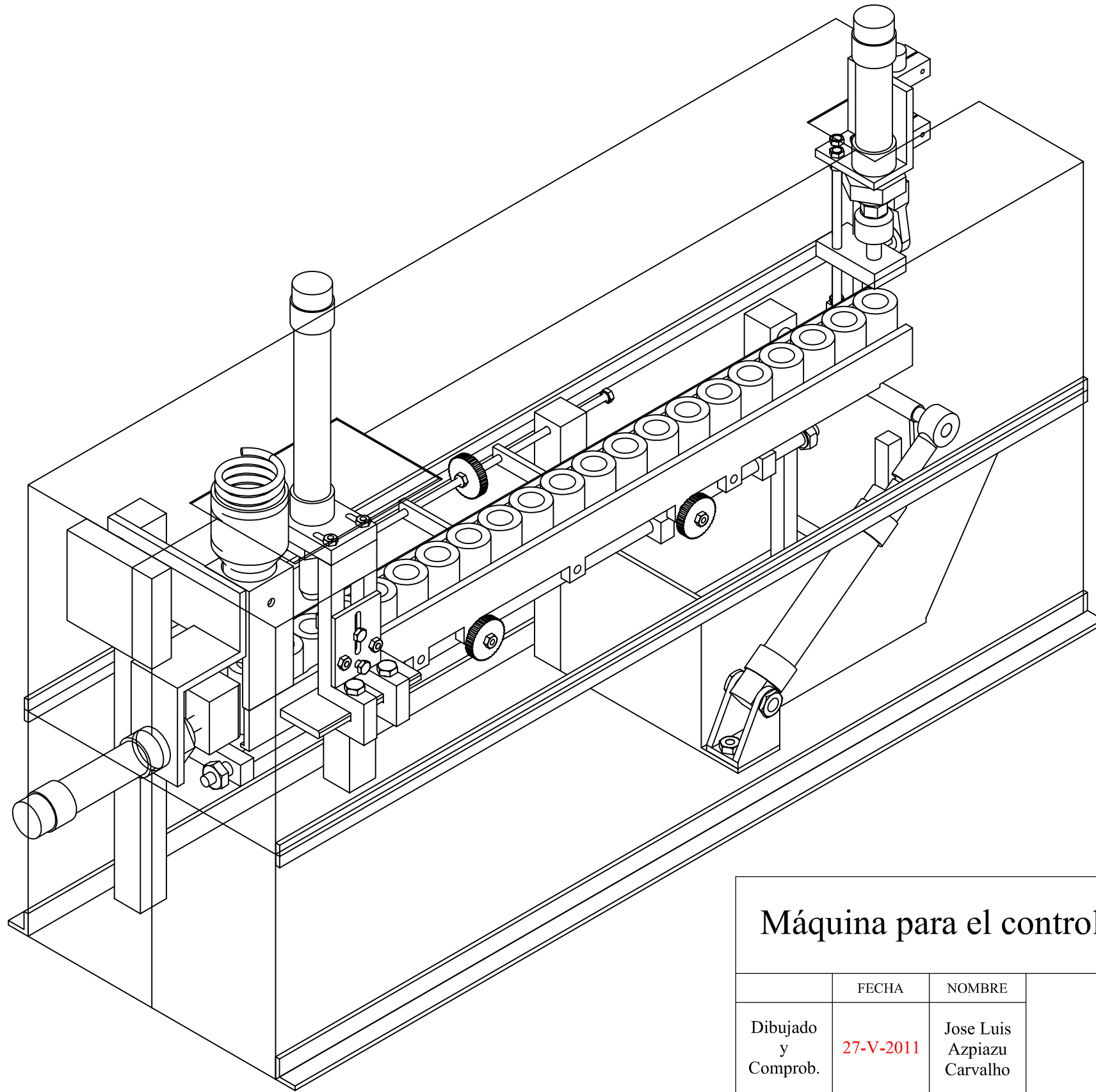
## **MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.**

**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL**

---

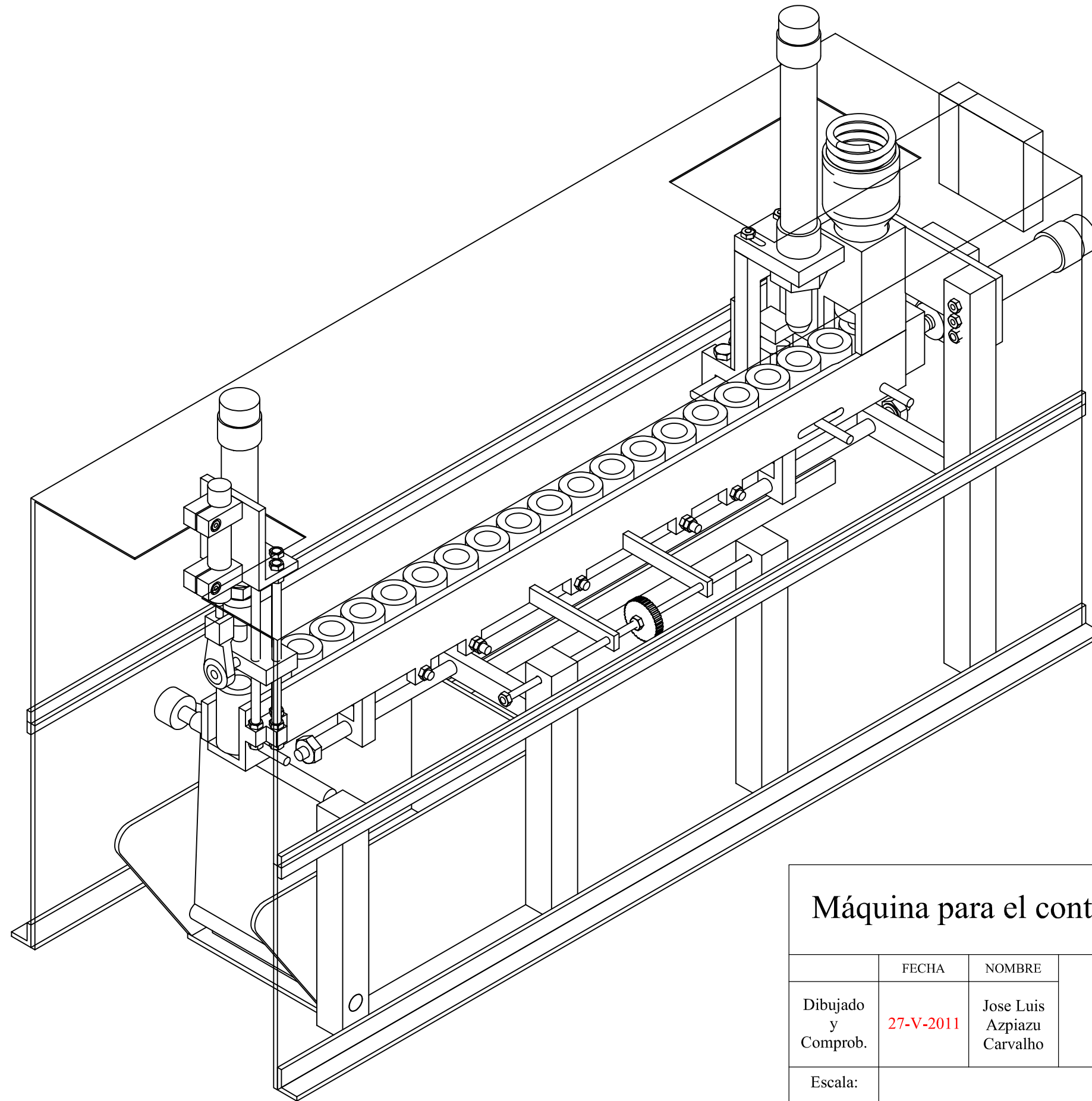
- 2.23. Calibres pasa de 14,038mm
- 2.24. Carenado exterior (Parte inferior)
- 2.25. Carenado exterior (Parte superior)
- 3. Planos eléctricos
  - 3.1. Diagrama eléctrico potencia
  - 3.2. Diagrama eléctrico
- 4. Plano neumáticos
  - 4.1. Diagrama Neumático
- 5. Plano de funcionamiento
  - 5.1. GRAFCET





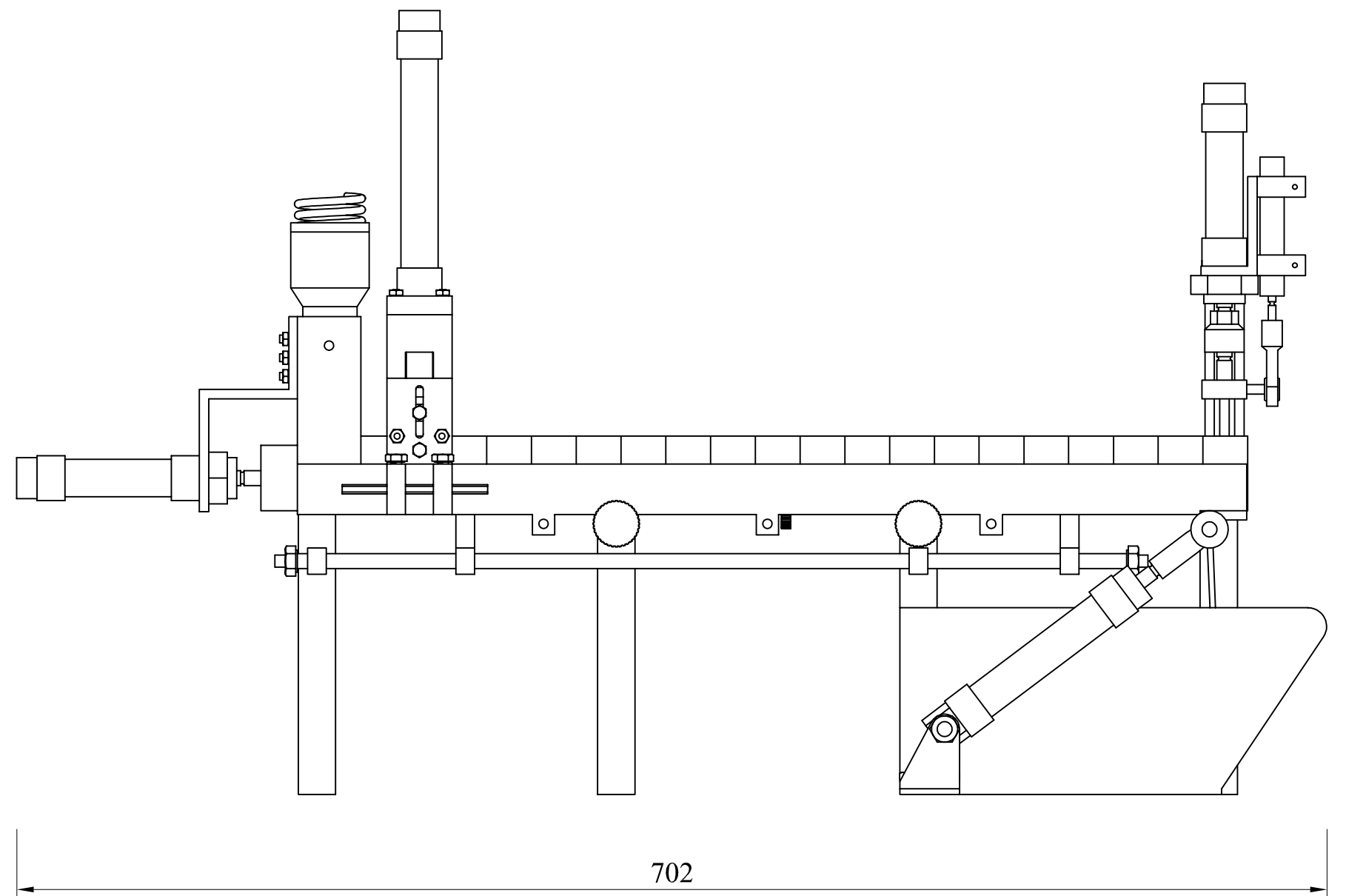
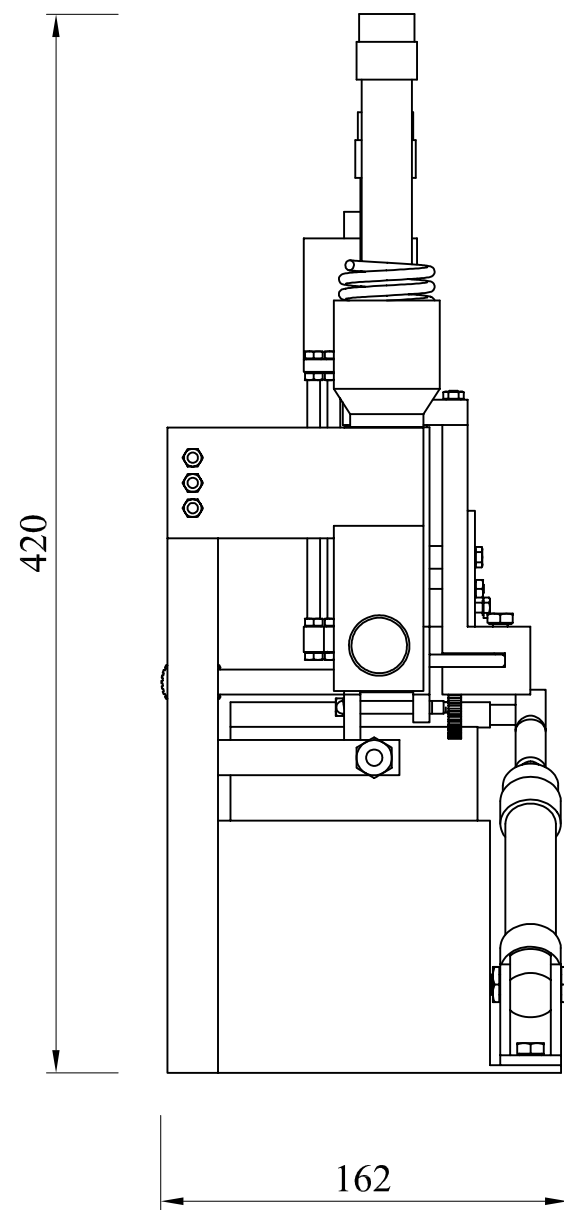
## Máquina para el control de calidad de casquillos metálicos

	FECHA	NOMBRE	Universidad de Burgos	
Dibujado y Comprob.	27-V-2011	Jose Luis Azpiazu Carvalho		
Escala:	<b>1:3</b>		<b>Axonometría 1</b>	Plano N°:
			Sistema CAD: AutoCAD 2010	<b>1.1</b>



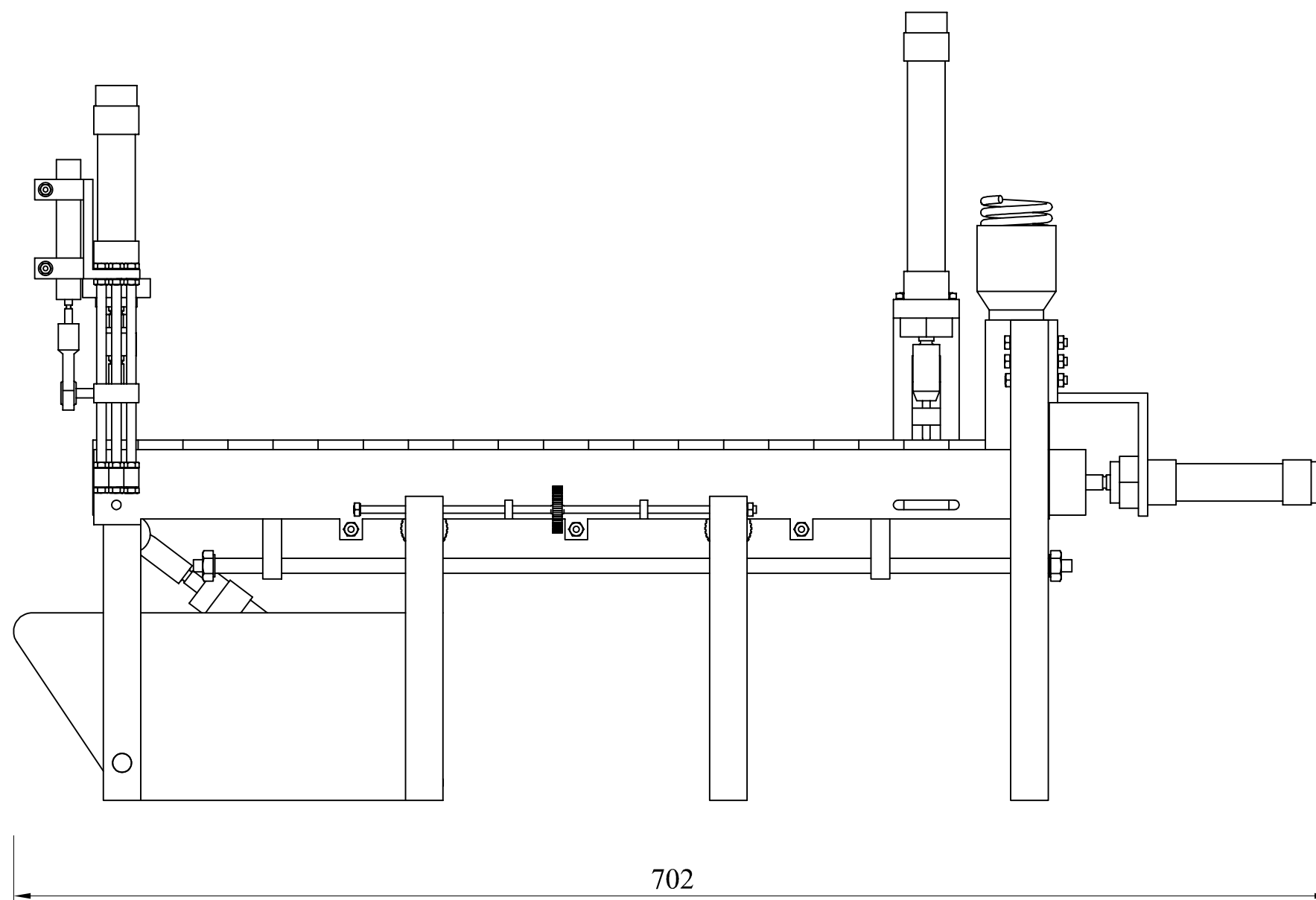
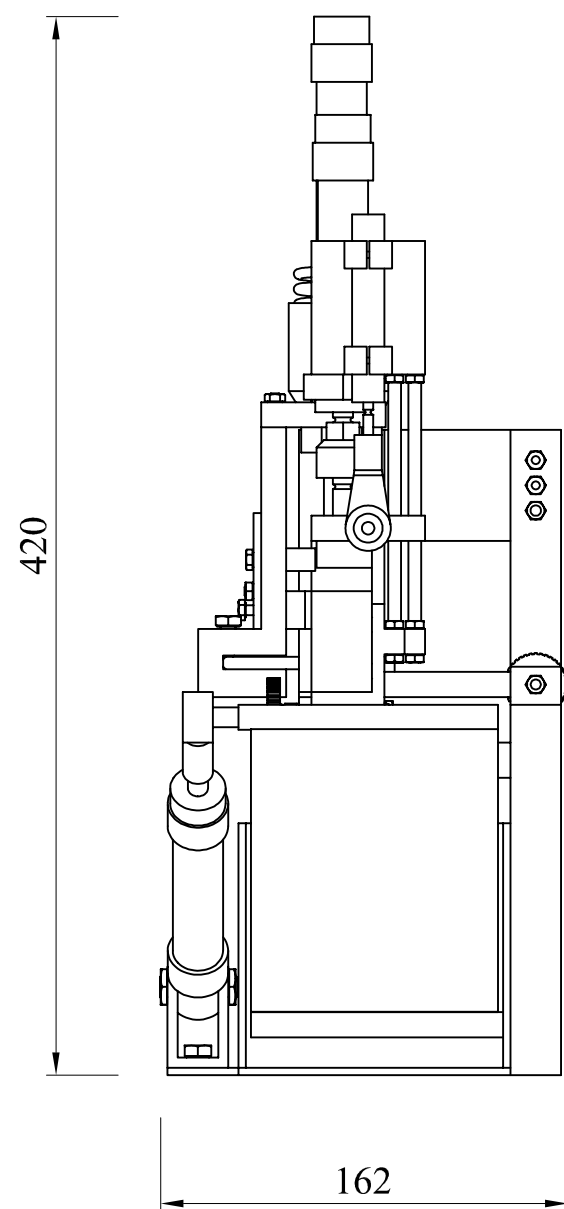
## Máquina para el control de calidad de casquillos metálicos

	FECHA	NOMBRE	Universidad de Burgos	
Dibujado y Comprob.	27-V-2011	Jose Luis Azpiazu Carvalho		
Escala:			<b>Axonometría 2</b>	Plano N°: <b>1.2</b>
<b>1:3</b>	Sistema CAD: AutoCAD 2010			



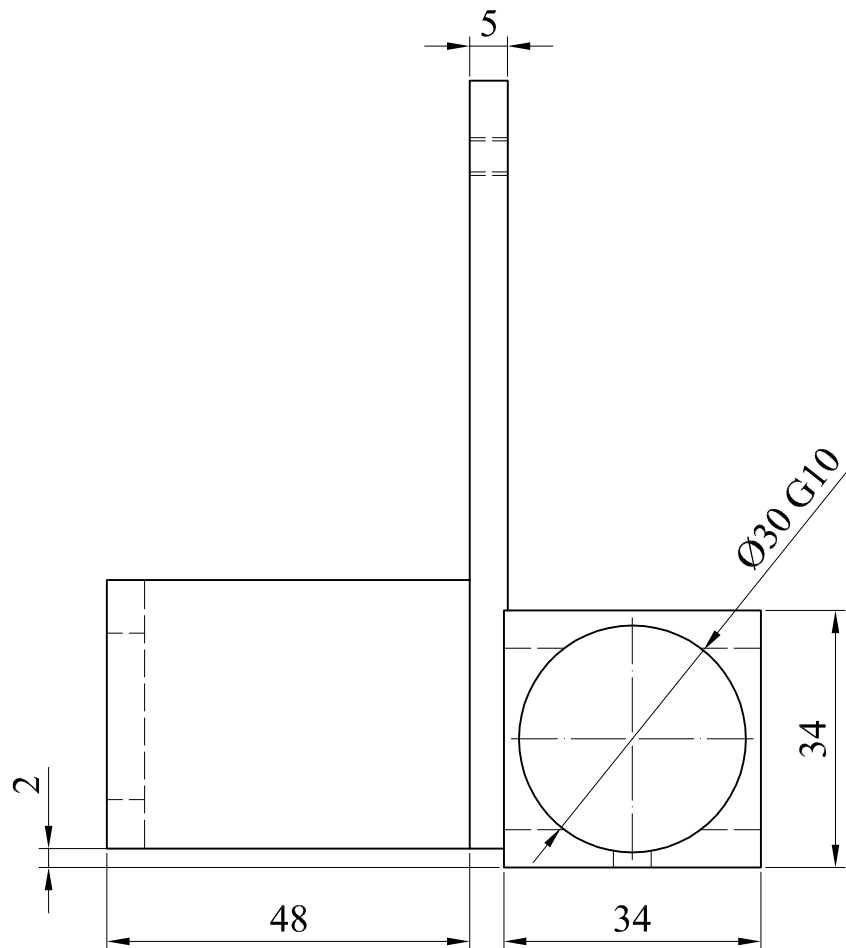
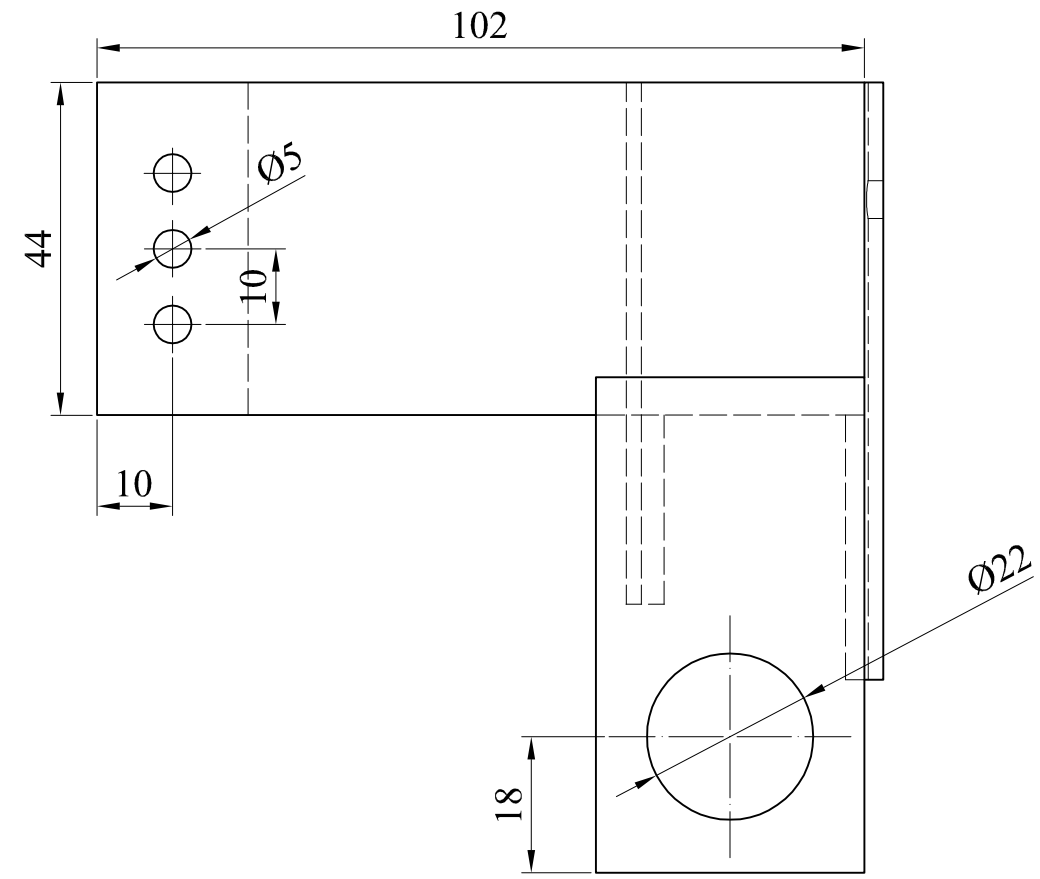
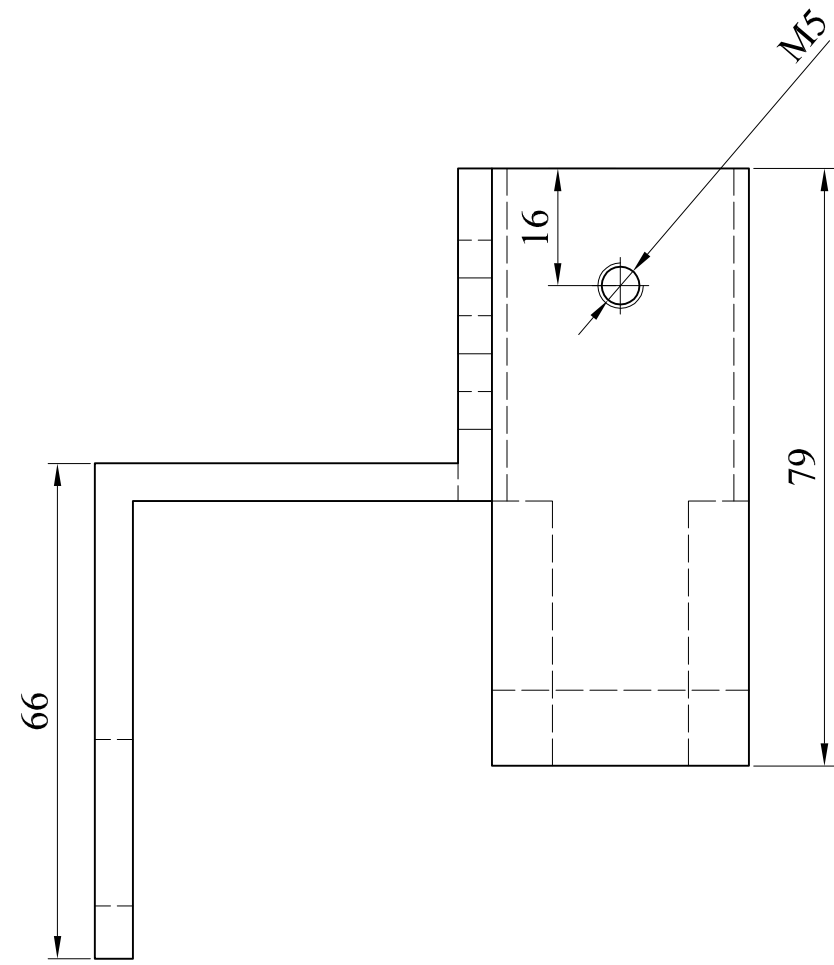
## Máquina para el control de calidad de casquillos metálicos

