

Índex

| | |
|---|-----------|
| CAPÍTOL 1: INTRODUCCIÓ | 1 |
| 1.1 Matriceria..... | 1 |
| 1.1.1 Introducció | 1 |
| 1.1.2 Finalitat de la matriceria | 2 |
| 1.1.3 Tipus de matrius..... | 2 |
| 1.2 La estampació en calent | 3 |
| 1.2.1 Introducció | 3 |
| 1.2.2 Procés d'estampació en calent | 5 |
| 1.2.3 Operacions i tècniques de deformació..... | 6 |
| 1.3 Maquinària i equips per a la deformació en calent..... | 8 |
| 1.3.1 Maquinària principal..... | 8 |
| 1.3.2 Forns | 11 |
| 1.4 Conformació plàstica de materials metàl·lics..... | 14 |
| 1.4.1 Introducció | 14 |
| 1.4.2 Treball en fred | 14 |
| 1.4.3 Treball en calent..... | 15 |
| 1.5 Acers per a la estampació en calent | 16 |
| CAPÍTOL 2: DEFINICIÓ DEL PROJECTE..... | 17 |
| 2.1 Objectiu | 17 |
| 2.2 Justificació..... | 18 |
| 2.3 Abast | 19 |
| CAPÍTOL 3: ANTECEDENTS..... | 20 |
| 3.1 Introducció | 20 |
| 3.2 Fabricació en fred | 20 |
| 3.3 Conformació en calent..... | 21 |

| | |
|--|-----------|
| CAPÍTOL 4: ESPECIFICACIONS BÀSIQUES | 23 |
| 4.1 Especificacions bàsiques de la peça a fabricar..... | 23 |
| 4.1.1 Descripció de la peça | 23 |
| 4.1.2 Material de la peça | 24 |
| 4.2 Especificacions bàsiques del procés de fabricació..... | 25 |
| 4.3 Especificacions bàsiques de la matriu a dissenyar | 25 |
| CAPÍTOL 5: ALTERNATIVES | 26 |
| 5.1 Possibles solucions alternatives..... | 26 |
| 5.2 Plantejament de les alternatives | 28 |
| 5.2.1 Introducció | 28 |
| 5.2.2 Fabricació per arrancament de ferritxa..... | 28 |
| 5.2.3 Fabricació per estampació en fred | 29 |
| 5.2.4 Fabricació estampació en calent | 29 |
| 5.2.5 Fabricació per emmotllament | 30 |
| 5.3 Valoració de les alternatives | 30 |
| 5.4 Selecció de l'alternativa més adequada | 31 |
| CAPÍTOL 6: NORMATIVA APLICABLE | 32 |
| 6.1 Normativa aplicable..... | 32 |
| CAPÍTOL 7: PLANIFICACIÓ..... | 33 |
| 7.1 Planificació i diagrama de Gantt | 33 |
| CAPÍTOL 8: BIBLIOGRAFIA..... | 35 |
| 8.1 Bibliografia consultada..... | 35 |

CAPÍTOL 1: INTRODUCCIÓ

1.1 Matriceria

1.1.1 Introducció

S'entén com a *matriu*, una eina ràpida i econòmica per a la producció de peces conformades de xapa. Les peces s'obtenen a partir d'una *xapa plana*, una *tira* o una *cinta*, mitjançant el tall i la deformació de la mateixa, però conservant el seu espessor inicial.

La transformació de la xapa pot ser progressiva o no, depenent de si fa una o més operacions (fases o passos). En el cas de les matrius progressives, cada cop que baixa la premsa, la matriu realitza una nova deformació a la peça i, cada cop que puja, la tira de xapa avança un nou pas, a la espera de la següent transformació. Les peces es mantenen unides a la tira de xapa fins que aquesta arriba a l'últim pas o operació on, necessàriament, s'han de tallar.

La capacitat productiva d'aquest tipus de matrius, en peces de petites dimensions, pot arribar a ser de fins a 1600 cops per minut. Això obliga a realitzar un bon disseny i una construcció precisa i de qualitat, garantint així un bon acabat i durabilitat de les peces fabricades.

Pel que fa a aquest projecte, es farà servir una matriu refrigerada d'una sola operació (embotició). És refrigerada, degut a que la embotició la farà en calent, dins d'un procés d'estampació en calent.