	FECHA	NOMBRE	Universidad de Burgos	
Dibujado y Comprob.	27-V-2011	Jose Luis Azpiazu Carvalho		
Escala:	<b>Alzados 1</b>			Plano N°:
<b>1:3</b>				Sistema CAD: AutoCAD 2010



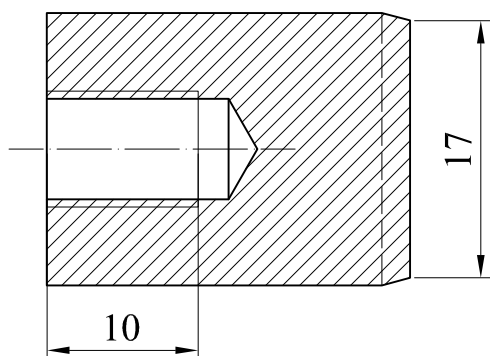
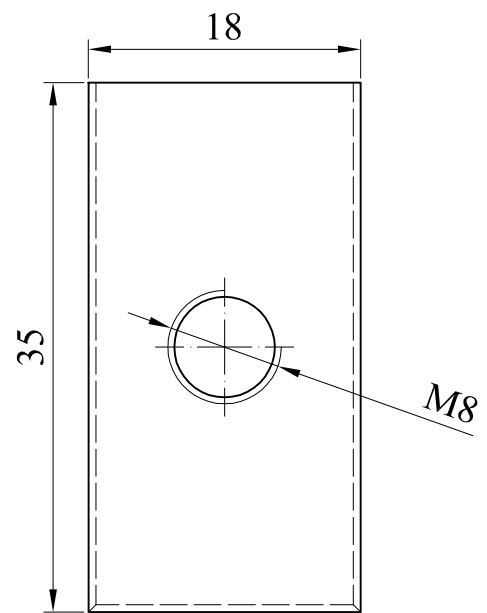
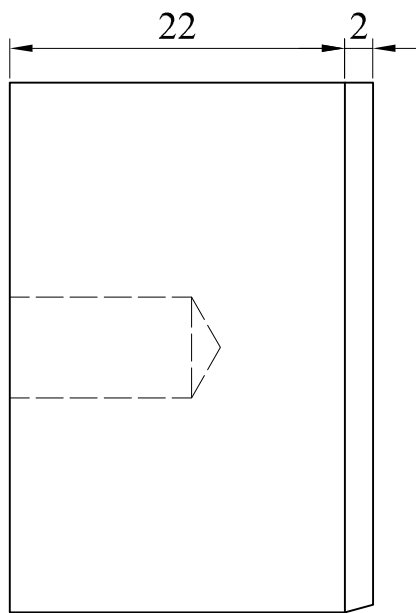
## Máquina para el control de calidad de casquillos metálicos

	FECHA	NOMBRE	Universidad de Burgos	
Dibujado y Comprob.	27-V-2011	Jose Luis Azpiazu Carvalho		
Escala:	<b>Alzados 1</b>		Plano N°:	
<b>1:3</b>			<b>1.4</b>	
Sistema CAD: AutoCAD 2010				



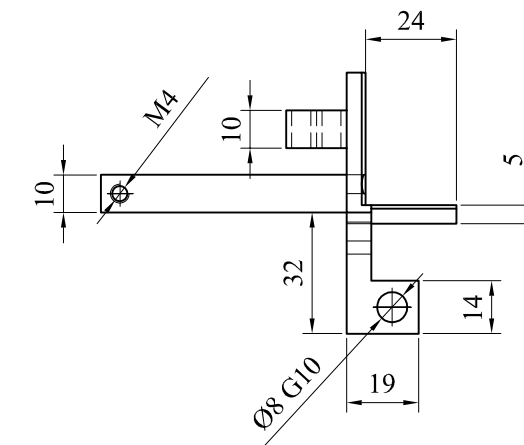
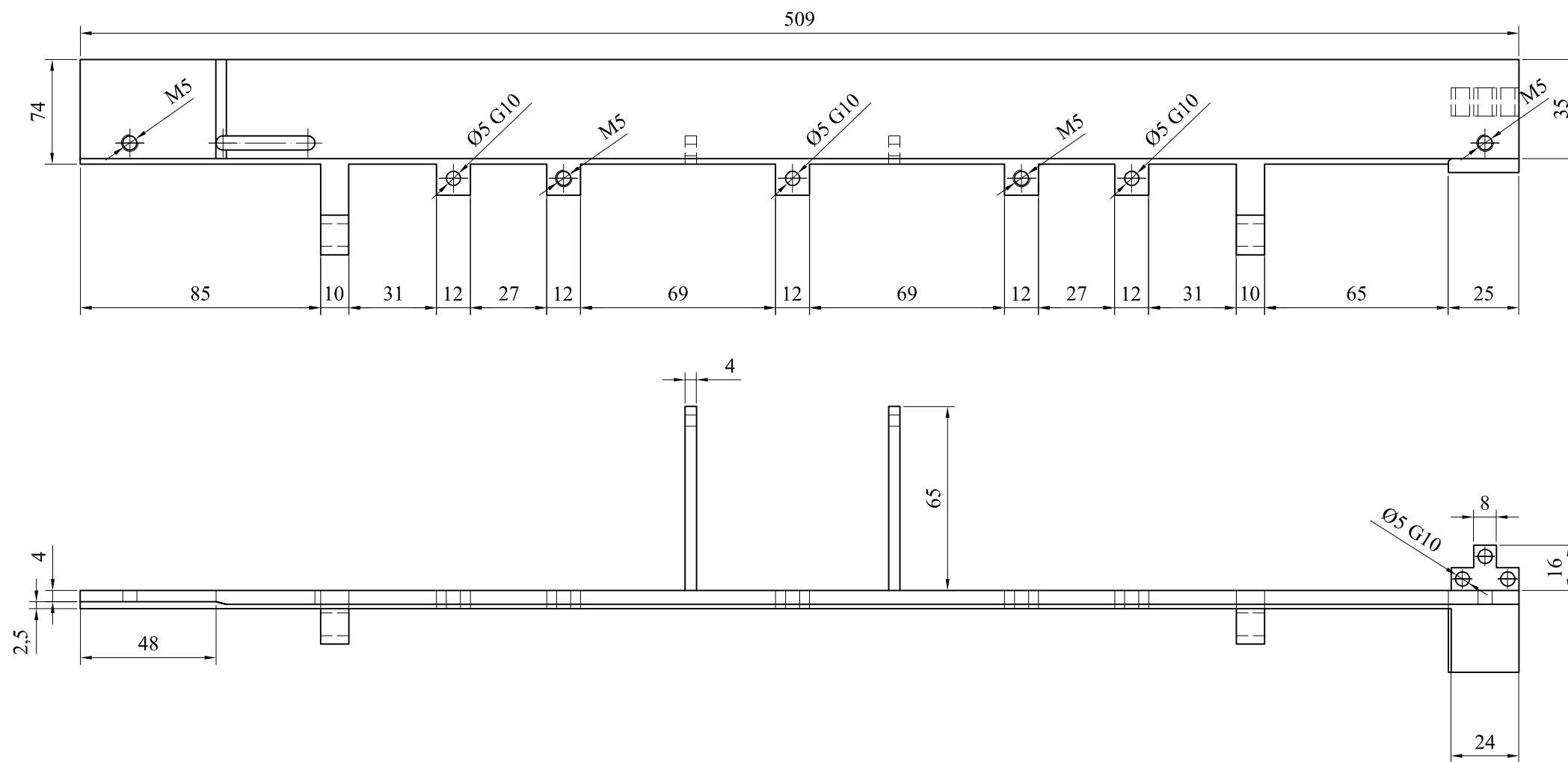
## Máquina para el control de calidad de casquillos metálicos

	FECHA	NOMBRE	Universidad de Burgos	
Dibujado y Comprob.	25-V-2011	Jose Luis Azpiazu Carvalho		
Escala:	<b>Entrada en raíles</b>		Plano N°:	
<b>1:1</b>			<b>2.1</b>	
Sistema CAD: AutoCAD 2010				



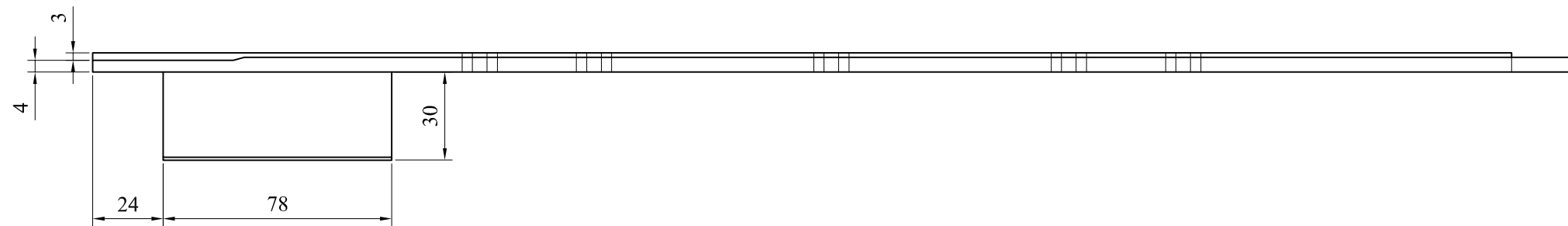
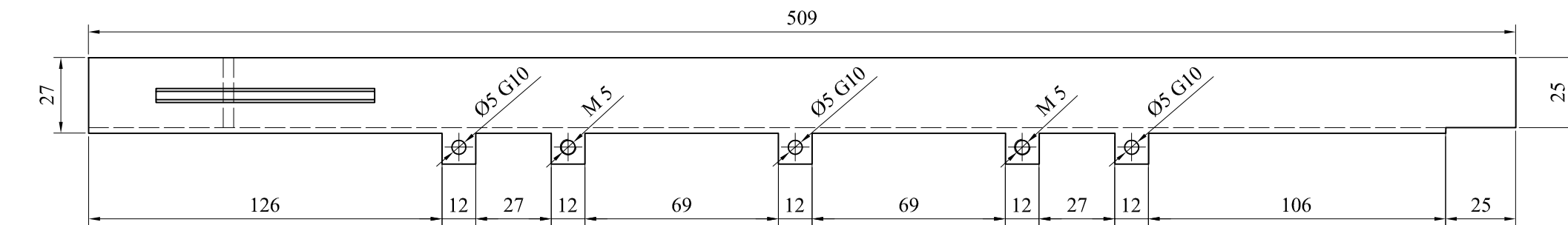
## Máquina para el control de calidad de casquillos metálicos

	FECHA	NOMBRE	<h1>Universidad de Burgos</h1>
Dibujado y Comprob.	24-V-2011	Jose Luis Azpiazu Carvalho	
Escala:	<h2>Empujador de piezas</h2>		Plano N°:
<h1>2:1</h1>	Sistema CAD: AutoCAD 2010		<h1>2.2</h1>



## Máquina para el control de calidad de casquillos metálicos

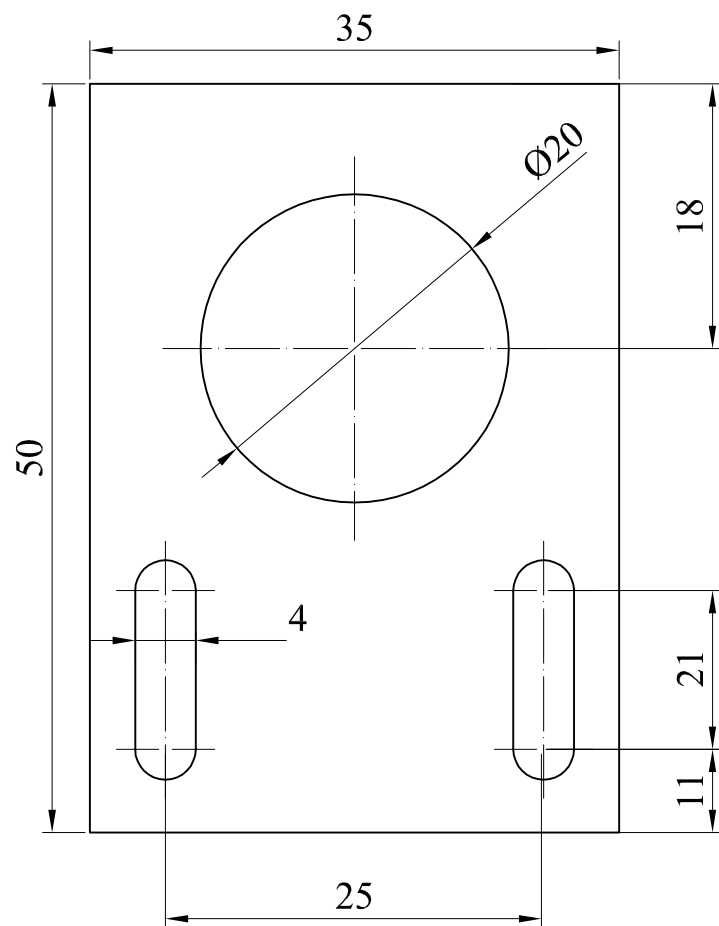
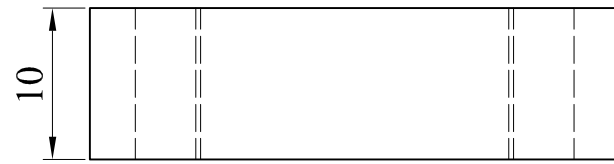
	FECHA	NOMBRE	Universidad de Burgos	
Dibujado y Comprob.	26-V-2011	Jose Luis Azpiazu Carvalho		
Escala:	<b>Rail fijo</b>		Plano N°:	
<b>1:2</b>			Sistema CAD: AutoCAD 2010	



## Máquina para el control de calidad de casquillos metálicos

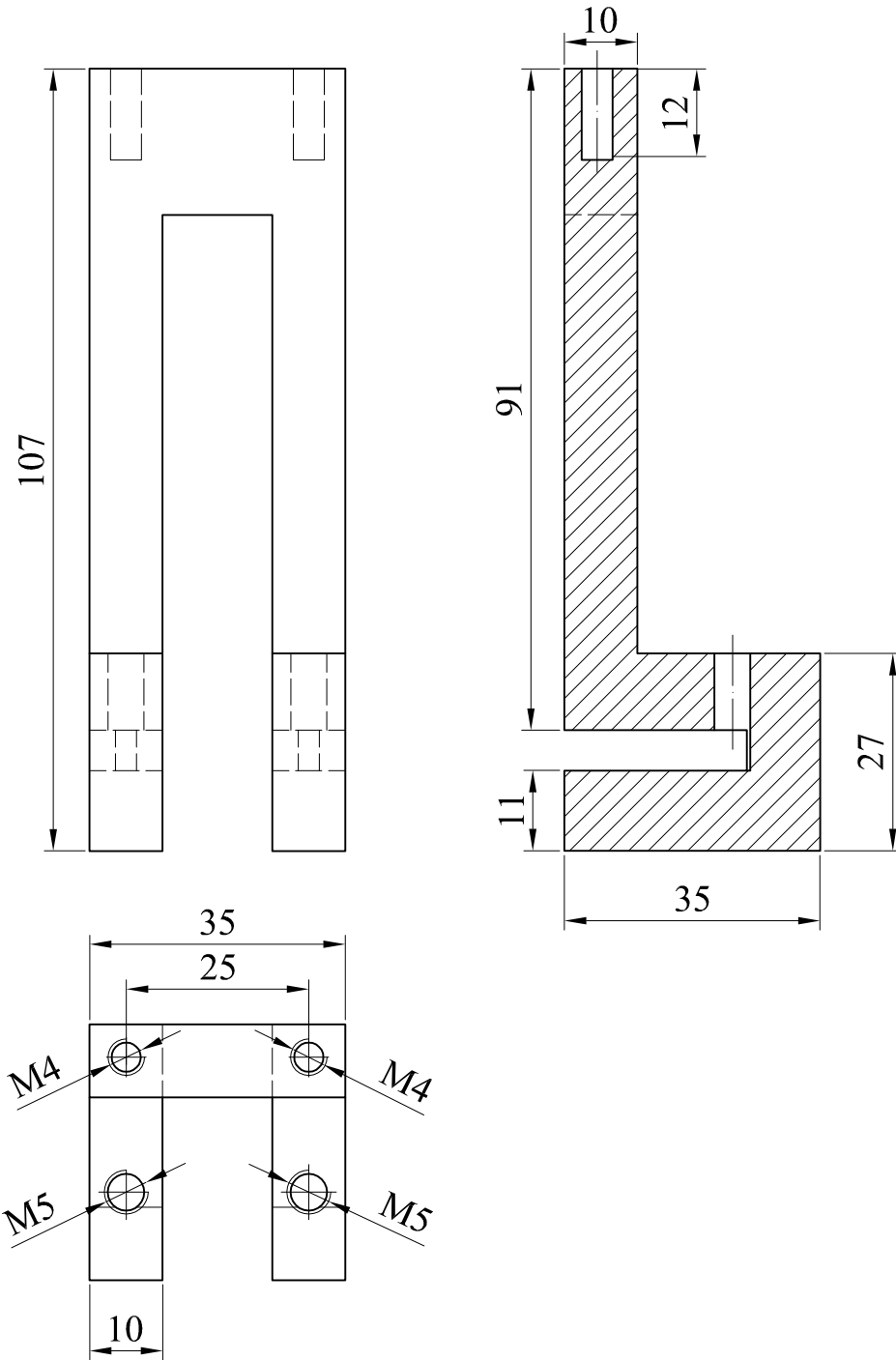
	FECHA	NOMBRE	Universidad de Burgos	
Dibujado y Comprob.	26-V-2011	Jose Luis Azpiazu Carvalho		
Escala:	<b>Rail móvil</b>			Plano N°:
<b>1:2</b>				Sistema CAD: AutoCAD 2010





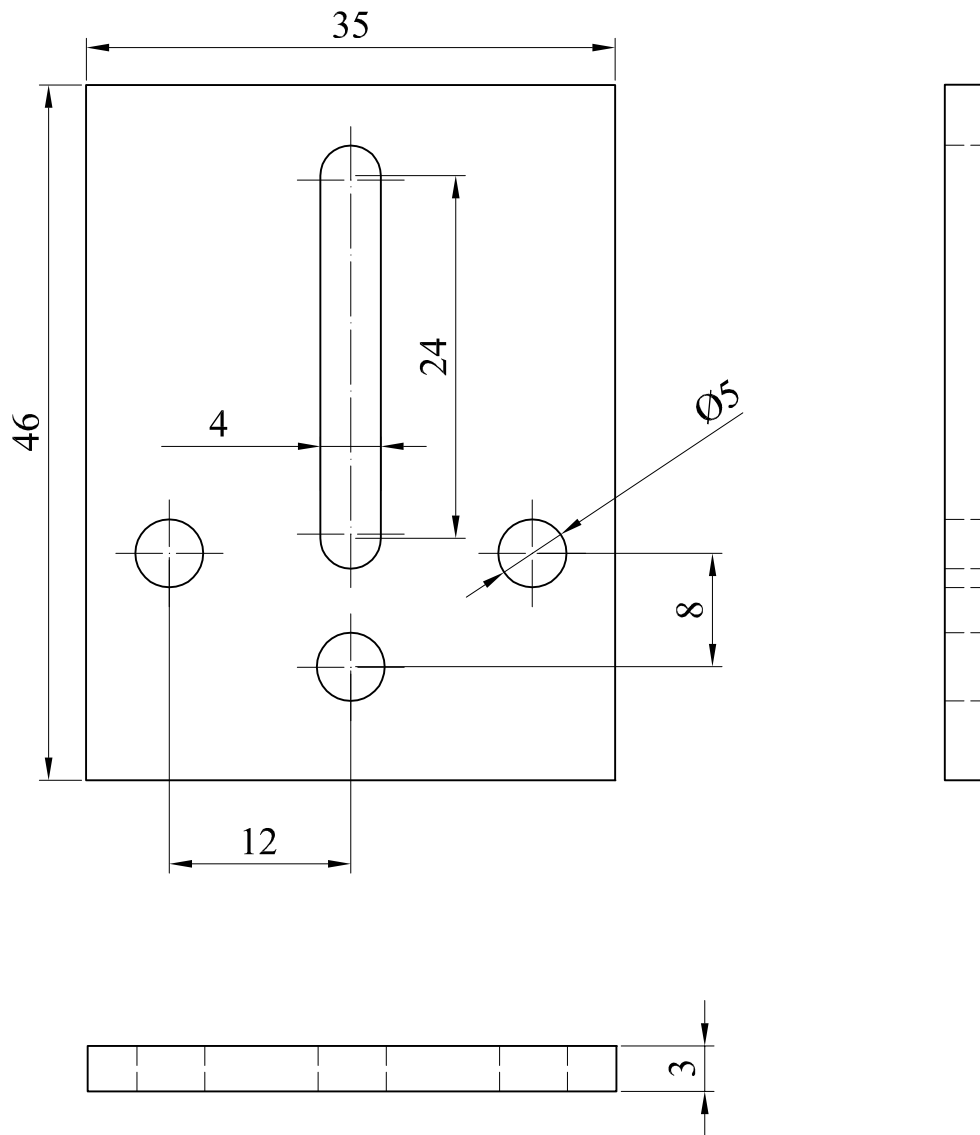
## Máquina para el control de calidad de casquillos metálicos

	FECHA	NOMBRE	Universidad de Burgos	
Dibujado y Comprob.	26-V-2011	Jose Luis Azpiazu Carvalho		
Escala:	<b>soporte ajustable del comprobador de diámetro</b>		Plano N°:	
<b>2:1</b>			<b>2.5</b>	
Sistema CAD: AutoCAD 2010				



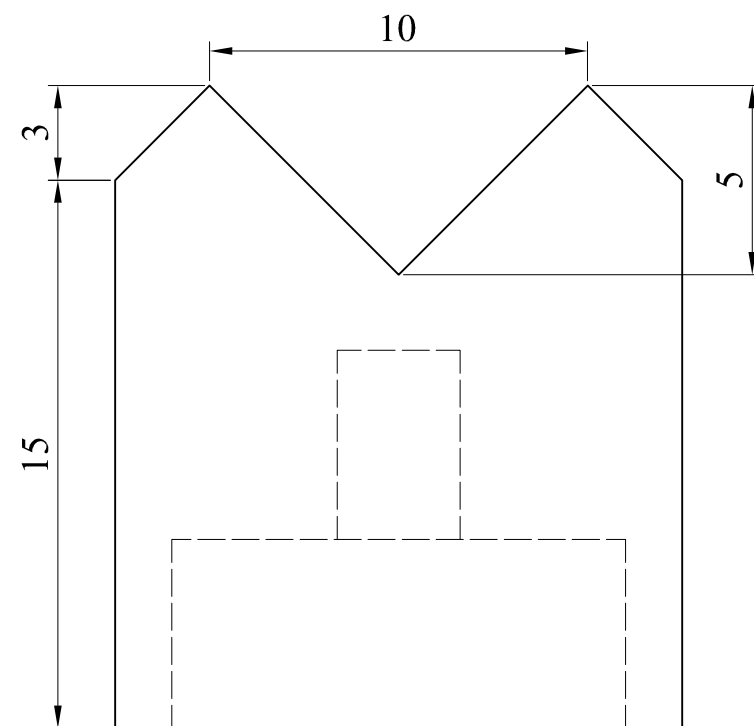
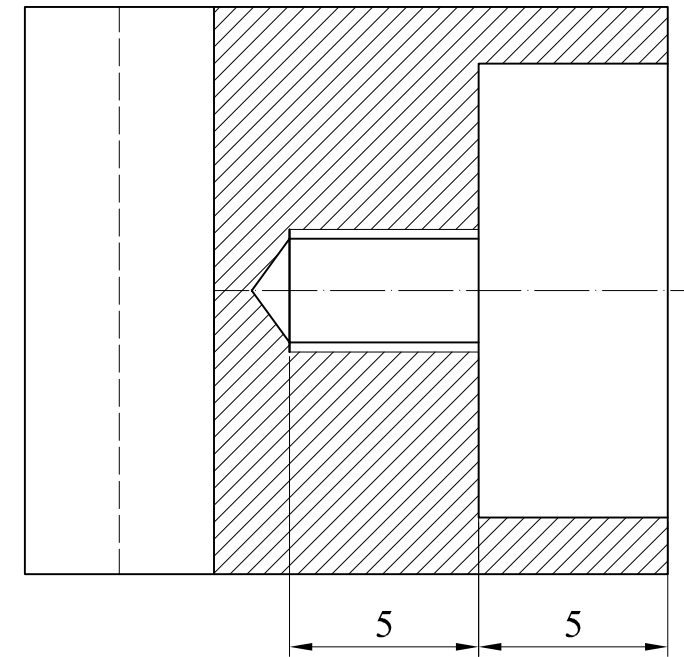
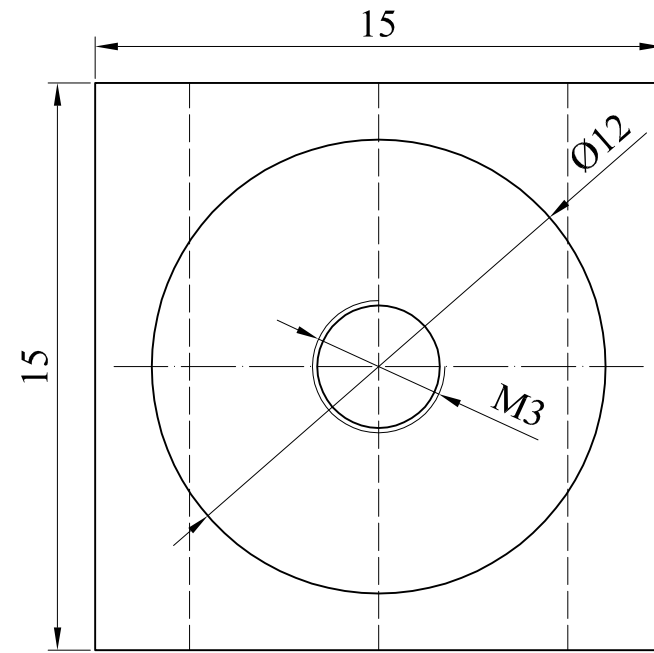
## Máquina para el control de calidad de casquillos metálicos

	FECHA	NOMBRE	Universidad de Burgos	
Dibujado y Comprob.	25-V-2011	Jose Luis Azpiazu Carvalho		
Escala:	<b>Soporte del comprobador de diámetro</b>			Plano N°:
<b>1:1</b>				Sistema CAD: AutoCAD 2010



## Máquina para el control de calidad de casquillos metálicos

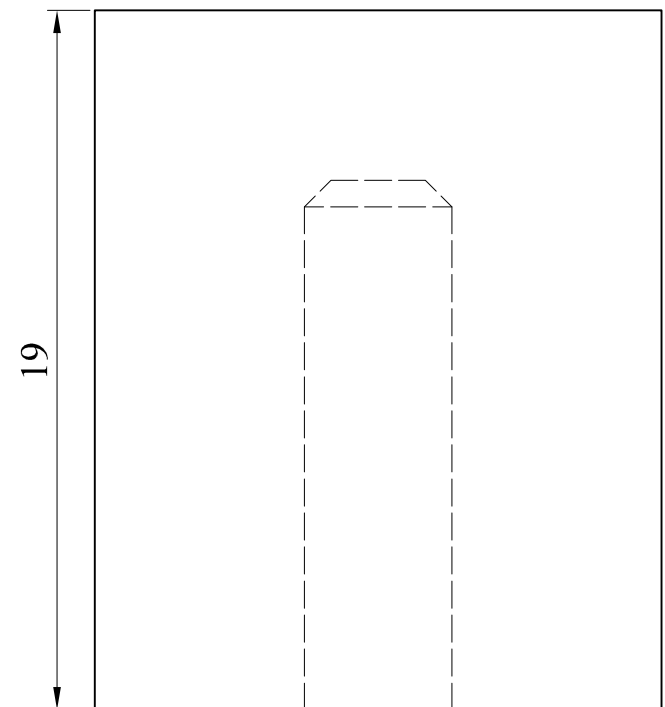
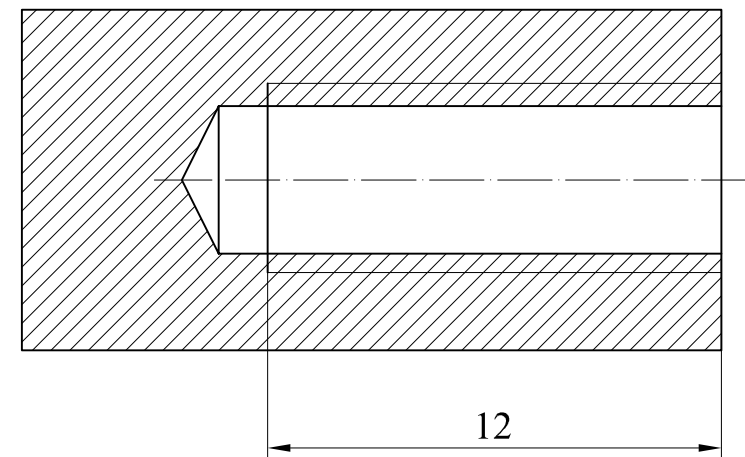
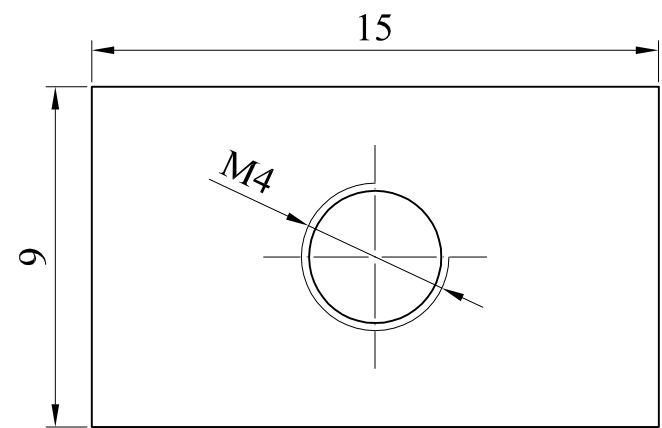
	FECHA	NOMBRE	Universidad de Burgos
Dibujado y Comprob.	24-V-2011	Jose Luis Azpiazu Carvalho	
Escala:  <b>2:1</b>	<b>Chapa de sujeción del tornillo de la cuña y de la pestaña</b>		Plano N°:  <b>2.7</b>
Sistema CAD: AutoCAD 2010			



## Máquina para el control de calidad de casquillos metálicos

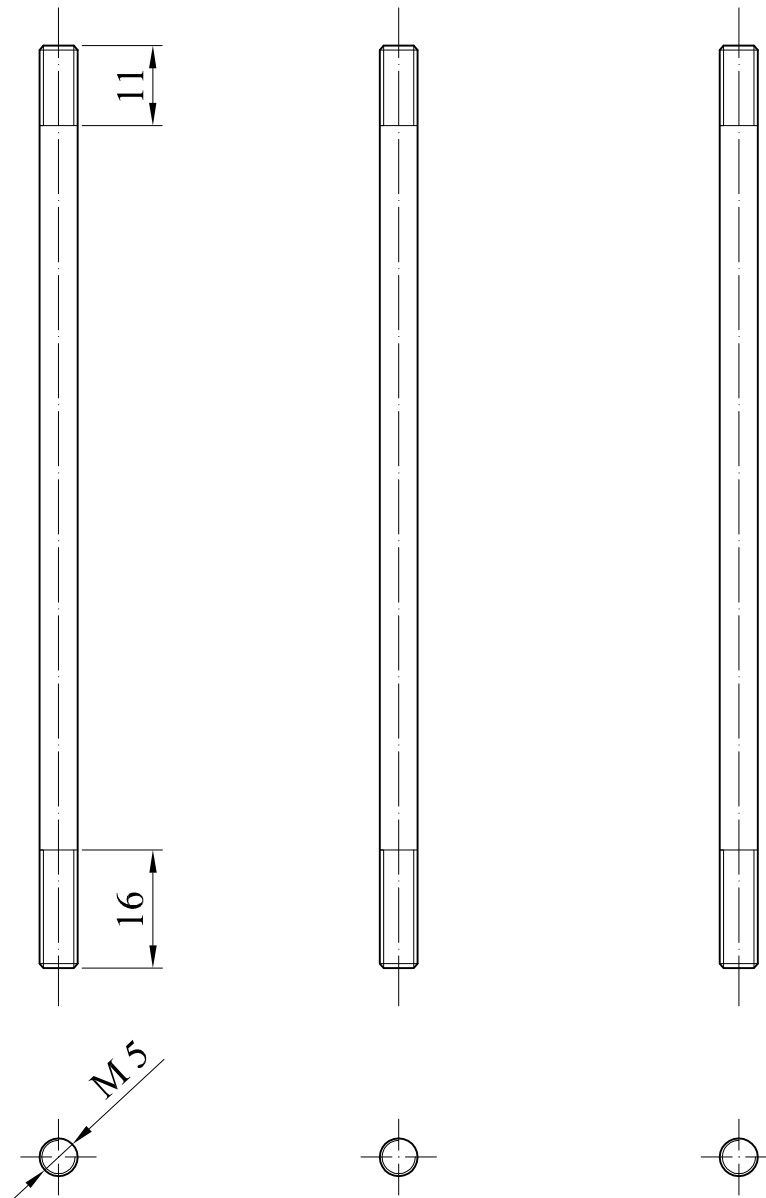
	FECHA	NOMBRE	Universidad de Burgos
Dibujado y Comprob.	24-V-2011	Jose Luis Azpiazu Carvalho	

Escala:	<b>Cuña de posicionamiento de pieza</b>	Plano N°:
<b>5:1</b>		<b>2.8</b>
Sistema CAD: AutoCAD 2010		



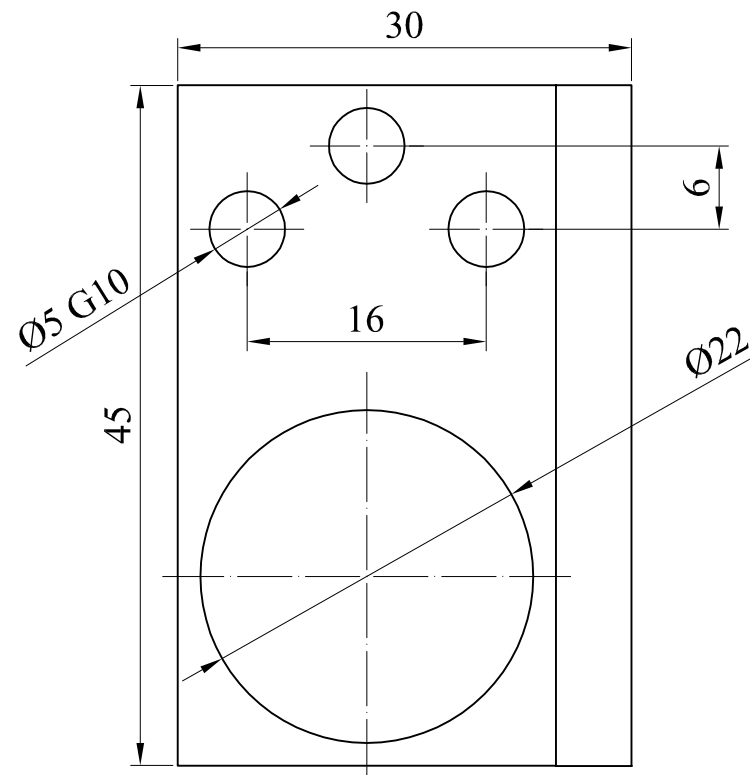
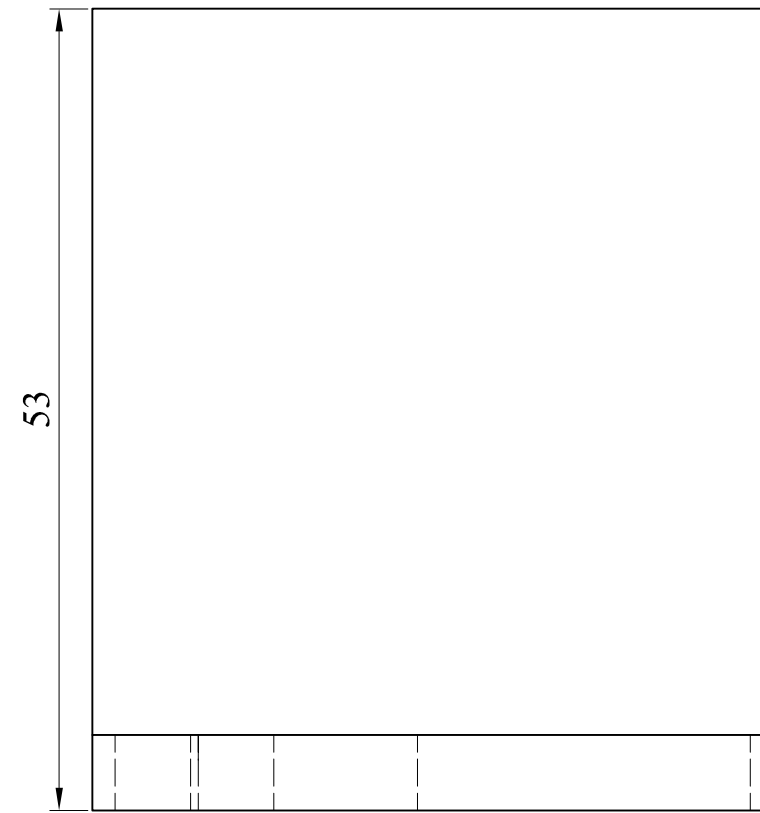
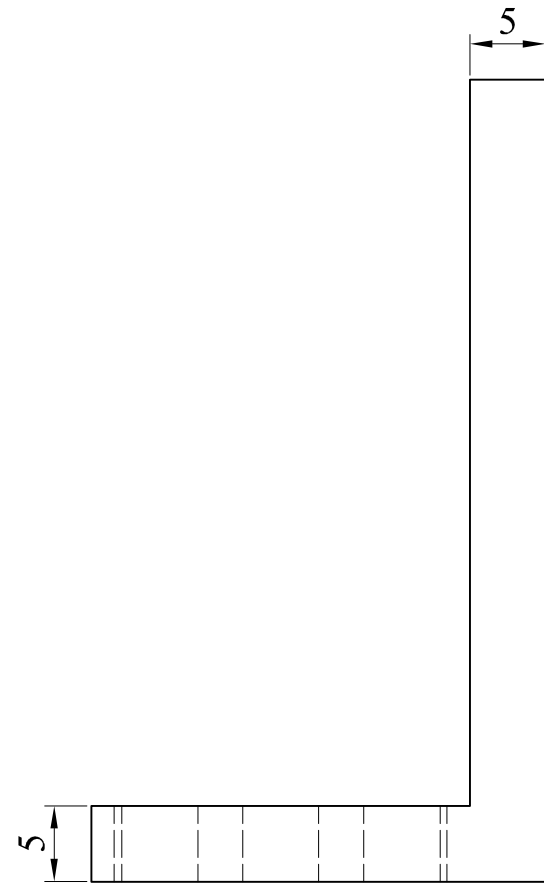
## Máquina para el control de calidad de casquillos metálicos

	FECHA	NOMBRE	Universidad de Burgos	
Dibujado y Comprob.	26-V-2011	Jose Luis Azpiazu Carvalho		
Escala:	<b>Pestaña</b>		Plano N°:	
<b>5:1</b>			<b>2.9</b>	
Sistema CAD: AutoCAD 2010				



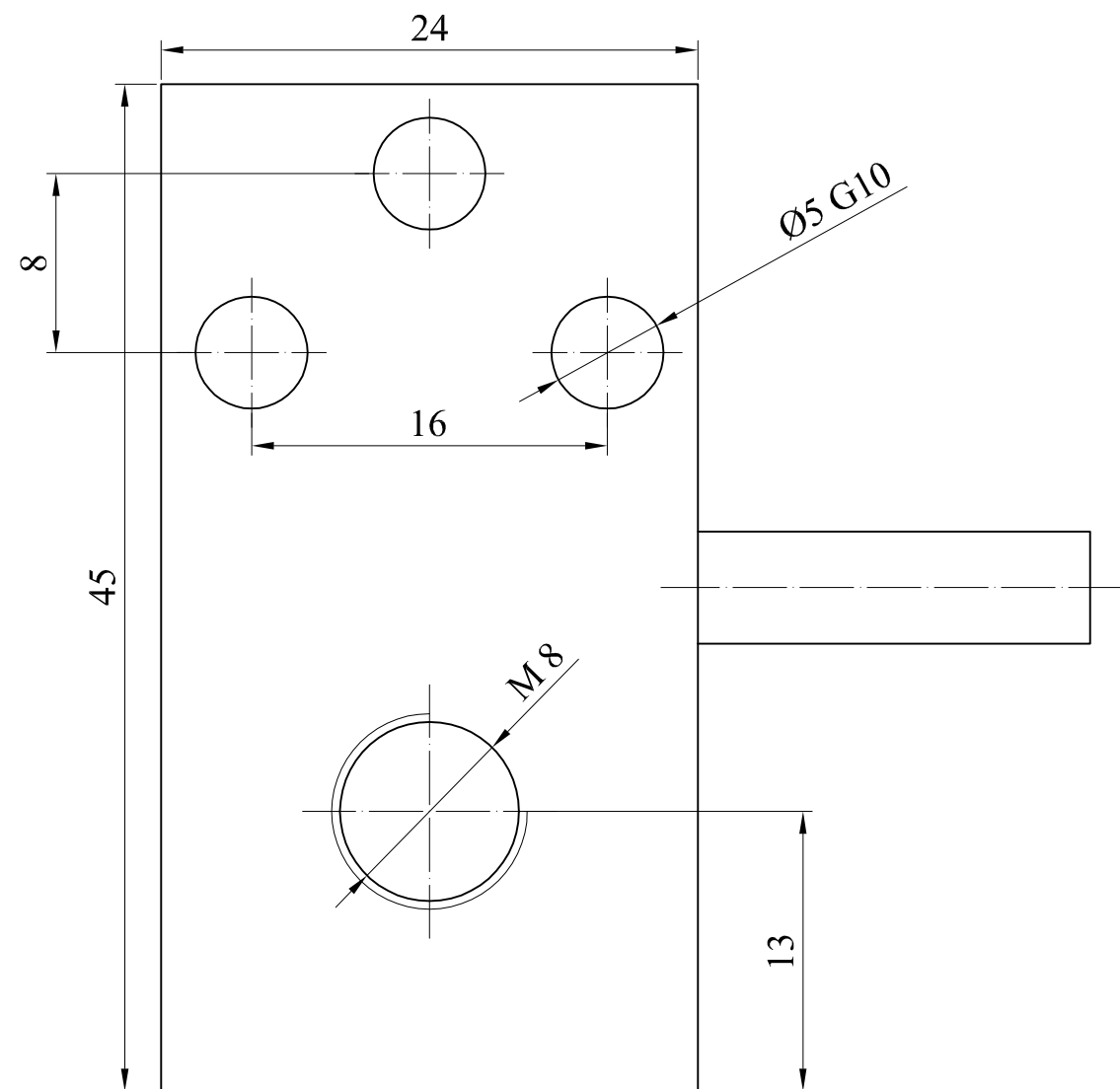
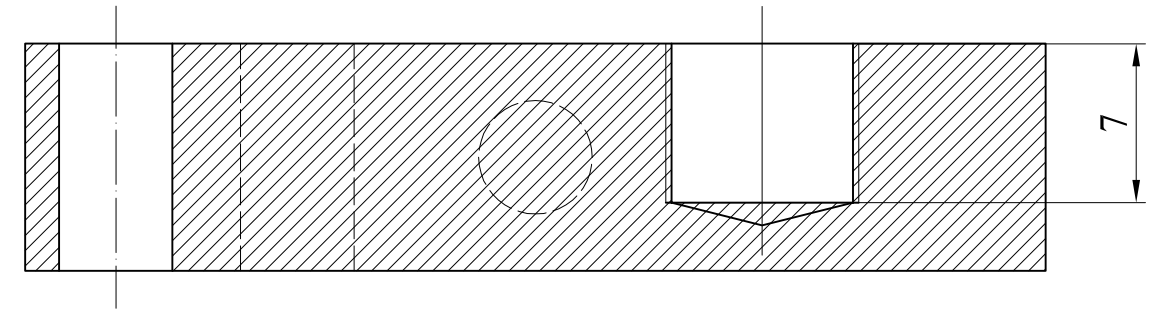
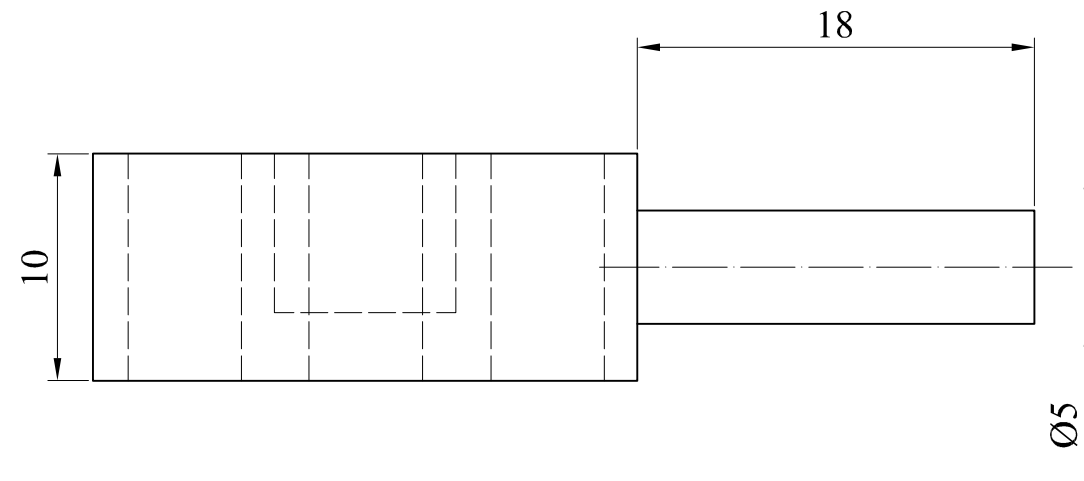
## Máquina para el control de calidad de casquillos metálicos

	FECHA	NOMBRE	<b>Universidad de Burgos</b>
Dibujado y Comprob.	24-V-2011	Jose Luis Azpiazu Carvalho	
Escala:  <b>1:1</b>	<b>Columnas del comprobador de longitud</b>		Plano N°:  <b>2.10</b>
Sistema CAD: AutoCAD 2010			



## Máquina para el control de calidad de casquillos metálicos

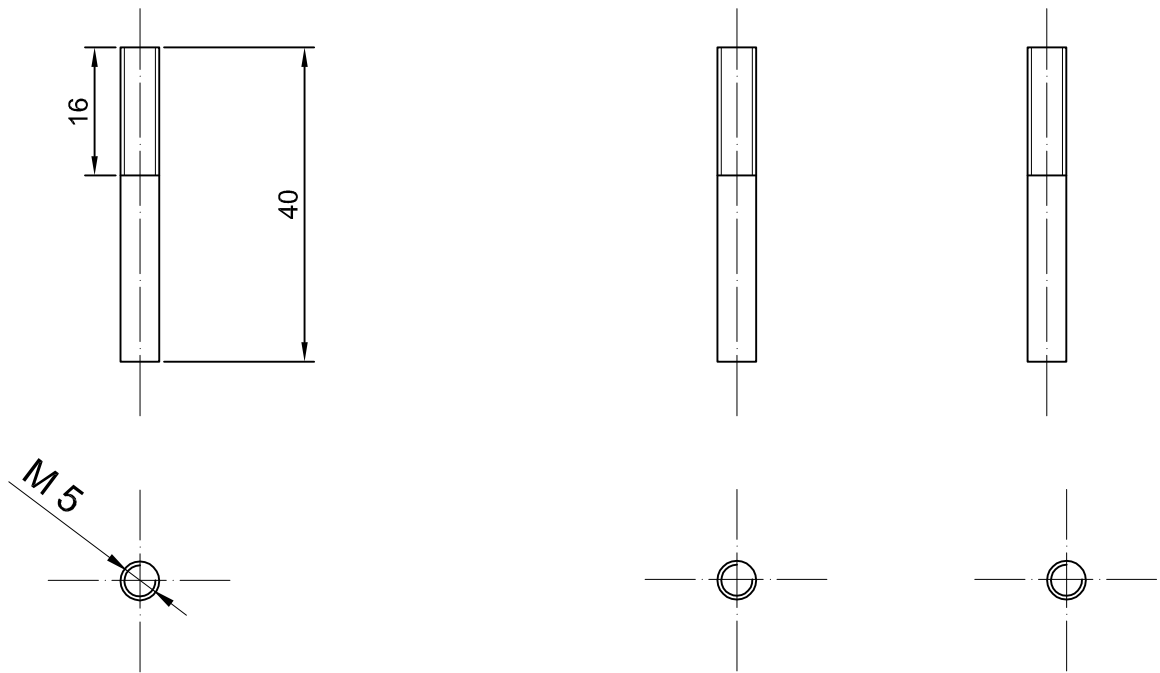
	FECHA	NOMBRE	Universidad de Burgos	
Dibujado y Comprob.	25-V-2011	Jose Luis Azpiazu Carvalho		
Escala:	<b>Soporte del comprobador de longitud</b>		Plano N°:	
<b>2:1</b>			<b>2.11</b>	
Sistema CAD: AutoCAD 2010				



## Máquina para el control de calidad de casquillos metálicos

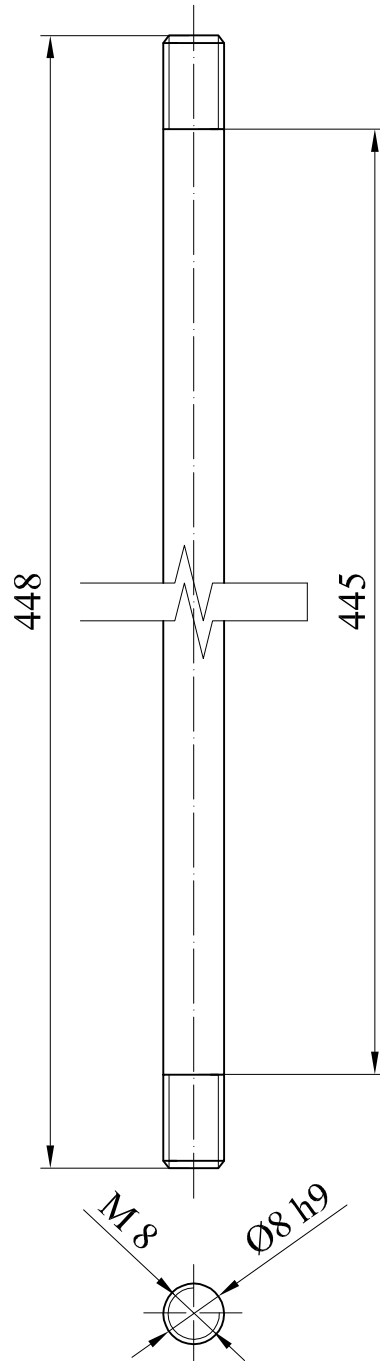
	FECHA	NOMBRE	Universidad de Burgos	
Dibujado y Comprob.	26-V-2011	Jose Luis Azpiazu Carvalho		
Escala:	<b>Placa rectificadora medidora de longitud</b>		Plano N°:	
<b>3:1</b>			<b>2.12</b>	
Sistema CAD: AutoCAD 2010				





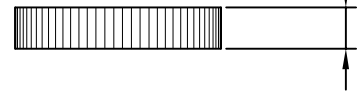
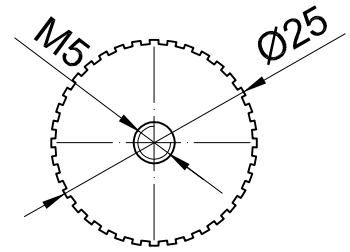
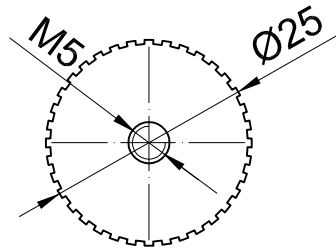
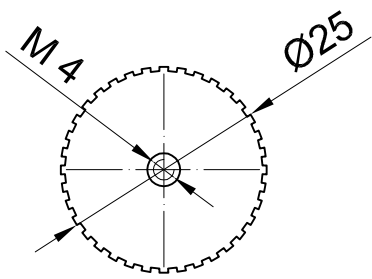
## Máquina para el control de calidad de casquillos metálicos

	FECHA	NOMBRE	Universidad de Burgos	
Dibujado y Comprob.	14-V-2011	Jose Luis Azpiazu Carvalho		
Escala:	<b>Vigas del Raíl móvil</b>			Plano N°:
<b>1:1</b>				Sistema CAD: AutoCAD 2010



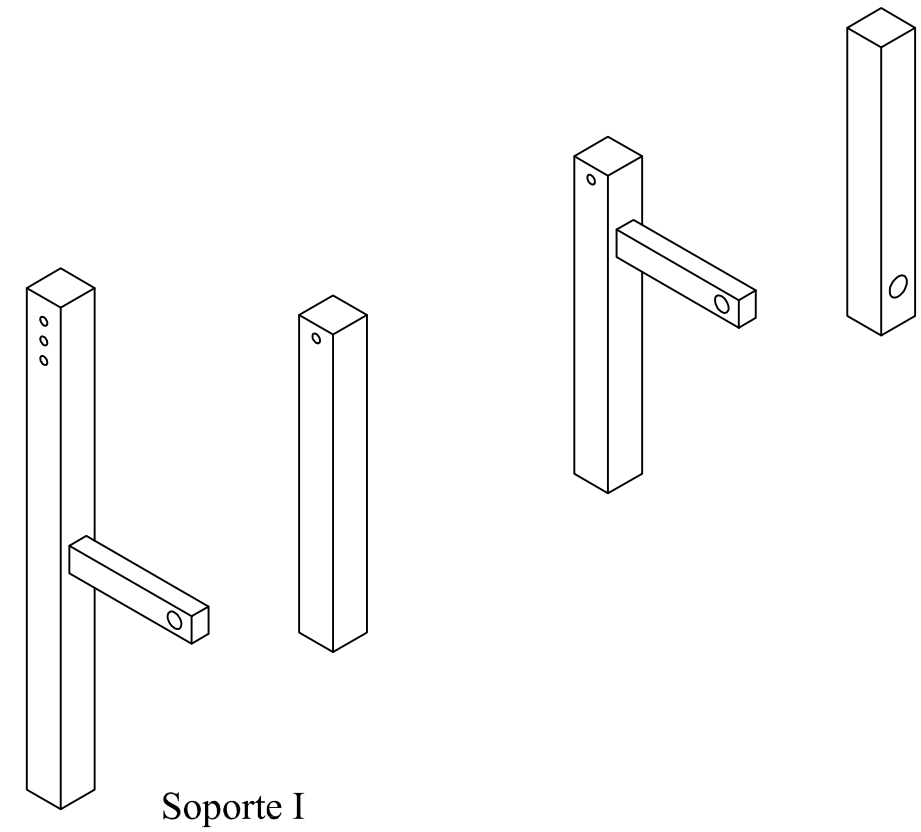
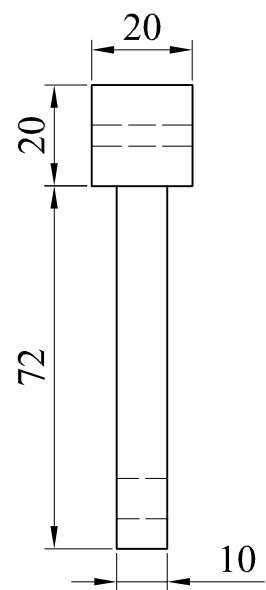
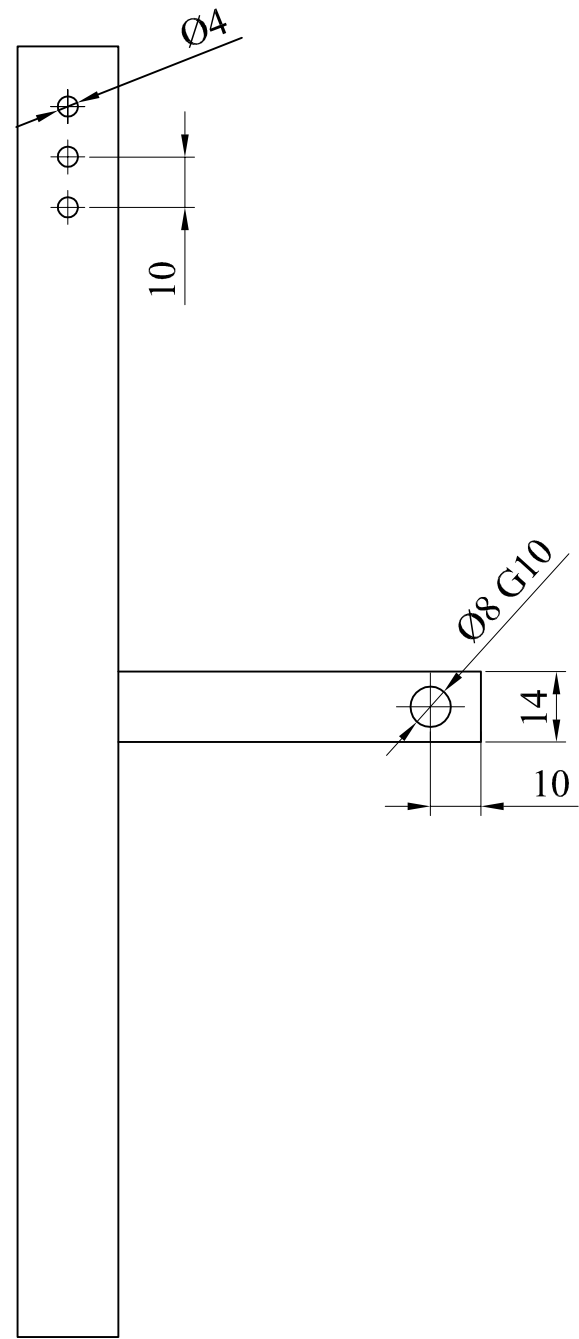
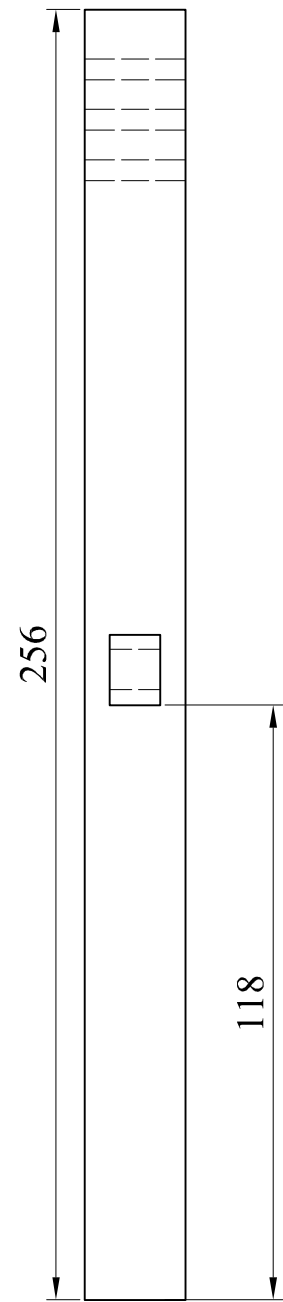
## Máquina para el control de calidad de casquillos metálicos

	FECHA	NOMBRE	Universidad de Burgos
Dibujado y Comprob.	25-V-2011	Jose Luis Azpiazu Carvalho	
Escala:	<b>Viga de sustentación de railes</b>		Plano N°:
<b>1:1</b>	Sistema CAD: AutoCAD 2010		<b>2.14</b>

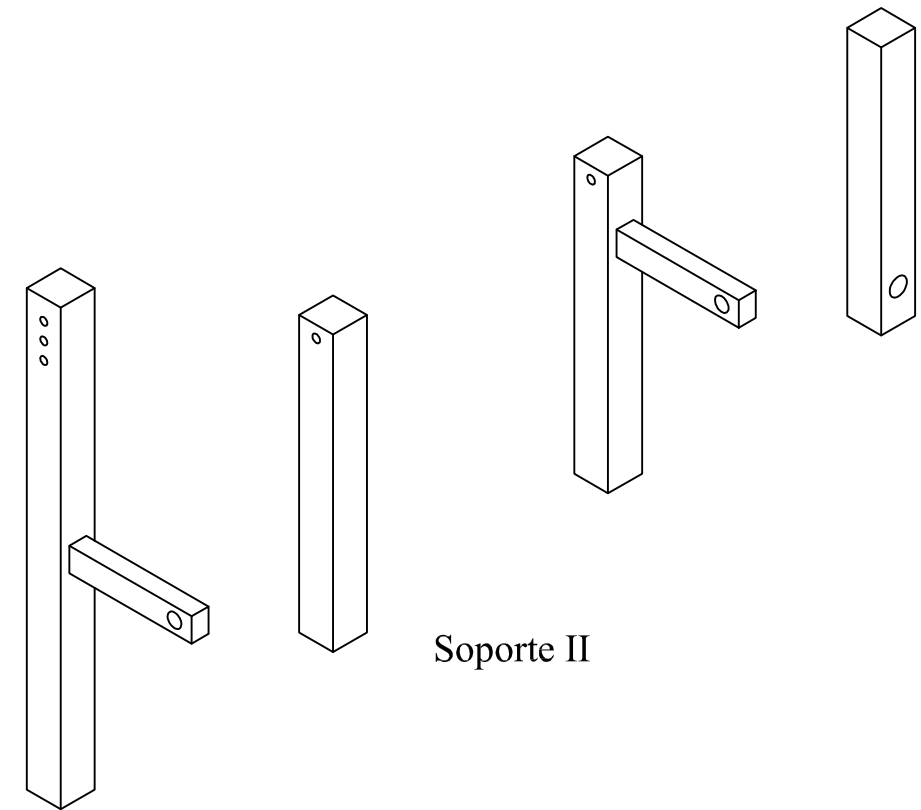
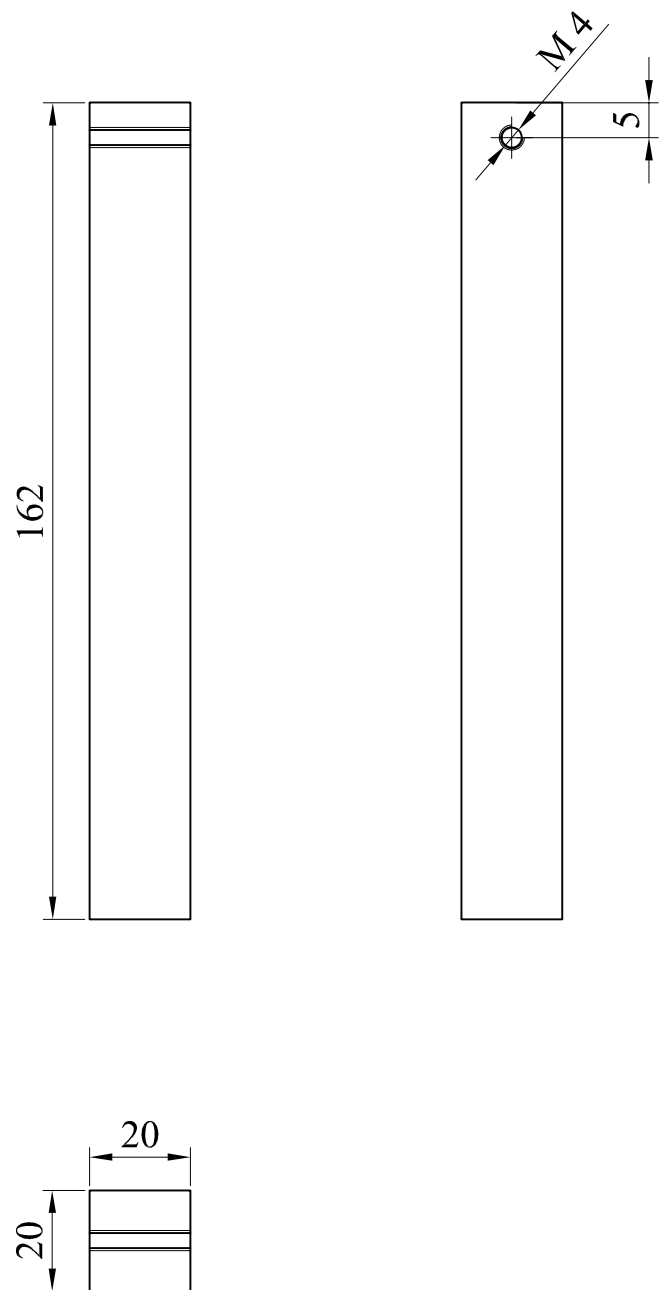


## Máquina para el control de calidad de casquillos metálicos

	FECHA	NOMBRE	Universidad de Burgos	
Dibujado y Comprob.	14-V-2011	Jose Luis Azpiazu Carvalho		
Escala:	<b>Ruedas dentadas</b>		Plano N°:	
<b>1:1</b>			Sistema CAD: AutoCAD 2010	

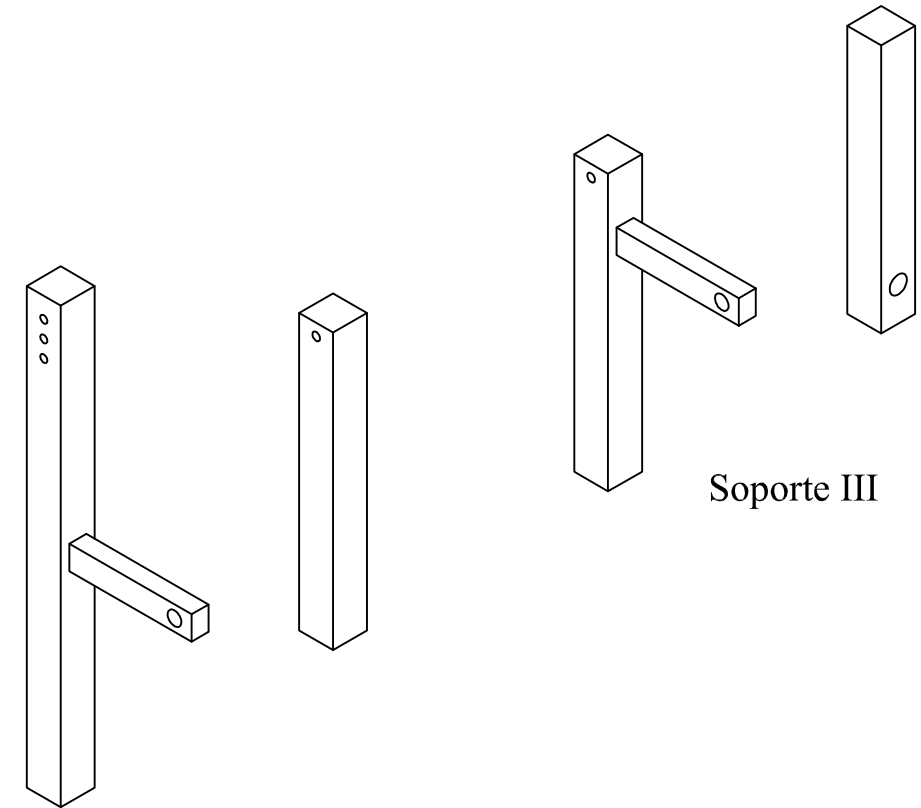
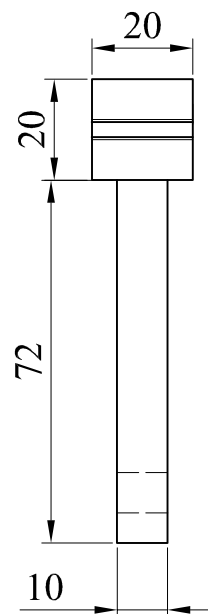
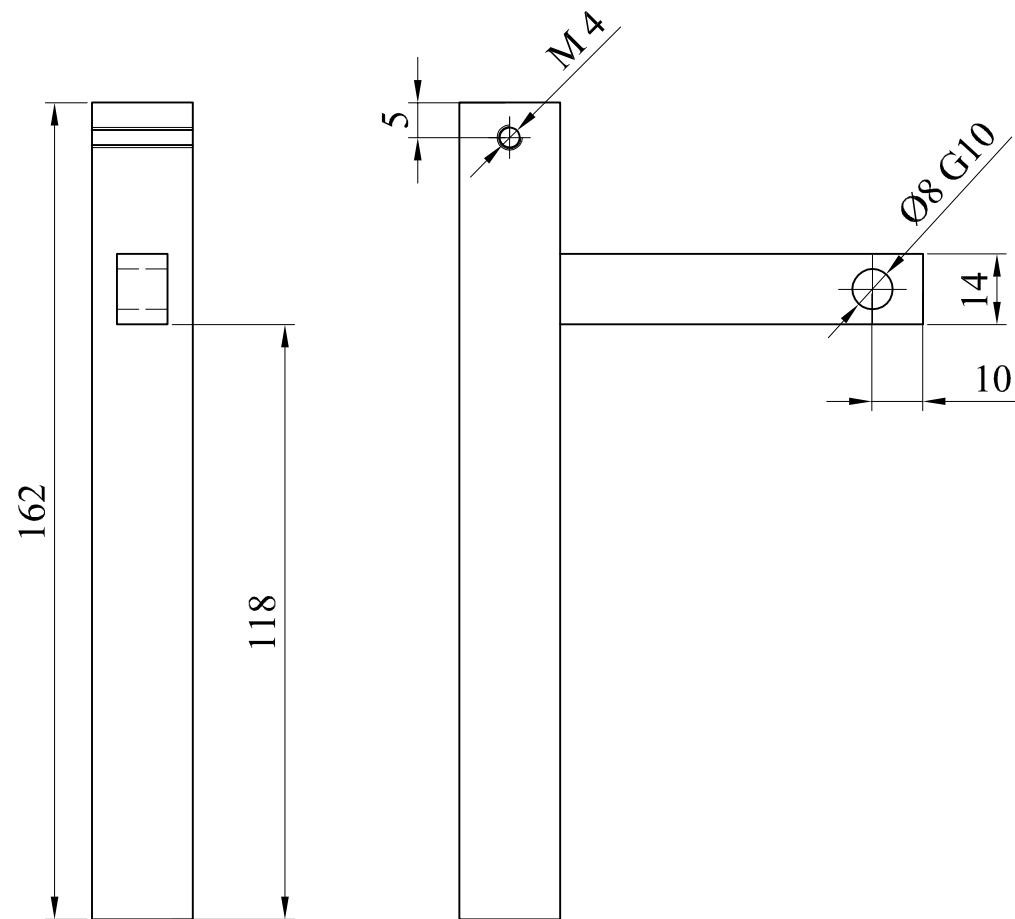


<b>Máquina para el control de calidad de casquillos metálicos</b>			
	FECHA	NOMBRE	<b>Universidad de Burgos</b>
Dibujado y Comprob.	<b>25-V-2011</b>	Jose Luis Azpiazu Carvalho	
Escala:	<b>Soportes de la máquina (I)</b>		Plano N°:
<b>2:3</b>	Sistema CAD: AutoCAD 2010		<b>2.16</b>



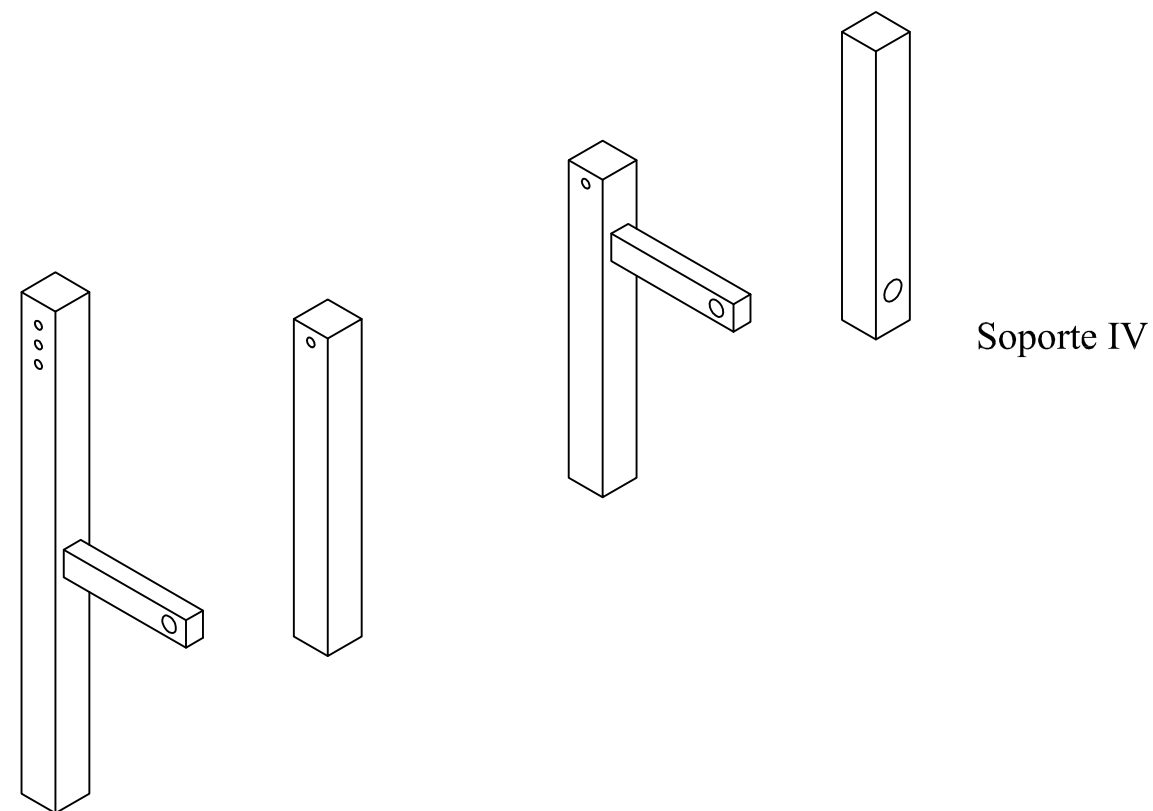
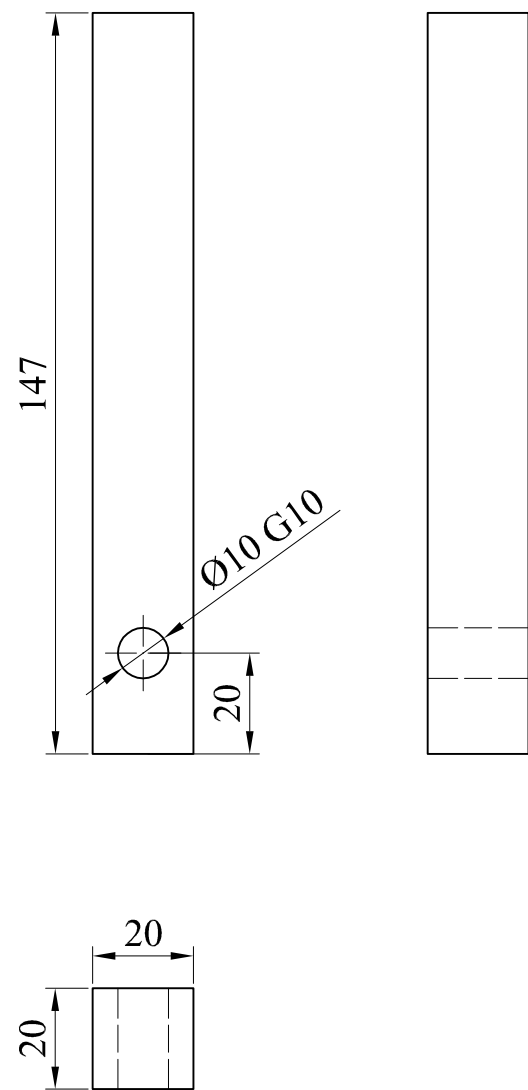
## Máquina para el control de calidad de casquillos metálicos

	FECHA	NOMBRE	Universidad de Burgos	
Dibujado y Comprob.	25-V-2011	Jose Luis Azpiazu Carvalho		
Escala:	<b>Soportes de la máquina (II)</b>		Plano N°:	
<b>2:3</b>			<b>2.17</b>	
Sistema CAD: AutoCAD 2010				



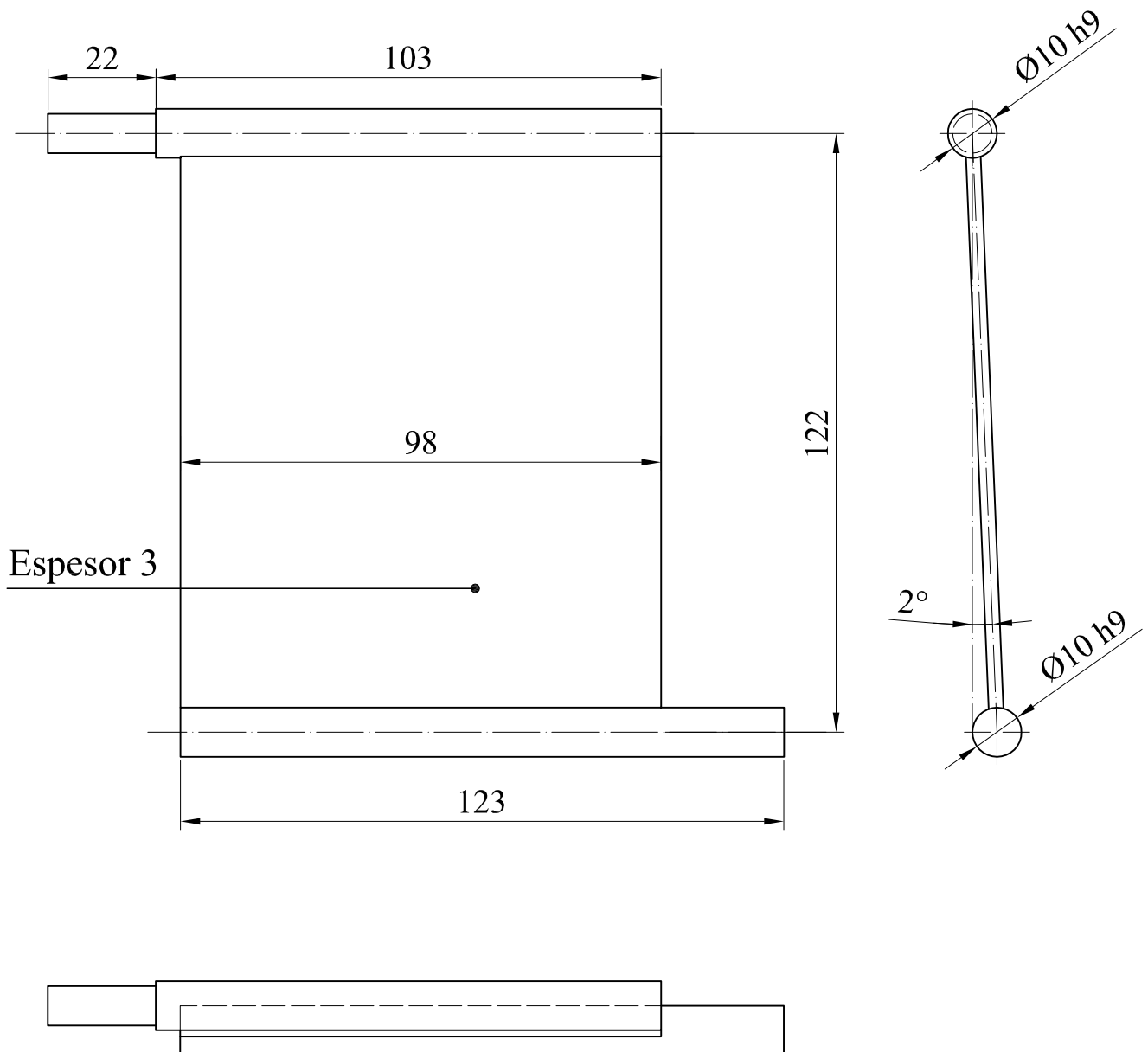
## Máquina para el control de calidad de casquillos metálicos

	FECHA	NOMBRE	Universidad de Burgos	
Dibujado y Comprob.	25-V-2011	Jose Luis Azpiazu Carvalho		
Escala:	<b>Soportes de la máquina (III)</b>		Plano N°:	
<b>2:3</b>			<b>2.18</b>	
Sistema CAD: AutoCAD 2010				



## Máquina para el control de calidad de casquillos metálicos

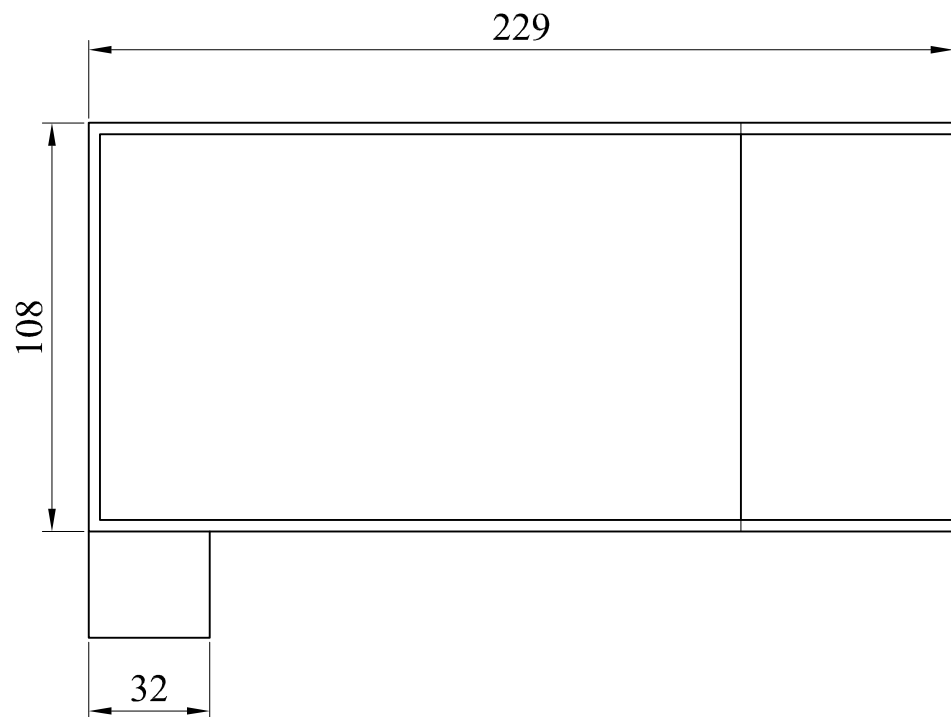
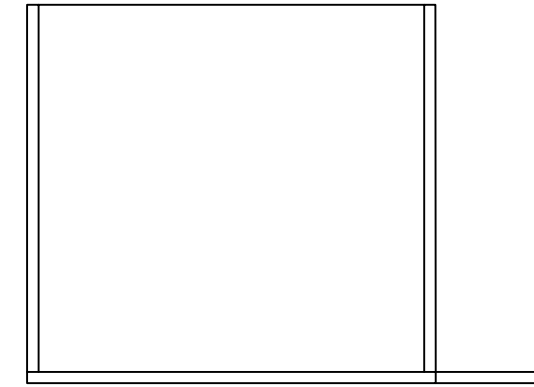
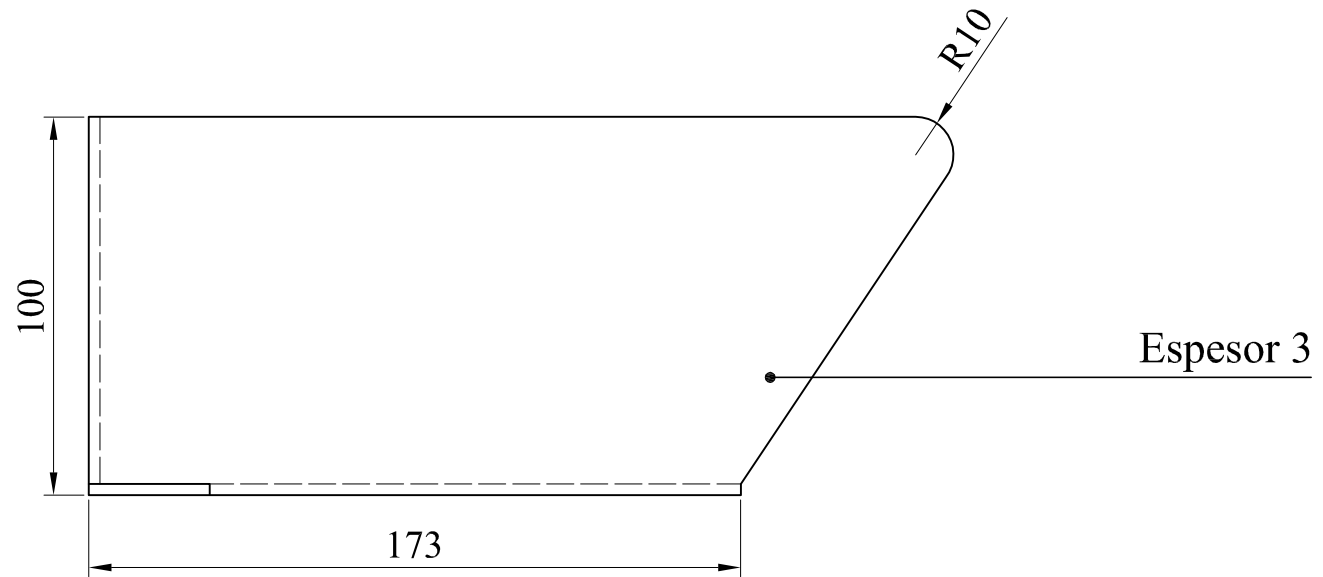
	FECHA	NOMBRE	Universidad de Burgos	
Dibujado y Comprob.	25-V-2011	Jose Luis Azpiazu Carvalho		
Escala:	<b>Soportes de la máquina (IV)</b>		Plano N°:	
<b>2:3</b>			<b>2.19</b>	
Sistema CAD: AutoCAD 2010				



## Máquina para el control de calidad de casquillos metálicos

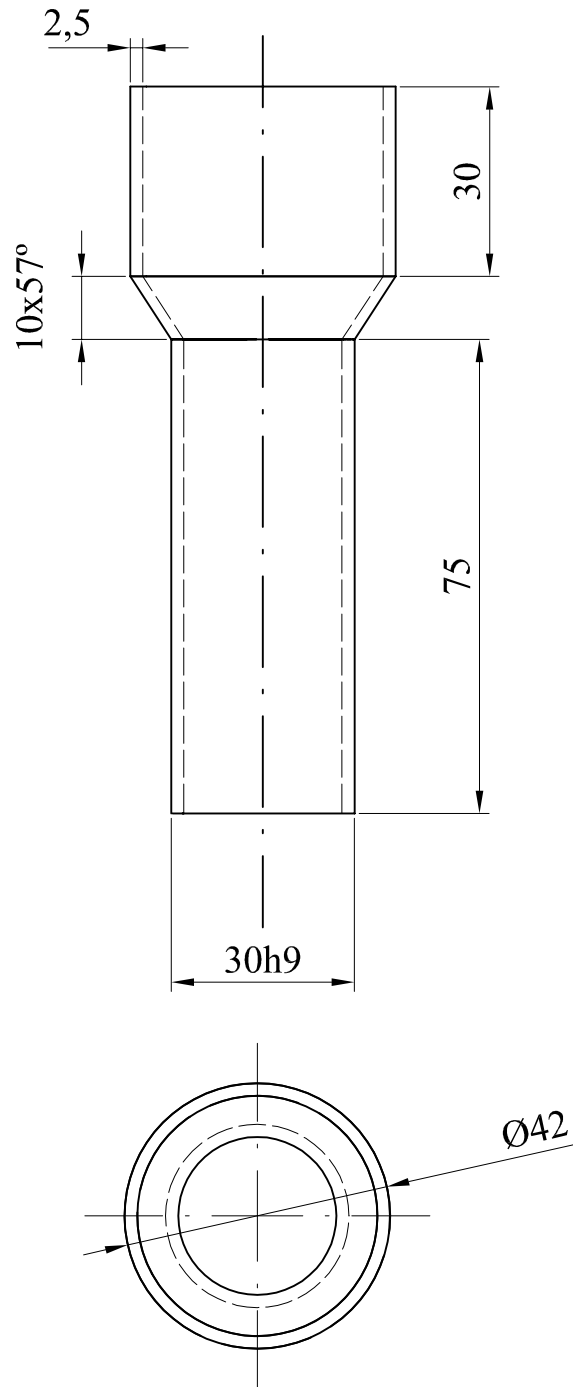
	FECHA	NOMBRE	Universidad de Burgos	
Dibujado y Comprob.	24-V-2011	Jose Luis Azpiazu Carvalho		
Escala:	<b>Bandeja selectora de caja de piezas malas</b>		Plano N°:	
<b>3:4</b>			<b>2.20</b>	
Sistema CAD: AutoCAD 2010				





## Máquina para el control de calidad de casquillos metálicos

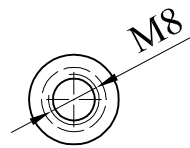
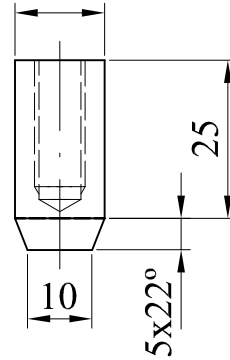
	FECHA	NOMBRE	Universidad de Burgos	
Dibujado y Comprob.	24-V-2011	Jose Luis Azpiazu Carvalho		
Escala:	<b>1:2</b>		<b>Caja de piezas malas</b>	Plano N°:
	Sistema CAD: AutoCAD 2010			<b>2.21</b>



## Máquina para el control de calidad de casquillos metálicos

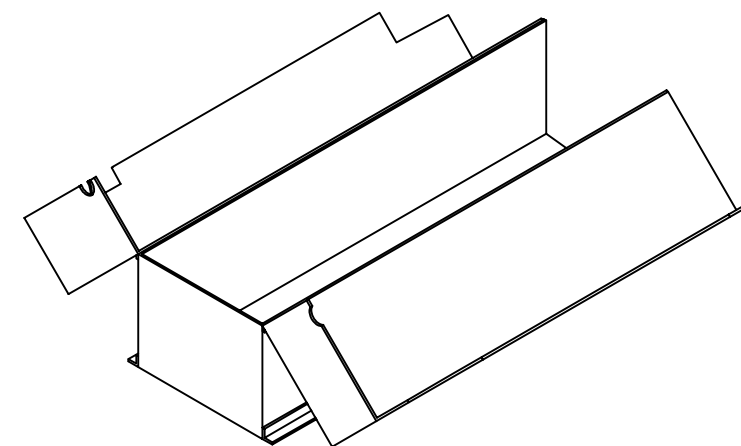
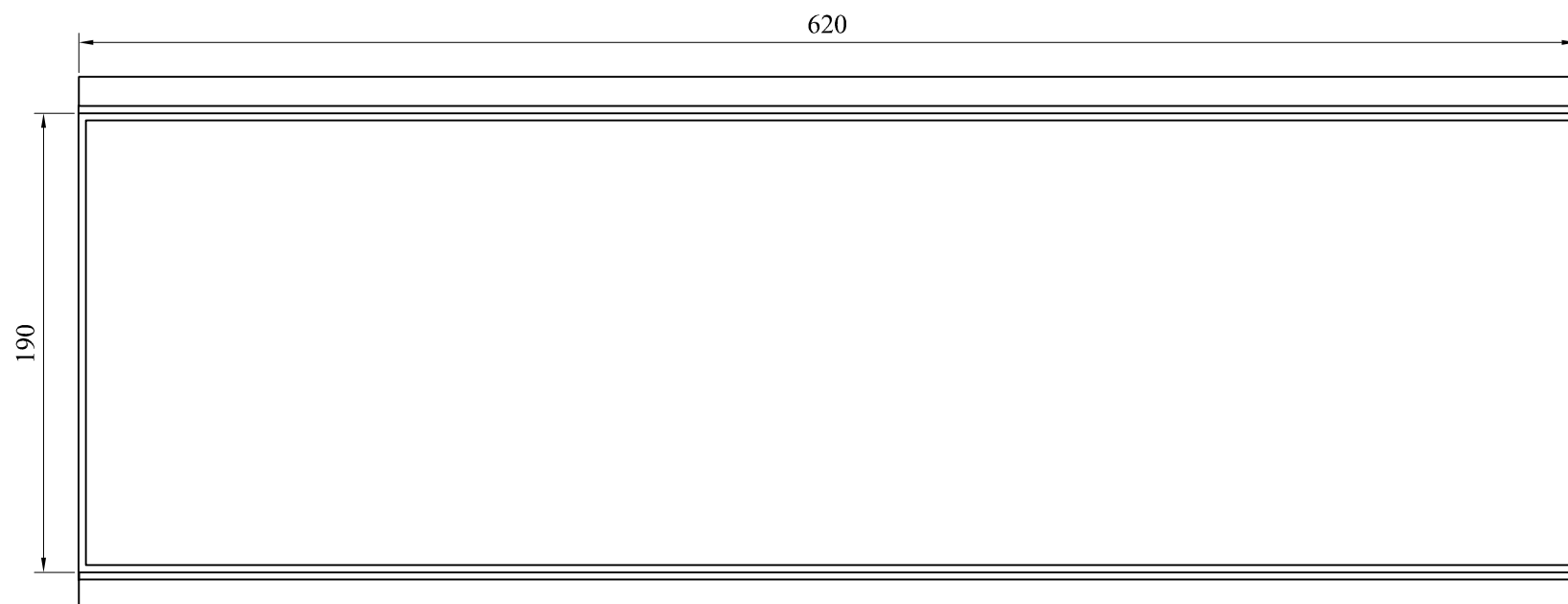
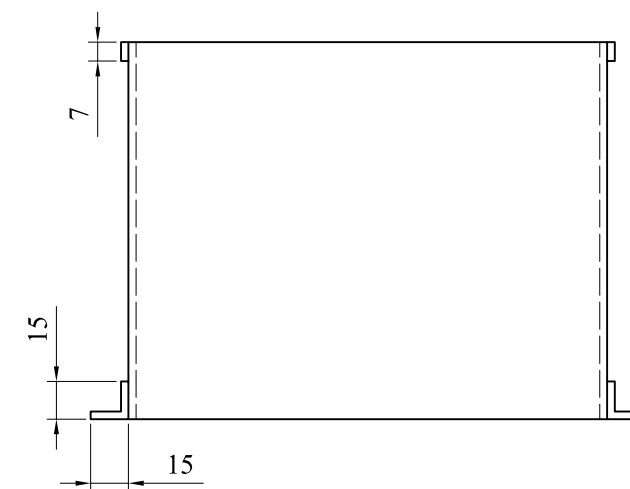
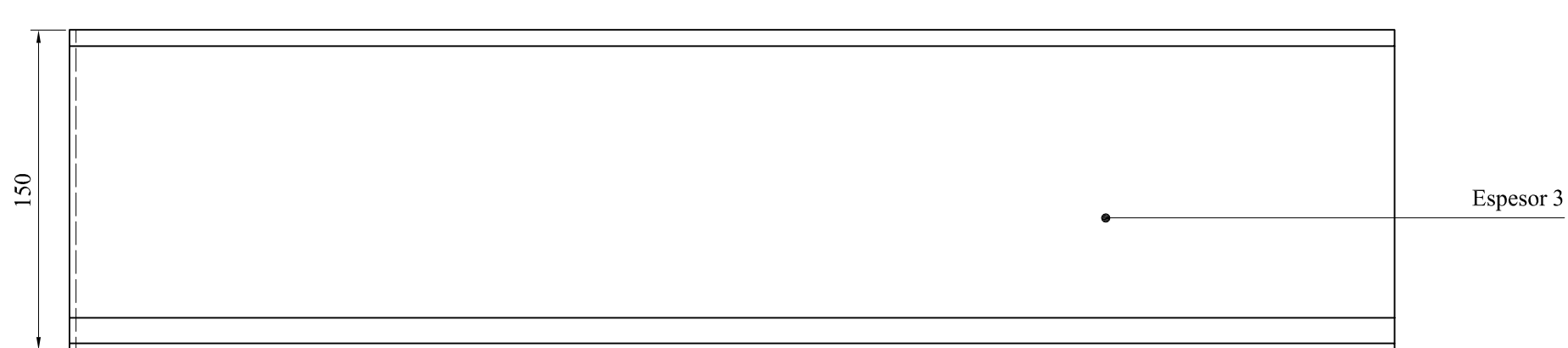
	FECHA	NOMBRE	Universidad de Burgos	
Dibujado y Comprob.	25-V-2011	Jose Luis Azpiazu Carvalho		
Escala:	<b>Embudo</b>			Plano N°:
<b>1:1</b>				Sistema CAD: AutoCAD 2010

14,038 ±0,003



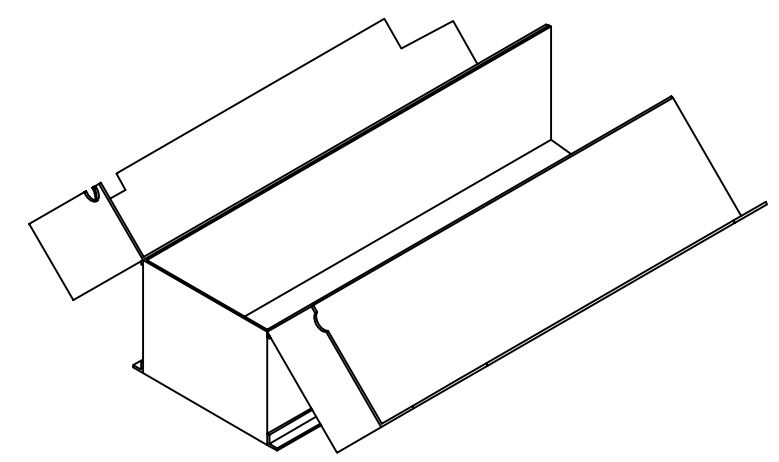
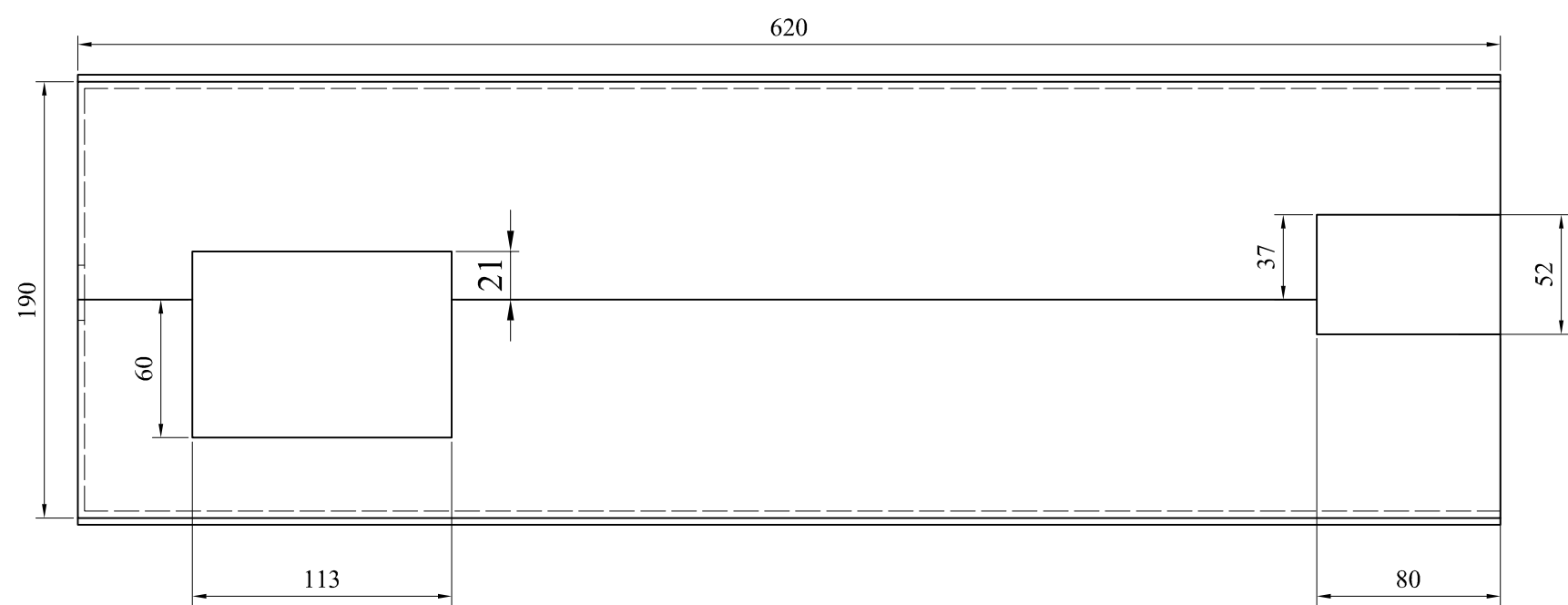
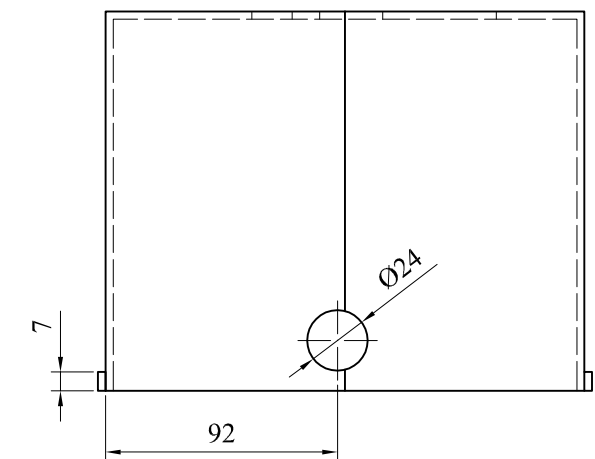
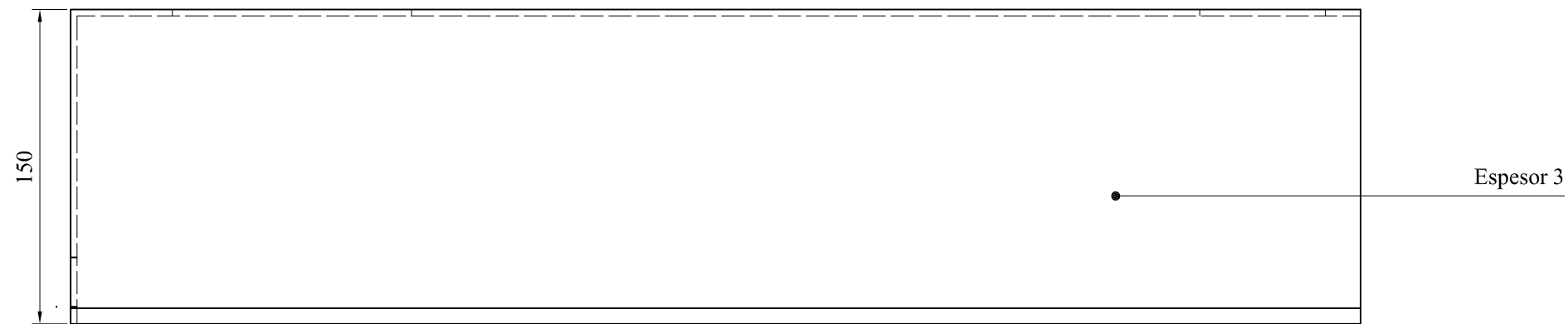
## Máquina para el control de calidad de casquillos metálicos

	FECHA	NOMBRE	Universidad de Burgos	
Dibujado y Comprob.	25-V-2011	Jose Luis Azpiazu Carvalho		
Escala:	<b>Calibre pasa de 14,038mm</b>		Plano N°:	
<b>1:1</b>	Sistema CAD: AutoCAD 2010		<b>2.23</b>	

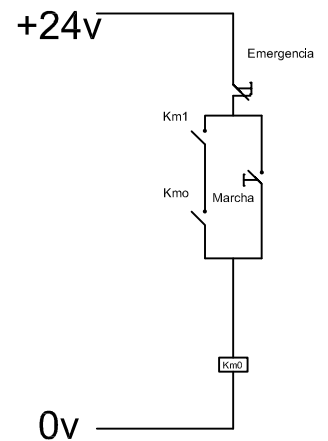
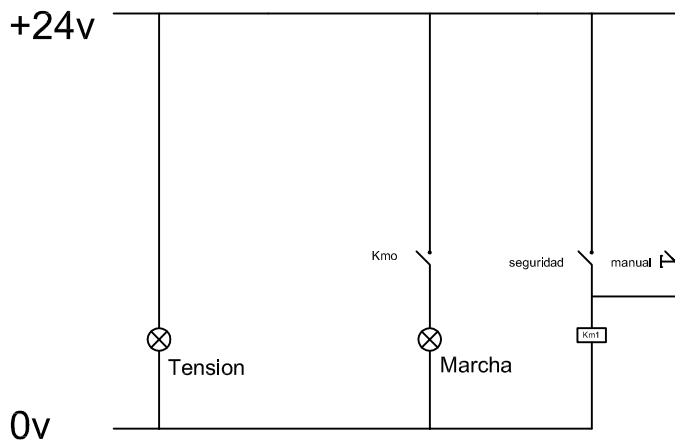


## Máquina para el control de calidad de casquillos metálicos

	FECHA	NOMBRE	Universidad de Burgos	
Dibujado y Comprob.	28-V-2011	Jose Luis Azpiazu Carvalho		
Escala:	<b>Carenado (Parte inferior)</b>		Plano N°:	
<b>1:3</b>			<b>2.24</b>	
Sistema CAD: AutoCAD 2010				

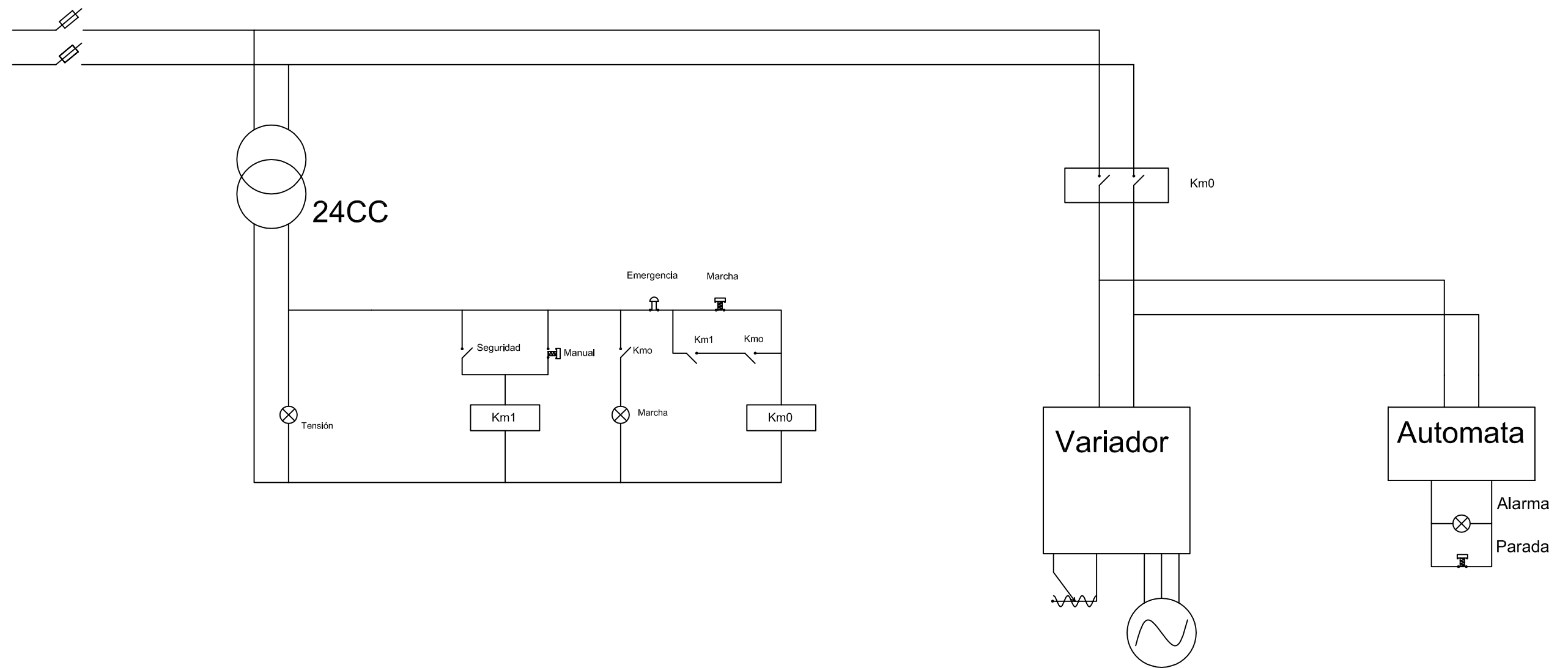


<b>Máquina para el control de calidad de casquillos metálicos</b>			
	FECHA	NOMBRE	<b>Universidad de Burgos</b>
Dibujado y Comprob.	<b>28-V-2011</b>	Jose Luis Azpiazu Carvalho	
Escala:	<b>Carenado (Parte superior)</b>		Plano N°:
<b>1:3</b>	Sistema CAD: AutoCAD 2010		<b>2.25</b>



## Máquina para el control de calidad de casquillos metálicos

	FECHA	NOMBRE	Universidad de Burgos
Dibujado y Comprob.	14-V-2011	Jose Luis Azpiazu Carvalho	
Escala:  -	Diagrama eléctrico de potencia		Plano N°:  3.1
Sistema CAD: AutoCAD 2010			



## Máquina para el control de calidad de casquillos metálicos

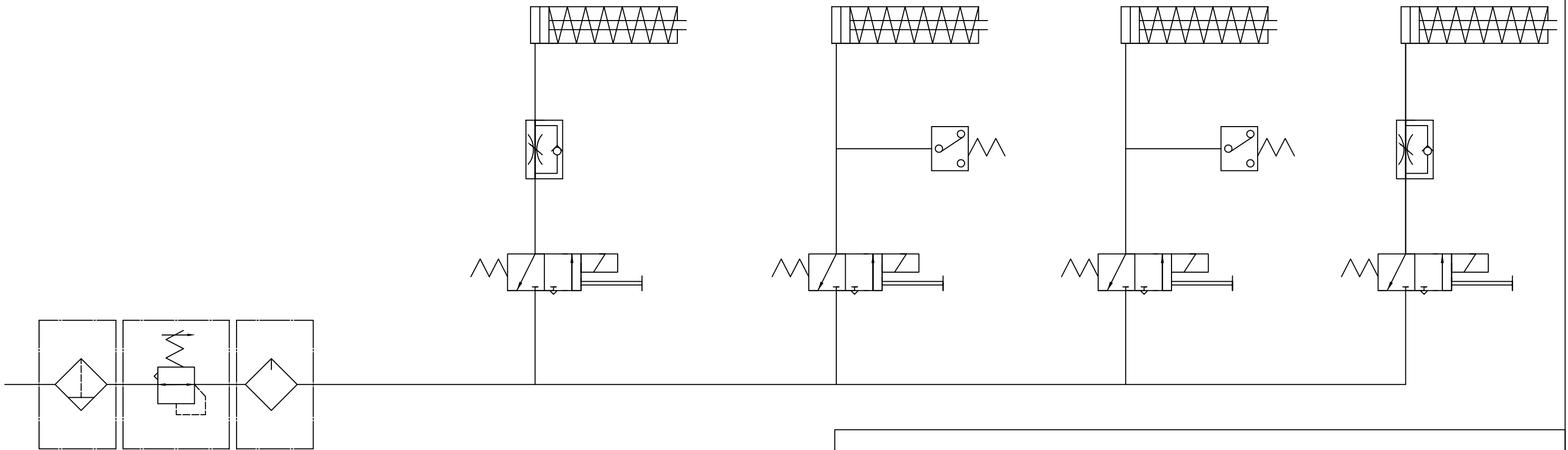
	FECHA	NOMBRE	Universidad de Burgos	
Dibujado y Comprob.	14-V-2011	Jose Luis Azpiazu Carvalho		
Escala:	-		Diagrama eléctrico	Plano N°:
				3.2
Sistema CAD: AutoCAD 2010				

EMPUJADOR

CALIBRE

POTENCIOMETRO

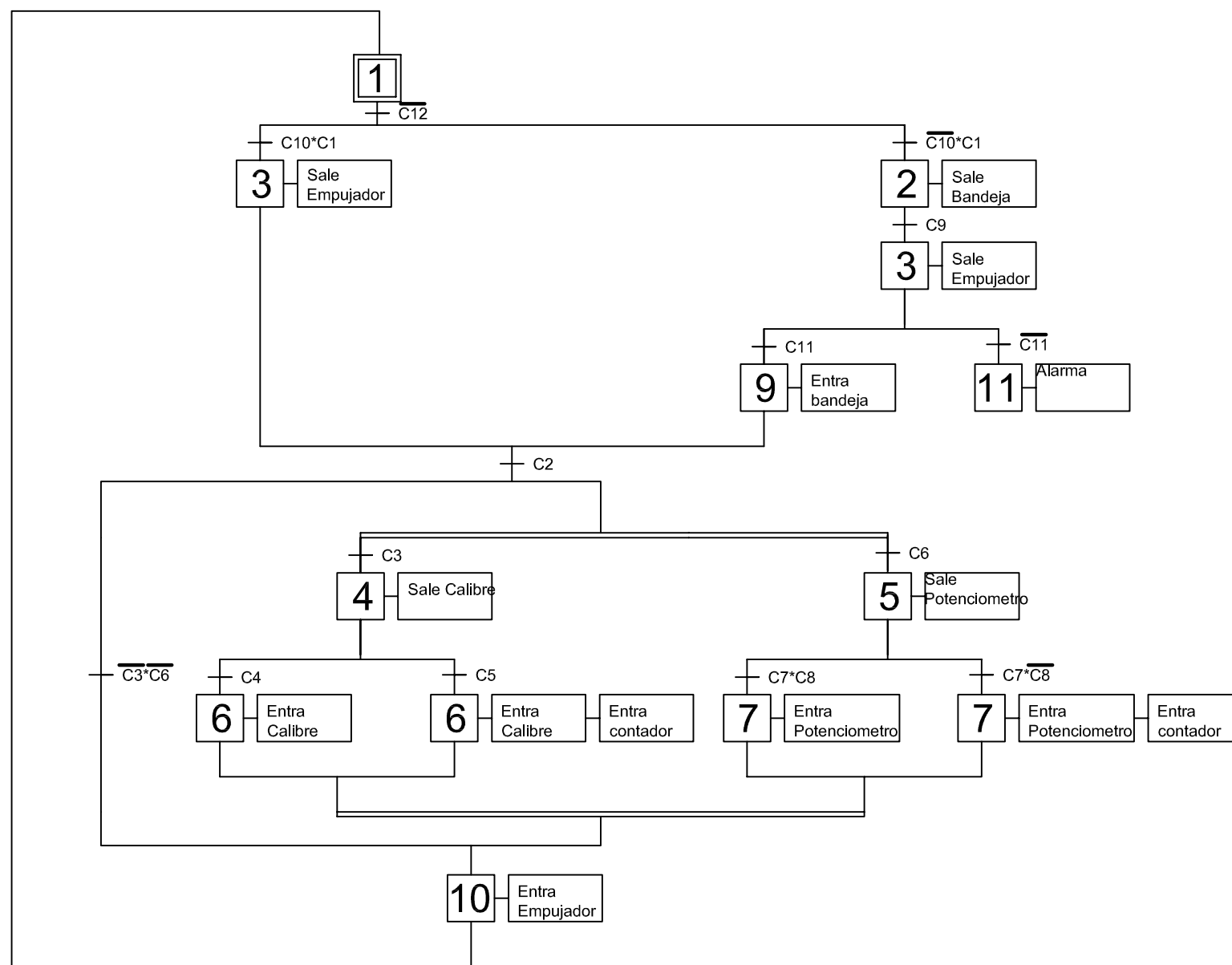
BANDEJA



Máquina para el control de calidad de casquillos metálicos

	FECHA	NOMBRE	Universidad de Burgos	
Dibujado y Comprob.	14-V-2011	Jose Luis Azpiazu Carvalho		
Escala:	Diagrama neumático		Plano N°:	
-			4.1	
Sistema CAD: AutoCAD 2010				





Condicion		
Empujador	presencia pieza	C1
	Final de carrera	C2
Pasa	presencia de pieza	C3
	final de carrera	C4
	presostato	C5
Longitud	presencia de pieza	C6
	presostato	C7
	Pieza buena	C8
Bandeja	final de carrera	C9
Contador	activado	C10
Alarma	activada	C11
Parada	activada	C12

## Máquina para el control de calidad de casquillos metálicos

	FECHA	NOMBRE	Universidad de Burgos
Dibujado y Comprob.	14-V-2011	Jose Luis Azpiazu Carvalho	
Escala:	<b>Grafcet</b>		Plano N°:
-	Sistema CAD: AutoCAD 2010		<b>5.1</b>



**MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE  
CASQUILLOS METÁLICOS.**

**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL**

---

# **PLIEGO DE CONDICIONES**



## **MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.**

**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL**

---

### **OBJETO.**

El presente pliego de prescripciones técnicas, económicas y jurídicas, tiene por objeto la ordenación, con carácter general, de las condiciones facultativas que rigen el proyecto.

### **CONTRADICCIONES-OMISION EN DOCUMENTACIÓN.**

Aquello que sea mencionado en el pliego de Condiciones y/o Memoria y omitido en planos o viceversa, deberá ser ejecutado como si hubiera sido expuesto en todos los documentos. En caso de contradicción, prevalecerá lo prescrito en los primeros.

Las omisiones en Planos, Pliego de Condiciones y Memoria, o las descripciones erróneas de los detalles de obra que sean manifestación indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuestos en los Planos, Memoria y Pliego de Condiciones, o que por uso y costumbre deban ser realizados, no solo no eximen al Contratista de la obligación de ejecutarlos sino que por el contrario deberán ser ejecutados como si hubieran sido correcta y completamente especificados en los citados documentos.



## **MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.**

**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL**

---

### **REGLAMENTACIÓN EUROPEA**

El presente proyecto está enmarcado en la directriz Europea 2006/42/CE relativa a las máquinas.

El cumplimiento de esta directriz permite la venta y comercialización de esta máquina en los países miembros de la Comunidad Europea, garantizando la seguridad de la máquina.

La comercialización de la maquina requiere según la Directiva:

1. Asegurarse que cumple los requisitos de seguridad e higiene.
2. Disponibilidad del expediente técnico
3. Facilitar las instrucciones
4. Evaluación de conformidad de la máquina
5. Redactar la declaración de conformidad
6. Colocar el mercado CE.

Con fines a su comercialización la máquina tiene desarrollado en este proyecto los documentos necesarios para su correcta certificación según los criterios de la Comunidad Europea.



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

### REQUISITOS DE SEGURIDAD E HIGIENE

La máquina cumple con el Anexo I de la directriz 2006/42/CE, para demostrarlo y conforme se pedirá en el expediente técnico, se facilita la lista de requisitos esenciales de salud y seguridad que se aplican a la máquina, junto a la descripción de las soluciones adoptadas, :

- Anexo I apartado 1.1.2. b) Principios de integración de la seguridad
  - ✓ Eliminar o reducir riesgos en la medida de lo posible.

En todas las fases de diseño se ha tenido en cuenta los posibles peligros que pueda representar su funcionamiento y se ha diseñado en consecuencia, para prevenirlos.

- Anexo I apartado 1.2.3. Puesta en marcha:
  - ✓ La puesta en marcha solo se efectúa mediante una acción voluntaria ejercida sobre el pulsador de marcha.
  - ✓ La modificación de sus parámetros de funcionamiento deben ser efectuadas mediante acción voluntaria.

La puesta en marcha debe ser realizada de manera voluntaria, todos los elementos de regulación de la máquina tienen sus correspondientes fijaciones y/o protecciones homologadas para evitar la variación de sus parámetros de manera no voluntaria. En los elementos de rosca son las tuercas y contra tuercas, en el regulador de presión del sistema una cubierta de seguridad y los reguladores de caudal solamente son manipulables con destornilladores.

- Anexo I apartado 1.2.4. Parada
  - ✓ La máquina está provista de un pulsador que permite la parada total en condiciones seguras.
  - ✓ La orden de parada de emergencia tiene prioridad absoluta.
  - ✓ La parada de emergencia evita posibles situaciones de peligro.



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

La orden de parada impide la máquina iniciar otro ciclo, una vez accionada, la parada se produce al terminar el ciclo que se esté ejecutando.

La orden de parada de emergencia corta la corriente en el sistema de alimentación del circuito de potencia. Todos los elementos móviles retornan a su posición original lo que no representa ningún peligro adicional, y puede evitar una situación peligrosa. Además el alimentador y los demás elementos dejan de recibir corriente lo que evita una situación de peligro eléctrico.

- Anexo I apartado 1.2.5. Selección de modos de mando o de funcionamiento.
  - ✓ La autorización al funcionamiento resguardo de seguridad solo puede ser realizada mediante accionamiento mantenido.

En caso de que algún tipo de regulación de los elementos móviles deba realizarse sin la cubierta de seguridad, se necesita un operador para vigilar las operaciones de regulación y que mantenga de manera continuada pulsado un botón.

- Anexo I apartado 1.3.4. Riesgos debidos a superficies, aristas o ángulos.
  - ✓ Zonas accesibles no presentan aristas.

Se ha diseñado la maquina sin presentar aristas en las zonas accesibles

- Anexo I apartado 1.3.8.2. Elementos móviles que intervienen en el trabajo.
  - ✓ Presenta resguardo móvil con enclavamiento.

Se ha diseñado la maquina con un resguardo móvil que impide el acceso a las zonas de trabajo salvo en las condiciones permitidas por el presente anexo de la directiva.

- Anexo I apartado 1.4. Características que deben reunir los resguardos y dispositivos de protección.
  - ✓ Es robusto
  - ✓ Restringe lo menos posible la observación



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

- ✓ Permanece unido a la maquina al abrirlo
- ✓ Genera una orden de parada al abrirlo

El resguardo móvil es un elemento de protección que resiste todas las situaciones peligrosas, transparente para permitir la observación, está unido a la máquina y genera una orden de parada al ser abierto.

- Anexo I apartado 1.5.1 Riesgos debido a energía eléctrica
  - ✓ La máquina se ha diseñado para evitar todos los peligros de origen eléctrico.

Se ha diseñado según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, lo que previene cualquier riesgo de origen eléctrico.

Los pilotajes de control son a 24V lo que presenta un riesgo eléctrico bajo

- Anexo I 1.6. Mantenimiento
  - ✓ La manutención y limpieza se realizan con la maquina parada.
  - ✓ La máquina puede ser fácilmente aislada de sus fuentes de energía.
  - ✓ La desconexión de la toma de corriente es claramente observable.

La máquina solo puede ser limpiada con las protecciones abiertas lo que le obliga a estar parada, tiene conexiones normalizadas de fácil desconexión para las fuentes de energía y presenta un testigo luminoso para atestiguar la desconexión eléctrica.



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

### EXPEDIENTE TÉCNICO

Según el Anexo VII de la directiva el expediente técnico debe constar de los siguientes elementos. En su conjunto el expediente técnico está contenido en este proyecto, salvo el manual de instrucciones:

- Descripción general de la máquina,
- El plano de conjunto de la máquina y los planos de los circuitos de mando, así como las descripciones y explicaciones pertinentes, necesarias para comprender el funcionamiento de la máquina,
- Los planos detallados y completos, acompañados de las eventuales notas de cálculo, resultado de ensayos, certificados, etc., que permitan verificarla conformidad de la maquina con los requisitos esenciales de salud y seguridad,
- La documentación relativa a la evaluación de riesgos, que muestren el procedimiento seguido, incluyendo:
  - Una lista de los requisitos esenciales de seguridad y salud que se apliquen a la máquina,
  - La descripción de las medidas preventivas aplicadas para eliminar los peligros indicados o reducir los riesgos y, en su caso, la indicación de los riesgos residuales asociados a la máquina,
- Las normas y demás especificaciones técnicas utilizadas, con indicación de los requisitos esenciales de seguridad y salud cubiertos por dicha norma,
- Cualquier informe técnico que refleje los resultados de los ensayos realizados por el fabricante, por un organismo elegido por este o su representante autorizado,
- Un ejemplar del manual de instrucciones de la maquina
- En su caso, sendas copias de la declaración CE de conformidad de las maquinas u otros productos incorporados a la máquina,
- Una copia de la declaración CE de conformidad;

Este expediente debe estar disponible hasta 10 años después de la venta de la última unidad de la máquina





## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

### MANUAL DE INSTRUCCIONES

Las instrucciones necesarias para el funcionamiento de la máquina están contenidas en este proyecto y en los manuales de instrucciones de sus componentes. Este proyecto no contiene el documento oficial requerido para su comercialización. Ese documento debe tener la siguiente información:

- La razón social y dirección completa del fabricante y de su representante autorizado;
- La designación de la máquina, tal como se indique sobre la propia máquina, con excepción del número de serie;
- La declaración CE de conformidad o un documento que exponga el contenido de dicha declaración y en el que figure las indicaciones de la máquina sin que necesariamente deba incluir el número de serie y la firma;
- Una descripción general de la maquina;
- Los planos, diagramas, descripciones y explicaciones para el uso, el mantenimiento y la reparación de la máquina, así como para comprobar su correcto funcionamiento;
- Una descripción de los puestos de trabajo que puedan ocupar los operadores;
- Una descripción del uso previsto de la máquina;
- Advertencias relativas a los modos que, por experiencia, pueden presentarse, en los que no debe utilizar una máquina;
- Las instrucciones de montaje, instalación y conexión, incluidos los planos, diagramas y medios de fijación y la designación del chasis o de la instalación en la que debe montarse la máquina;
- Las instrucciones relativas a la instalación y al montaje, dirigidas a reducir el ruido y las vibraciones;
- Las instrucciones relativas a la puesta en servicio y la utilización de la máquina y, en caso necesario, las instrucciones relativas a la formación de los operadores;



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

- Información sobre los riesgos residuales que existan a pesar de las medidas de diseño inherentemente seguro, de los protectores y otras medidas de protección complementarias adoptados;
- Instrucciones acerca de las medidas preventivas que debe adoptar el usuario, incluyendo, cuando preceda, los equipos de protección individual a prever;
- Las características básicas de las herramientas que puedan acoplarse a la máquina;
- Las condiciones en las que las máquinas responden al requisito de estabilidad durante su utilización, transporte, montaje, desmontaje, situación de fuera de servicio, ensayo o situación de avería previsible;
- Instrucciones para que las operaciones de transporte, manutención y almacenamiento puedan realizarse con total seguridad, con indicación de la masa de la máquina y la de sus diversos elementos cuando, de forma regular, deban transportarse por separado;
- El modo operativo que se ha de seguir en caso de accidente o de avería; si es probable que se produzca un bloqueo, el modo operativo que se ha de seguir para lograr el desbloqueo del equipo con total seguridad;
- La descripción de las operaciones de reglaje y de mantenimiento que deban ser realizadas por el usuario, así como las medidas de mantenimiento preventivo que se ha de cumplir;
- Instrucciones diseñadas para permitir que el reglaje y el mantenimiento se realicen con total seguridad, incluidas las medidas preventivas que deben adoptarse durante este tipo de operaciones;
- Las características de las piezas de recambio que deben utilizarse cuando estas afecten a la salud y seguridad de los operadores;
- Las siguientes indicaciones sobre el ruido aéreo emitido;
  - El nivel de presión acústica de emisión ponderado A en los puestos de trabajo, cuando supere 70 db(A); si este nivel fuera inferior o igual a 70 db(A), deberá mencionarse,
  - El valor máximo de la presión acústica instantánea ponderado C en los puestos de trabajo, cuando supere a 63 Pa (130 dB con relación a 20μPa,



## **MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.**

**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL**

---

- El nivel de potencia acústica ponderado A emitido por la máquina, si el nivel de presión acústica de emisión ponderado A supera, en los puestos de trabajo, 80db(A).

El documento así mismo debe estar escrito en la lengua oficial del país donde se comercializa y presentar el texto original en el caso de ser una traducción.



## **MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.**

**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL**

---

### **EVALUACIÓN DECONFORMIDAD DE LA MAQUINA**

Al no ser una de las máquinas especificadas en el Anexo IV de la directiva es el fabricante o distribuidor el que debe aplicar el procedimiento de evaluación de conformidad con el control interno de fabricación previsto en el Anexo VIII, en el cual los requisitos para el mercado CE son:

- Garantizar la conformidad con la directiva
- Elaborar un expediente Técnico
- Garantizar que los procesos de construcción respetan el expediente técnico.



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

### DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD DE LA MÁQUINA

Esta declaración se refiere únicamente a las máquinas en el estado en que se comercialicen, con exclusión de los elementos añadidos y/o de las operaciones que realice posteriormente el usuario final;

La declaración CE de conformidad constará e los siguientes elementos:

- Razón social y dirección completa del fabricante y, en su caso, de su representante autorizado;
- Nombre y dirección de la persona facultada para elaborar el expediente técnico, quien deberá estar establecida en la Comunidad;
- Descripción e identificación de la máquina incluyendo denominación genérica, función, modelo, tipo, número de serie y denominación comercial;
- Un párrafo que indique expresamente que la máquina cumple todas las disposiciones aplicables de la presente Directiva y, cuando preceda, un párrafo similar para declarar que la maquina es conforme con otras directivas comunitarias y/o disposiciones pertinentes. Estas referencias deberán ser las del texto publicado en el *Diario Oficial de la Unión Europea*;
- En su caso, la referencia a otras normas y especificaciones técnicas que se hayan utilizado;
- Lugar y fecha de la declaración;
- Identificación y firma de la persona apoderada para redactar esta declaración en nombre del fabricante o de su representante autorizado.



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

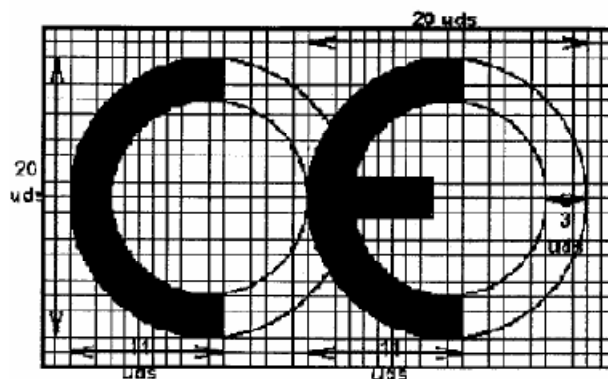
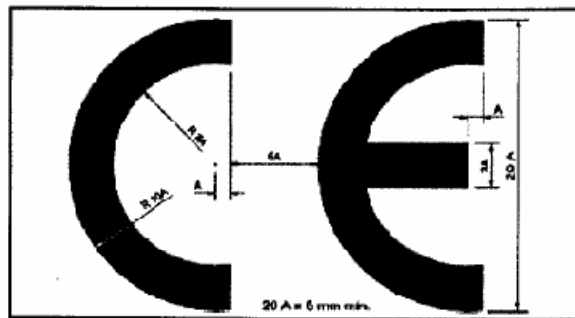
---

### MARCADO DE LA MÁQUINA

Cada unidad de la maquina llevara de forma visible, legible e indeleble, como mínimo las indicaciones siguientes;

- La razón social y la dirección completa del fabricante y, en su caso, de su representante autorizado;
- La designación de la máquina;
- El marcado CE;
- La designación de la serie o del modelo;
- El número de serie, si existiera;
- El año de fabricación, es decir, el año del final de proceso de fabricación.
- Razón social.

El marcado CE debe cumplir las siguientes características descritas en la figura, y en caso de reducir o aumentar el tamaño del marcado, se deberán respetar las proporciones de este logotipo.





**MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE  
CASQUILLOS METÁLICOS.**

**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL**

---

**PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES Y  
ECONOMICAS.**

Este documento especifica en aspectos legales el futuro contrato entre las partes interesadas en este proyecto.



## **MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.**

**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL**

---

### **CONDICIONES GENERALES**

#### **Artículo 1.**

Este pliego de condiciones es parte de obligado cumplimiento para la ejecución de la instalación diseñada y puesta en servicio del proyecto.

#### **Artículo 2.**

La empresa encargada de la ejecución del proyecto nombrará un Director de proyecto, que posea el nivel técnico adecuado y que conozca el pliego de condiciones. Su misión consistirá en responder y atender cualquier problema de surja durante el montaje de la instalación y su puesta en servicio, ante la Dirección Técnica.

#### **Artículo 3.**

La dirección técnica ha de aprobar las soluciones de los aspectos no resueltos en el diseño derivados de la falta de información de determinados componentes. En caso contrario la responsabilidad, cualquiera que esta sea, recaerá en la empresa encargada de la ejecución del proyecto.

#### **Artículo 4.**

Cualquier modificación que se pretenda introducir sobre la instalación proyectada se deberá comunicar previamente a la Dirección Técnica, sin cuyo consentimiento no se podrá realizar. En caso contrario, la empresa que ejecute el proyecto se hace responsable de las consecuencias que ello origine. No será justificante o eximente, a estos efectos, el hecho de que la variación fuese sugerida o introducida por la propia empresa constructora.





## **MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.**

**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL**

---

### Artículo 5.

Se entregará a la empresa encargada de la ejecución de este proyecto un ejemplar correspondiente con el mismo.

La Dirección Técnica se reserva el derecho de realizar cualquier modificación que sea necesaria para el mejor desarrollo del Proyecto, siendo necesarios nuevos gastos. Estas modificaciones no supondrán un incremento en el presupuesto inicial.

### Artículo 6.

Durante la ejecución de la instalación se dispondrá de un libro de fabricación del que se hará cargo la empresa encargada del montaje, y en el que se anotarán, tanto por parte del encargado como de dicha empresa, las circunstancias y las órdenes que se estimen oportunas.



## **MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.**

**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL**

---

### **ESPECIFICACIONES FACULTATIVAS**

#### **Artículo 1.**

El director facultativo de la instalación, será como mínimo un Ingeniero Técnico Industrial u otra persona con cargo superior. Dicha persona tendrá autoridad total sobre las condiciones y la forma de cómo se ha de llevar a cabo cada unidad de la instalación.

#### **Artículo 2.**

El personal contratado para llevar a cabo el montaje y la puesta en funcionamiento de la instalación, será lo suficientemente cualificado para realizar dicho montaje, de acuerdo con las exigencias del proyecto.

#### **Artículo 3.**

La ejecución del proyecto se realizará de acuerdo con las normas especificadas, no se tendrán en cuenta, por tanto, las exigencias o trabajos adicionales, los cuales correrán a cargo de la empresa encargada del montaje. No se dará por finalizada la ejecución hasta que se superen todos los errores o defectos de los elementos a fin de obtener un funcionamiento y rendimiento adecuado.

#### **Artículo 4.**

Los trabajos que se supongan y no se refieran en alguno de los documento, pero que sean necesarios, correrán a cargo de la empresa encargada del proyecto, sin suponer un aumento del presupuesto.

#### **Artículo 5.**

Los trabajos que ocasionen costes adicionales, no los podrá hacer el contratista, sin una autorización previa por parte de la Dirección Técnica.



## **MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.**

**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL**

---

### Artículo 6.

La dirección del montaje será responsable del personal contratado a su cargo debiendo velar por la seguridad e higiene de los empleados y por la buena marcha de la ejecución del proyecto.

### Artículo 7.

El adjudicatario de este proyecto, podrá solicitar la revisión de los precios unitarios, si su pretensión está respaldada según la normativa legal promulgada con fecha anterior a la de su oferta, que servirá de base para el adjudicatario a su favor.

### Artículo 8.

Lo mencionado en el Pliego de Condiciones Técnicas particulares y omitido en los planos o viceversa, deberá ser ejecutado como si estuviera en ambos documentos, en caso de contradicción entre el documento de Planos y el Pliego de Condiciones, prevalecerá lo escrito en este último.

### Artículo 9.

De las disposiciones y normativas vigentes aplicables a las obras a realizar. En caso de discrepancias entre algunas condiciones impuestas, prevalecerá la más restrictiva.



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

### EJECUCIÓN DE LA CONTRATA

#### Artículo 1.

Todas las operaciones se ajustarán a las normas que determinase el proyecto, así como cuantos croquis entregue Dirección Técnica al contratista durante la duración de las operaciones de fabricación.

#### Artículo 2.

Además de todas las facultades particulares que corresponden el Director Técnico de las operaciones expresadas en este pliego de condiciones, es misión específica la dirección y vigilancia de los trabajos que se realizan, bien por él o por sus representantes técnico, y ello con autoridad técnica legal, completa e indiscutible, e incluso en todo lo no previsto especialmente en el pliego de condiciones siempre que sea útil y necesario para la debida marcha de la fabricación.

#### Artículo 3.

Será obligación del contratista, el ejecutar las obras con la debida normativa que ello requiere, quedando la Dirección Técnica facultada para rechazar las mismas si no se acierta debidamente, sin que ello implique reclamación alguna.

#### Artículo 4.

El Ingeniero Técnico Industrial firmante del proyecto no reconoce derechos de indemnización en cuanto la avería no venga dada como consecuencia de un error de cálculo en el mismo. Así mismo el fabricante y la Dirección de Fabricación no reconocerán derechos de indemnización por uso indebido o por utilización de elementos ajenos a los proyectados y montados en origen.



## **MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.**

**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL**

---

### Artículo 5.

El presupuesto recogido en el presente proyecto se redacta sobre la base de varios presupuestos parciales de almacenes de suministros industriales, talleres de mecanizado, etc.

La petición de ofertas se realizó hace tiempo, por lo que pueden haber perdido su validez, sin embargo dan una idea aproximada del coste. Además de esto las ofertas son cedidas por almacenes y talleres en particular, por lo que pueden variar de unos a otros.

Dicho presupuesto exime al proyectista de cualquier reclamación, pues se presenta como una simple aproximación. El contratista deberá realizar uno por su cuenta con las mediciones que él estime oportunas para el cálculo del presupuesto total.

### Artículo 6.

El instalador tiene el deber y la obligación de cumplir los preceptos relativos al contrato de trabajo y de los posibles accidentes, pudiéndose solicitar las acreditaciones necesarias que puedan verificar estos cumplimientos.

La propia empresa facilitará el reconocimiento y prueba de los materiales necesarios, así como su preparación. Se deberá entregar a la empresa instaladora un ejemplar original de proyecto, para todos sus posibles menesteres, pero sin que se pueda realizar una reproducción, o pueda utilizarse para su propio provecho con respecto a terceros, esto es, fuera del ámbito de la instalación y puesta en servicio del proyecto.

Las cantidades referidas en el apartado correspondiente con el presupuesto, son simplemente informativas, por lo tanto, es preciso que la empresa encargada del montaje, al presentar su presupuesto, haya realizado por su cuenta las estimaciones necesarias, por lo que se cabe reclamar contra omisiones o inexactitudes del presupuesto que se adjunta.



## **MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.**

**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL**

---

### Artículo 7.

Respecto al plazo de ejecución del trabajo, totalmente ejecutado, el fabricante en su propuesta señalará el plazo para la completa terminación de los trabajos, quedando bien entendido, que los precios y los tiempos son factores aproximados que se tendrán en cuenta para la elección del fabricante.

La empresa encargada del montaje estará obligada a mantener los plazos de ejecución que indique su programa de trabajo, y en caso de no cumplirlos les serán retenidos las correspondiente sanciones por día de retraso.



## **MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.**

**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL**

---

### **CONDICIONES ECONOMICAS**

#### **Artículo 1.**

Va a ser la Administración la que se encargará de administrar y verificar el pago de los distintos montajes que componen la instalación completa, en el periodo de fechas que se indiquen, por certificado aprobado y expedido por la Dirección Técnica.

#### **Artículo 2.**

Una vez convenido el contrato de trabajo, la Dirección Técnica dispondrá de 15 días a partir de la adjudicación, para comprobar las distintas características.

#### **Artículo 3.**

Como condición fundamental se establece el principio de que el contratista, debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre que estos se hayan realizado con arreglo y sujeción al proyecto y a las condiciones generales y particulares que rijan en la instalación.

#### **Artículo 4.**

La Dirección Técnica podrá exigir al contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades o personas, con objeto de cerciorarse de si éste reúne todas las condiciones requeridas para el exacto cumplimiento del contrato. Dichas referencias en caso de ser solicitadas deberán ser presentadas por el contratista antes de la firma del contrato.

#### **Artículo 5.**

Se le exigirá al contratista, para que responda del cumplimiento del contrato, una fianza de 10 % del presupuesto de las instalaciones adjudicadas.



## **MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.**

**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL**

---

### Artículo 6.

Si el contratista se negase a realizar los trabajos de instalación en las condiciones contratadas la Dirección Técnica, en nombre y representación del propietario, lo hará contratar un tercer abonando sus trabajos con la firma depositaria, sin perjuicio de las sanciones legales que fuesen efectuadas por el propietario en caso de que los gastos efectuados fueran superiores a la fianza abonada.

### Artículo 7.

La fianza depositada por el contratista será devuelta en un plazo de 8 días, una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra, siempre y cuando el contratista haya acreditado que no existe ninguna demanda contra él, por daños y perjuicios originados por su cuenta, o por deudas en los salarios y en los materiales utilizados, así como por indemnizaciones derivadas de acciones ocurridas en el trabajo.

### Artículo 8.

Los precios de los diferentes dispositivos, materiales y mano de obra, que no estén especificados en el contrato, se deberán fijar de mutuo acuerdo entre la Dirección Técnica y la empresa encargada del montaje o contratista, o bien la persona en quien se delegue a tales efectos de las obras. De los precios así acordados se levantarán aptas firmadas por triplicado entre la Dirección Técnica, el propietario y el contratista, o bien los representantes autorizados a estos efectos por estos últimos.

### Artículo 9.

En caso de la existencia de errores dentro del proyecto ese realizarán sus correcciones siempre y cuando la Dirección Técnica o el contratista las hubiera hecho notar en el plazo de 4 meses contados desde la fecha de la adjudicación.





## **MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.**

**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL**

---

### Artículo 10.

Las variaciones de los precios en las tarifas por parte de los diferentes proveedores, no afectarán al cliente, siempre y cuando esto no suceda durante los primeros 15 días después de la firma del contrato.

### Artículo 11.

Los pagos que deba efectuar el propietario, se harán en los plazos previamente establecidos, donde el importe corresponderá el de las certificaciones de obra expedidas por la Dirección Técnica en virtud de las cuales se verificarán aquellos.

### Artículo 12.

Bajo ningún pretexto podrá el contratista, alegando demora en sus remuneraciones, suspenderá los trabajos ni los ejecutará a un ritmo inferior del establecido con arreglo al plazo que debe determinarse la obra.

### Artículo 13.

El propietario podrá sancionar económicamente al contratista con el tanto por ciento que estipule la ley por cada día de demora que se produzca una vez concluido el plazo de finalización de la obra.

### Artículo 14.

El contratista estará obligado a asegurar la instalación contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva. La cuantía del seguro deberá coincidir con el valor que tengan por contrata los elementos que se tengan asegurados. En caso de siniestro, el importe se ingresará a cuenta del propietario, para que son cargo a ella se abone la obra que se construye a medida que se vaya realizando.



**MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE  
CASQUILLOS METÁLICOS.**

**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL**

---

Artículo 15.

En el presupuesto se señalarán los precios unitarios de cada importe y se optará por aquellos que mejor se ajusten a las condiciones técnicas exigidas.

Artículo 16.

La Dirección Técnica se niega de antemano al arbitraje de los precios después de ser ejecutada la obra en el supuesto que los precios contratados no sean puestos en conocimiento previamente al comienzo de ejecución de la obra.



**MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE  
CASQUILLOS METÁLICOS.**

**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL**

---

**PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES**

En este documento se especificarán las condiciones particulares de ejecución material del proyecto.



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

### CARACTERÍSTICAS Y NECESIDAD DE LOS MATERIALES Y COMPONENTES

#### Artículo 1.

Todos los materiales reunirán las condiciones y característica necesarias, determinadas en los planos y demás documentos del proyecto, así como las condiciones técnicas que a tal fin estén establecidas por los organismo competentes de la materia de que se trata.

Los elementos básicos de la instalación se corresponderán con la marca y tipo dictados en este proyecto.

Los cálculos estructurales se han hecho para el acero que se marca en el proyecto bajo la norma UNE-EN CrNiMo 17-12-03. La instalación de esta calidad de acero o de alguna con mayores prestaciones eximirá al proyectista de los efectos que ello provoque.

#### Artículo 2.

Las características mecánicas y composición química del acero estará garantizada por el fabricante. Los aceros utilizados serán de estructura homogénea y exenta de defectos que perjudiquen la uniformidad del material. Su superficie debe ser lisa y sin defectos de importancia que afecten a su utilización.

#### Artículo 3. Condiciones de ejecución de soldaduras

Siempre que sea físicamente posible, se empleará la soldadura de arco automático (unión Melt) reservándose la semiautomática y manual solamente para el resto de los casos. Se utilizará electrodos de calidad E60XX homologados.

Todos los cordones se ejecutarán sin unión sentido longitudinal, se podrán realizar de una o más pasadas si así fuese preciso. La soldadura manual deberá ejecutarse por soldadores homologados al igual que en la automática, que además



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

deberá cuidarse al máximo la preparación de bordes, regulación y puesta a punto de la máquina.

Los cordones a tope, al igual que los cordones en ángulo, se realizarán en posición horizontal siempre que sea posible.

Siempre que se vaya a dar más de una pasada deberá eliminarse previamente la cascarilla depositada anteriormente y por último se utilizará la piedra esmeril para la correcta presentación de la soldadura y evitar rozaduras innecesarias.

Los electrodos serán en cualquier caso de la calidad especificada en cada caso, eximiendo de no ser así de responsabilidad al proyectista.

### Artículo 5.

La Dirección Técnica tiene obligación de revisar todos los materiales usados en la ejecución del proyecto, así como de realizar el control de calidad de los mismos, una vez recibidos. Por lo tanto, debe ser el ejecutor quien, a la hora de elegir, cuide que estos sean de la calidad especificada para evitar las posibles reclamaciones por parte de la Dirección Técnica.

### Artículo 6.

El reconocimiento de los materiales no constituye la aprobación definitiva, puesto que se pueden presentar defectos no perceptibles a simple vista, en estos casos los gastos ocasionados correrán a cuenta del contratista.

### Artículo 7.

La empresa encargada del montaje queda eximida de responsabilidad en la calidad de los materiales, si por su petición, no hay presentación de queja o rechazo, por parte de la Dirección Técnica. En el plazo de 3 días hábiles, se pondrá en conocimiento del cliente tal circunstancia. En cualquier caso todos los materiales deberán cumplir con las normas establecidas sobre la materia.



## **MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.**

**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL**

---

### Artículo 8.

Si no resultaran aceptables los montajes, se procederá por cuenta de la empresa encargada del montaje a la correcta instalación de los mismos, con cuyos gastos correrá la propia empresa. En el momento de la entrega de productos, deberán funcionar perfectamente todos sus componentes, sin cuyo requerimiento no se aceptará la entrega.

### Artículo 10.

Los posibles cambios de componentes, en cuanto a modelos y marcas por parte del fabricante se deberán solicitar a la Dirección Técnica. De no efectuarse así las responsabilidades recaerán sobre el instalador.



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

### INSTALACION ELÉCTRICA

#### Artículo 1: Normativa

El instalador eléctrico deberá estudiar los anejos correspondientes que sean de su competencia, así como el presente pliego.

Deberá realizarse la instalación bajo el reglamento electrotécnico de baja tensión (R.B.T)

#### Artículo 2: Cables y conductores.

Los conductores y cables deben unir bornes y nunca deben existir empalmes o uniones intermedias.



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

### SEGURIDAD

#### Artículo 1: Normas aplicables

En el diseño de los sistemas citados se deberá tener en cuenta la Directriz europea sobre maquinas 2006/42/CE relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas.

#### Artículo 2.

En el montaje deberá de seguirse un orden adecuado para evitar posibles accidentes.

En el anejo de montaje se establece un orden a título informativo, aunque será el propio fabricante el que marque las pautas para constar un montaje de calidad.

#### Artículo 3.

Cada uno de los componentes que comprenden este proyecto se adecuará a los requisitos esenciales de seguridad y de salud los cuales son las exigencias mínimas de seguridad que debe cumplir cualquier máquina o componente de seguridad, dentro del campo de aplicación de la directiva, para poder ser puesto en el mercado. Estos requisitos esenciales vienen recogidos en el Anexo I de la directiva CEE.





## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

### DISPOSICIONES SOBRE EL PLAZO DE GARANTÍA Y RECEPCIÓN DE OBRA

#### Artículo 1.

Una vez terminada la ejecución de la máquina, el plazo de garantía será de 6 meses, durante este plazo todos los gastos de reparación a que hubiera lugar correrán por cuenta del contratista, así como los gastos de conservación y defectos en la instalación.

La garantía dejará de tener validez, si la avería es causada por uso y manipulación indebidos. De acuerdo con el anejo de mantenimiento, deberá realizarse una limpieza periódica de la instalación. En caso de no realizarse en el plazo considerado por el proyectista, este no hace cargo del posible deterioro de materiales.

#### Artículo 2.

En Ingeniero Técnico Industrial firmante del proyecto no reconocerá derechos de indemnización, en cuanto que la avería no se haya producido como consecuencia de un error en el cálculo. De igual forma la empresa encargada del montaje y la Dirección Técnica no reconocerán derechos de indemnización por utilización de elementos ajenos a los proyectados y montados en origen.

#### Artículo 3.

Todo litigio entre la Dirección Técnica, el propietario y el contratista, como consecuencia del incumplimiento del contrato, en cuanto a plazos de entrega, condiciones de pago, reclamaciones de daños y perjuicios que refieran, serán solventados por vía judicial.

Burgos, a 22 de marzo de 2011.

Jose Luis Azpiazu Carvalho

---

JOSE LUIS AZPIAZU CARVALHO

[jlazpiazu@hotmail.com](mailto:jlazpiazu@hotmail.com)



**MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE  
CASQUILLOS METÁLICOS.**

**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL**

---

# **PRESUPUESTO Y MEDICIONES**



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

### PRESUPUESTO

Este presupuesto es una estimación realizada mediante la petición de ofertas por los componentes normalizados y el cálculo del coste de los materiales específicamente diseñados para esta máquina.

Los costes de los componentes estructurales específicamente diseñados para esta máquina serán calculados según un método genérico de estimación de costes. Teniendo como parámetros el coste de la materia prima y el de los trabajos que haya que realizarles.

En la estimación genérica del coste de trabajo consideraremos la precisión media, entre mecanizado de desbaste y fino, teniendo en cuenta el material.

Para las calidades de acero:

- UNE 5X CrNiMo 17-12-03
- UNE 2X CrNiMo 17-12-03

El mecanizado

Estimaremos el tiempo de eliminación de material como:

$$Q = V_c * A * P$$

Siendo;

Q el volumen de material en  $cm^3$  eliminado por minuto,

$V_c$  velocidad de corte en  $m/min$ ,

A el avance en mm,

P La profundidad de pasada en mm.



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

El torneado

$$Q = 170 * 2,25 * 1,5$$

$$Q = 573 \text{ cm}^3/\text{min}$$

El fresado

$$Q = 110 * 0,225 * 2,25$$

$$Q = 56 \text{ cm}^3/\text{min}$$

El taladrado (diámetros menores de 20mm)

La velocidad del taladro la tendremos de la expresión de su velocidad de corte que es la velocidad del taladro respecto a la pieza. Considerando los parámetros recomendados para el acero, en agujeros menores de 20mm.

$$V_c = f * n$$

$$V_c = 0,01 * 3200$$

$$V_c = 32 \text{ mm}/\text{min}$$

Siendo:

$V_c$  la velocidad de corte,

$n$  el numero de revoluciones,

$f$  el avance por revolución.



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

El corte (para espesores menores de 10mm)

El corte mediante sierras radiales para estos espesores y material, tomando como referencia las revoluciones del taladrado se realizará a una velocidad de corte de:

$$V_c = f * n$$

$$V_c = 0,005 * 2000$$

$$V_c = 10 \text{ mm}/\text{min}$$

Siendo:

$V_c$  la velocidad de corte,

$n$  el numero de revoluciones,

$f$  el avance por revolución.

El roscado

El roscado se realizará mediante roscadores macho y hembra manual, la experiencia nos lleva a considerar que para los roscados de pequeño diámetro se usa una velocidad de avance de:

$$V_a = 5 \text{ mm}/\text{min}$$

La soldadura

La soldadura considerando el tiempo de preparación de los elementos, para una altura del lado media de 5mm, se realiza según la experiencia a una velocidad de:

$$V_s = 15 \text{ mm}/\text{min}$$



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

Para el metacrilato

- 91% de transparencia.
- 45kj/m<sup>2</sup> de resistencia al impacto.
- 3mm de espesor.

Corte

Los cortes de la plancha de metacrilato se realizarán a una velocidad mayor que el corte del acero por las características del material.

$$V_c = 250 \text{ mm}/\text{min}$$

Uniones

Las uniones del carenado exterior serán hechas con pegamento de alta resistencia de dos compuestos, utilizando perfiles en L para aumentar la sección.

$$V_p = 50 \text{ mm}/\text{min}$$

Tiempo de cambio de operación

Consideraremos además el tiempo de preparación o de cambio de tarea como de 5 minutos entre cada trabajo.

Coste de hora de trabajo

Estos trabajos son trabajos de precisión en muchos casos y han de ser realizados por trabajadores expertos. Si tenemos en cuenta el coste incluido de la maquinaria, el valor de la mano de obra no será inferior a 60€.



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

El coste de la materia prima viene a ser:

Coste Acero	Coste metacrilato
4 €/Kg	55 €/m <sup>2</sup>

El precio del acero es por pedido a medida.

Las tablas adjuntas especifican las operaciones que hay que realizar a cada componente de la máquina así como una estimación de su coste

### Montaje

Considerando al montador como un ajustador mecánico con experiencia en el montaje de maquinaria industrial, sin la necesidad de maquinas especiales para realizar el montaje el valor de su mano de obra es estimado en 30€ por hora. La duración del trabajo es estimada en 5 horas. Un total de 150€ para montarla.



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

### DESPIECE DE COMPONENTES NORMALIZADOS

Las referencias de los componentes normalizados de la maquina son:

- Unidad de tratamiento de aire
  - AC20-F02 DG
  - ✓ Entrada aire
    - KK4S-02MS
- Cilindros neumáticos
  - CD85-20-25-A
  - CD85-20-80-A
  - CD85-20-50-A
  - ✓ Juntas
    - JA20-8-125
    - KJ8D
    - C85C25
  - ✓ Regulador de caudal
    - AS2301FG-01-06SD
- Finales de carrera de cilindros
  - D-F7PL
- Presostatos de los cilindros
  - IS1000-01SX215
- Electroválvulas
  - EVP342R-5YB-02FA-Q
  - ✓ Bloque de montaje
    - EVV307-01042-01F-F
- Conexiones neumáticas
  - ✓ Codo orientable de tornillo allen
    - KQ2VS10-02S
  - ✓ Codo orientable de tornillo allen
    - KQ2VS06-01S
  - ✓ Codo orientable macho y hembra
    - KQ2VF06-01





## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

- 
- Presencia de pieza
    - IY5045 de IFM electronics
  - Barrera fotoeléctrica
    - OPU205 de IFM electronics
  - Interruptor de seguridad
    - Psen mag 1.1p-10 de PILZ
  - Potenciómetro lineal
    - 8709-5025 de Burster
  - Fuente de alimentación
    - DN1030 de IFM electronics
  - Relés de ABB
    - ✓ Kmo
      - TKC-631z-24
    - ✓ Km1
      - CA-611k-24
  - Bombillas de GAWE
    - ✓ Tensión
      - 33524R
    - ✓ Marcha
      - 36024V
    - ✓ Alarma
      - 36024R
  - Seta de emergencia de GAWE
    - SG01
  - Pulsador marcha de GAWE
    - PV10
  - Pulsador marcha manual de GAWE
    - PN10
  - Pulsador de Parada
    - PN10
  - Muelle de Barnes
    - C03600320440S
    - C14601354000S



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

- Bisagra Piano de Pinet
  - 40-1-3327
- Tuerca autoblocante M4 de RS
  - 767-810
- Tuercas autoblocante M5 de RS
  - 767-826
- Tuerca autoblocante M8 de RS
  - 767-848
- Arandela Grover M4 de RS
  - 526-827
- Tornillo Allen M4\*30mm de RS
  - 187-1308
- Tornillo Allen M5\*60mm de RS
  - 304-4564
- Varilla roscada M4\*300mm de Tradid
  - 37291
- Alimentador vibratorio
  - Vibrador circular VA-640/4E. Hoja Técnica E-01.20 con caja de regulación RHC-96. Hoja Técnica A-01.00 de TAD



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

### Componentes Normalizados

Manutención:		Bandeja piezas malas	
Unidad de tratamiento de aire	57.56 €	Cilindro neumático	56.71 €
Entrada de aire	6.83 €	Codo	4.17 €
Codo	6.70 €	Junta	19.60 €
Bloque electroválvulas		Soporte	5.52 €
Bloque	48.64 €	Regulador de caudal	13.46 €
Codo	6.70 €	Electroválvula	45.28 €
Empujador		Codo	4.17 €
Cilindro neumático	56.71 €	Final de carrera	14.84 €
Final de carrera	14.84 €	barrera fotoeléctrica	70.59 €
Regulador de caudal	13.46 €	Eléctrico	
Electroválvula	45.28 €	Interruptor de seguridad	42.50 €
Codo	4.17 €	Relé Km0	41.99 €
Presencia de pieza	74.42 €	Relé Km1	6.63 €
Comprobación de diámetro		Bombilla marcha	3.28 €
Cilindro neumático	56.71 €	Bombilla tensión	3.62 €
Codo	4.17 €	Bombilla alarma	3.28 €
presostato	65.31 €	Seta de emergencia	22.30 €
Final de carrera	14.84 €	pulsador marcha	8.11 €
Electroválvula	45.28 €	pulsador manual	8.11 €
codo	4.17 €	Pulsador de parada	8.11 €
Presencia de pieza	74.42 €	fuelle alimentación	156.98 €
Comprobación de longitud:		Conexiones eléctricas	
Cilindro neumático	56.71 €	3m Cable eléctrico 1,5mm2	2.37 €
codo	4.17 €	enchufe	1.57 €
presostato	65.31 €	Ferretería	
junta flotante	2.51 €	18*Tuercas M5	0.68 €
Electroválvula	45.28 €	2*Tuercas M8	0.08 €
Codo	4.17 €	2*tuercas M4	0.08 €
Presencia de pieza	74.42 €	8*Tornillos Allen M4	0.30 €
potenciómetro	89.35 €	2*Tornillos Allen M5	0.08 €
Conexiones neumáticas		2*Arandelas Glover M4	0.08 €
1m tubo 10mm	2.38 €	2*Arandelas Glover M5	0.08 €
10 m tubo 6mm	23.80 €	Varilla roscada	0.52 €
Alimentador		bisagra	7.60 €
Alimentador vibratorio Tad	5,600.00 €	Muelle	1.23 €



**MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE  
CASQUILLOS METÁLICOS.**

**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL**

---

**RESUMEN PRESUPUESTO.**

Coste de componentes normalizados.....	7.122,22
Costes de fabricación.....	1.510,42
Costes de montaje.....	150,00
<b>Total ejecución .....</b>	<b>8.732,64</b>
13% Gastos generales.....	1.141,24
6% Beneficio Industrial.....	523,93
16% I.V.A.....	1.397,22
<b>TOTAL PRESUPUESTO.....</b>	<b>11.795,03</b>

Importa el presente presupuesto la cantidad de: ONCE MIL SETECIENTOS NOVENTA Y CINCO EUROS CON CUARENTA Y SEIS CENTIMOS

Burgos, a 22 de marzo de 2011.

Jose Luis Azpiazu Carvalho

---

**JOSE LUIS AZPIAZU CARVALHO**

**jlazpiazu@hotmail.com**

## Caja de piezas malas

	operación		material				geometria operación				Duracion (min)
	tipo	nº	chapa	macizo	cuadrado	redondo	L	H	P	∅	
estructura			760*100*3								
	cortado	1					120		3		12
		2					100		3		10
		3					100		3		10
	soldado	1					100	3			6.666666667
		2					100	3			6.666666667
		3					170	3			11.333333333
		4					170	3			11.333333333
		5					100	3			6.666666667
	bandeja selectora			113*98*3			248*10				
cortado		1								10	1
soldado		1					113		3		7.533333333
		2					113		3		7.533333333
torneado exterior		1					10			2	0.002493529

Coste materia prima	coste mano obra
8.36 €	150.74 €

Tiempo total
150.7358269

Coste total
159.09 €

## Carenado exterior

	operación		material		geometria operación				Duracion (min)
	tipo	nº	chapa	Perfil en L de 15mm	L	H	P	∅	
Sportes			Acero estructural						
				2270*3					
		cortado	1		30		3		3
			2		30		3		3
			3		30		3		3
			4		30		3		3
			5		30		3		3
			6		30		3		3
			7		30		3		3
			8		30		3		3
		colado	1		620		30		12.4
			2		620		30		12.4
Protecciones			Metacrilato						
			2000*300*3						
		cortado	1		2000		3		8
			2		150		3		0.6
			3		150		3		0.6
			4		150		3		0.6
			5		150		3		0.6
			6		150		3		0.6
			7		150		3		0.6
			8		150		3		0.6
			10		178		3		0.712
			11		233		3		0.932
		taladrado	1				3	24	0.012
			2				3	42	0.012
			3				3	20	0.012
		Colado	1		620		10		12.4
			2		620		10		12.4

	3			620		10		12.4
	4			620		10		12.4
	5			150		10		3
	6			150		10		3
	7			150		10		3
	8			150		10		3
	9			95		10		1.9
	10			95		10		1.9

Coste materia prima	coste mano obra
39.54 €	293.08 €

Tiempo total
293.08

Coste total
332.62 €

## Chapa de sujecion del tornillo de la cuña y de la pestaña

	operación		material				geometria operación				Duracion (min)
	tipo	nº	chapa	macizo	cuadrado	redondo	L	H	P	∅	
Chapa de sujeción			46*35*3								
	Taladrado	1					3			5	0.09375
		2					3			5	0.09375
		3					3			5	0.09375
	Fresado	1					28	3	4		0.00603367

Coste materia prima	coste mano obra
0.15 €	20.29 €

Tiempo total
20.28728367

Coste total
20.44 €



## Soportes de la máquina

	operación		material				geometria operación				Duracion (min)
	tipo	nº	chapa	macizo	cuadrado	redondo	L	H	P	∅	
Columnas					742*20						
	cortado	1					20			20	2
		2					20			20	2
		3					20			20	2
	taladrado	1					20			4	0.4
		2					20			4	0.4
		3					20			5	0.5
		4					20			5	0.5
		5					20			5	0.5
		6					20			10	1
		7					20			10	1
	roscado	1					20			M4	4
		2					20			M4	4
Apoyos viga de sustentación			144*14*10								
	cortado	1					14		10		1.4
	taladrado	1					10			8	0.3125
		2					10			8	0.3125
	soldado	1					10		6		0.66666667
		2					10		6		0.66666667
		3					10		6		0.66666667
	4					10		6		0.66666667	

Coste materia prima	coste mano obra
10.14 €	150.74 €

Coste total	160.88 €
-------------	----------

Tiempo total	150.7358269
--------------	-------------

## Comprobador de diámetro

	operación		material				geometria operación				Duracion (min)
	tipo	nº	chapa	macizo	cuadrado	redondo	L	H	P	∅	
soporte ajustable			50*35*10								
	taladrado	1							10	22	0.3125
	fresado	1					10	4	15		0.010774411
		2					10	4	15		0.010774411
soporte del verificador de Diametro			154*35*10								
	cortado	1					80		10		8
		2					25		10		2.5
		3					10		10		1
		4					80		10		8
		5					25		10		2.5
		6					10		10		1
		7					20		10		2
		8					16		10		1.6
	taladrado	1							10	4	0.3125
		2							10	4	0.3125
		3							10	5	0.3125
		4							10	5	0.3125
	roscado	1					10			M4	2
		2					10			M4	2
		3					10			M5	2
		4					10			M5	2
	fresado	1					6	25	10		0.026936027
		2					6	25	10		0.026936027
	soldado	1					14	5			0.4
	2					14	5			0.933333333	
Coste materia prima	coste mano obra										Tiempo total
2.28 €	152.57 €										152.5712542
Coste total											
											154.86 €

## Comprobador de longitud

	operación		material				geometria operación				Duracion (min)
	tipo	nº	chapa	macizo	cuadrado	redondo	L	H	P	∅	
Plataforma rectificada			45*10*24								
	taladrado	1							10	5	0.3125
		2							10	5	0.3125
		3							10	5	0.3125
		4							7	8	0.21875
	roscado	1							7	M8	1.4
Vastago de plataforma						18*5					
	soldado						5		5		0.5
Soporte			83*45*5								
	cortado						45		5		4.5
	taladrado	1							5	22	0.15625
		2							5	5	0.15625
		3							5	5	0.15625
		4							5	5	0.15625
	soldado	1					45		5		3
3*Columnas						121*5					
	roscado	1					11			M5	2.2
		2					11			M5	2.2

Coste materia prima	coste mano obra
1.17 €	114.38 €

Tiempo total
114.38125

Coste total
115.55 €

## Cuña de posicionamiento de pieza

	operación		material				geometria operación				Duracion (min)
	tipo	nº	chapa	macizo	cuadrado	redondo	L	H	P	∅	
Cuña				15*15*18							
	corte	1					15		7		1.5
		2					15		4		1.5
		3					15		7		0.21875
		4					15		4		0.125
	Taladrado	1							5	12	0.15625
		2							5	3	0.15625
	roscado	1							5	M3	1

Coste materia prima	coste mano obra
0.13 €	39.66 €

Tiempo total
39.65625

Coste total
39.79 €

## Entrada en raíles

	operación		material				geometria operación				Duracion (min)	
	tipo	nº	chapa	macizo	cuadrado	redondo	L	H	P	Ø		
Soporte del conjunto			114*79*5									
	taladrado	1							5	22	0.15625	
		2							5	5	0.15625	
		3							5	5	0.15625	
		4							5	5	0.15625	
	roscado	1							5	M5	1	
		2							5	M5	1	
		3							5	M5	1	
	cortado	1					114		5		11.4	
		2					44		5		4.4	
		3					35		5		3.5	
		4					35		5		3.5	
	soldado	1					35	5			2.333333333	
		2					35	5			2.333333333	
	centrador de embudo			30*30*79								
		torneado interior	1							79	30	0.389113725
taladrado		1							2	5	0.0625	
fresado		1					34	24	35		0.512861953	
soldado		1					32	5			2.133333333	
		2					40	5			2.666666667	
roscado		1							2	M5	0.4	

Coste materia prima	coste mano obra
3.72 €	132.26 €

Tiempo total
132.2561423

Coste total
135.97 €

## Empujador de piezas

Empujador	operación		material				geometria operación				Duracion (min)
	tipo	nº	chapa	macizo	cuadrado	redondo	L	H	P	∅	
				24*35*18							
	Taladrado	1							12	4	0.375
	roscado	1							12	M4	2.4
	Corte	1					18		2		1.8
		2					35		2		3.5
		3					35		2		3.5

Coste materia prima	coste mano obra
0.48 €	36.58 €

Tiempo total
36.575

Coste total
37.06 €

## Pestaña

Pestaña	operación		material				geometria operación				Duracion (min)
	tipo	nº	chapa	macizo	cuadrado	redondo	L	H	P	∅	
				15*9*19							
	Taladrado	1							12	4	0.375
	roscado	1							12	M4	2.4

Coste materia prima	coste mano obra
0.08 €	12.78 €

Tiempo total
12.775

Coste total
12.86 €

## Raíl fijo

	operación		material				geometria operación				Duracion (min)
	tipo	nº	chapa	macizo	cuadrado	redondo	L	H	P	∅	
Raíl fijo:											
Estructura principal			509*70*45								
	fresado	1					509	24	35		1.967747727
		2					509	30	32		2.248854545
	taladrado	1					6.5			5	0.203125
		2					6.5			5	0.203125
		3					6.5			5	0.203125
		4					6.5			5	0.203125
		5					6.5			5	0.203125
		6					10			8	0.3125
		7					10			8	0.3125
		8					10			5	0.3125
		9					10			5	0.3125
		10					10			5	0.3125
	roscado	1					6.5			5	1.3
2						6.5				1.3	
regulacion			4*130*10								
	cortado	1					4		10		1
	taladrado	1					4			4	0.125
		2					4			4	0.125
	roscado	1					4			M4	0.8
		2					4			M4	0.8
	soldado	1					10		4		0.666666667
		2					10		4		0.666666667
Coste materia prima	coste mano obra									Tiempo total	
51.47 €	118.58 €									118.5780606	
Coste total											
										170.05 €	



## Raíl móvil

	operación		material				geometria operación				Duracion (min)
	tipo	nº	chapa	macizo	cuadrado	redondo	L	H	P	∅	
Estructura principal			509*48*6,5								
	taladrado	1							6.5	5	0.203125
		2							6.5	5	0.203125
		3							6.5	5	0.203125
		4							6.5	5	0.203125
		5							6.5	5	0.203125
	fresado	1					509	38	1.5		0.520996633
		2					48	38	1		0.032754209
soporte del comprobador de diametro			78*31*5								
	soldado	1					78	6			5.2
		2					78	6			5.2

Coste materia prima	coste mano obra
5.47 €	56.97 €

Tiempo total
56.96937584

Coste total
62.44 €

## Ruedas dentadas

	operación		material				geometria operación				Duracion (min)
	tipo	nº	chapa	macizo	cuadrado	redondo	L	H	P	∅	
Rueda dentada						15*25					
	cortado	1					5			25	2.5
		2					5			25	2.5
		3					5			25	2.5
	Taladrado	1					5			4	0.15625
		2					5			5	0.15625
		3					5			5	0.15625
	Roscado	1					5			M4	1
		2					5			M5	1
		3					5			M5	1

Coste materia prima	coste mano obra
0.24 €	55.97 €

Tiempo total
55.96875

Coste total
56.20 €

## Utillages

	operación		material				geometria operación				Duracion (min)
	tipo	nº	chapa	macizo	cuadrado	redondo	L	H	P	∅	
8*Embudo:						120*42					
	Taladrado	1					120			20	3.75
	torneado interior	1					40			34	0.253060741
	torneado exterior	1					80			30	0.394039216
15*Calibres pasa:						30*18					
	torneado exterior	1					30			2	0.03768
	taladrado	1					15			M8	0.46875
	roscado	1					15			M8	3

Coste materia prima	coste mano obra
46.20 €	432.77 €

Tiempo total
432.7732497

Coste total
478.97 €

## Viga de sustentacion de los railes

	operación		material				geometria operación				Duracion (min)
	tipo	nº	chapa	macizo	cuadrado	redondo	L	H	P	∅	
Viga sustentacion						468*8					
	roscado	1					10			M8	2
		2					10			M8	2

Coste materia prima	coste mano obra
0.66 €	14.00 €

Tiempo total
14

Coste total
14.66 €

## Vigas del Rail movil

	operación		material				geometria operación				Duracion (min)
	tipo	nº	chapa	macizo	cuadrado	redondo	L	H	P	∅	
vigas rail						40*5					
	cortado	1					11			5	0.5
	roscado	1					11			M5	2.2
vigas rail						40*5					
	cortado	1					11			5	0.5
	roscado	1					11			M5	2.2
vigas rail						40*5					
	cortado	1					11			5	0.5
	roscado	1					11			M5	2.2

Coste materia prima	coste mano obra
0.08 €	38.10 €

Tiempo total
38.1

Coste total
38.18 €



## MÁQUINA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CASQUILLOS METÁLICOS.

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR  
INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL

---

### Bibliografía;

El proyecto fin de carrera normas de realización, presentación y defensa

Isabel Ortiz Marcos

Fco. Javier Sánchez Alejo

Dibujo técnico 2ª edición Ed. Aenor ediciones

Basilio Ramos Barbero

Esteban García Mate

Elementos de maquinas Ed. McGraw-Hill

Bernard J. Hamrock

Bo Jacobson

Steven R. Schmidt

Problemas de resistencia de materiales nivel básico Ed. Universidad de la Rioja

Eduardo Martínez de Pisón

Resistencia de materiales 3ª edición Ed. McGraw-Hill

Luis Ortiz Berrocal

Neumática Iniciación al personal de montaje y mantenimiento Ed. Festodidatic

Manual de estudio

Autómatas programables Ed. McGraw-Hill

A. Porras

A. P. Montanero

Autómatas programables Ed. Universitas Miguel Hernández

Nicolás M. García Aracil

Miguel Almonacid Kroeger

Roque J. Saltaren Pazmiño

Rafael Puerto Manchón