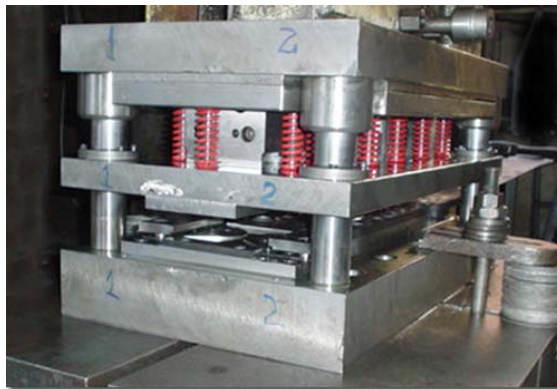


FIGURA 1: Matriu de tall i estampat "Troxler"

1.1.2 Finalitat de la matriceria

La principal finalitat de lamatriceria, és la fabricació de grans produccions de peces de xapa. En el cas de les matrius progressives se substitueix, de forma ràpida i eficaç, la construcció de varies matrius manuals i s'abarateix, d'aquesta manera, el cost final de les peces.

En alguns casos, el fet de portar a terme la transformació de les peces mentre resten unides a la *banda de xapa* durant el seu camí per l'interior de la matriu, implica certa complexitat si ho comparem amb altres sistemes de producció menys automàtics, com per exemple les matrius manuals, però d'altra banda, els costos de fabricació i els terminis d'entrega es poden veure reduïts fins a un 50%.

1.1.3 Tipus de matrius

Segons la seva producció, les matrius poden ser:

- a) **MANUALS**: Són aquelles matrius progressives, l'avanç de les quals es realitza de forma manual per un operari.

Avantatges:

- Inversió petita i rentable per a produccions petites.

Inconvenients:

- Impossibilitat d'estirar de la tira de xapa quan aquesta, un cop tallada la peça, no tingui sortida per la part final de la matriu.
 - Dificultat de l'operari per fer avançar el material, a través de la matriu, desde una posició frontal a la mateixa.
 - Riscos de seguretat que comporta el fet que l'operari tingui accés a la matriu durant el cicle de treball.
 - Escassa capacitat productiva que es presenta en aquest sistema.
- b) **SEMIAUTOMÀTIQUES**: Són aquelles on l'avanç de la banda de xapa o les peces es realitza amb alimentador. En els casos on el material a conformar és una tira de xapa, aquesta té una longitud inicial d'entre 3 i 6 metres, depenent del pes, en comptes de ser bobines de major longitud.

Avantatges:

- És un sistema més ràpid que el de les matrius manuals.

Inconvenients:

- Producció més lenta a causa dels canvis de peça o tira de xapa.
- En el cas de la banda o tira de xapa, pèrdua de peces fabricades per metre lineal de xapa ja que, al perdre la referència de la cuchilla de pas que es troba a l'entrada de la matriu, no s'aprofiten les últimes peces de cada tira en la seva totalitat.
- Riscos de seguretat que comporta el fet que l'operari tingui accés a la matriu durant el cicle de treball.

c) *AUTOMÀTIQUES*: Són aquelles en que l'avanç de la xapa es realitza de manera totalment automàtica, mitjançant un alimentador. És el millor sistema en quant a temps i productivitat.

Avantatges:

- En els casos on es fa servir banda o tira de xapa, mínimes parades de producció degudes al canvi de bobina.
- En els casos on el material a conformar sigui una tira o una banda de xapa, aprofitament del material en tota la seva longitud.
- Absència de riscos laborals per a l'operari, al no tenir la necessitat d'accedir a la matriu durant el cicle de treball.
- Major temps productiu de la màquina.
- Major disponibilitat de l'operari per a treballar amb dues o més màquines.

Inconvenients:

- Inversió econòmica elevada.

1.2 La estampació en calent

1.2.1 Introducció

Normalment, a la indústria, per a provocar deformacions permanents als materials es fa servir la *forja* i la *laminació*. Tanmateix, la forja pot ser: *lliure*, *amb estampa* (amb rebaves) i *amb matriu tancada* (sense rebaves).

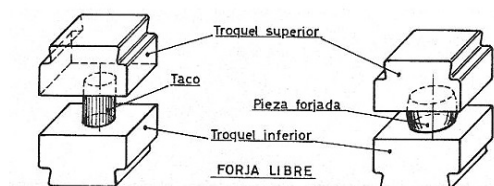


FIGURA 2: Forja lliure

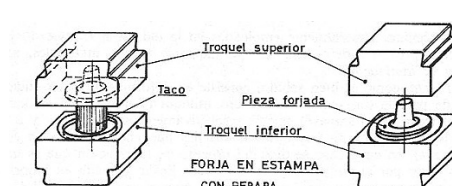


FIGURA3: Forja amb estampa

PFC 1

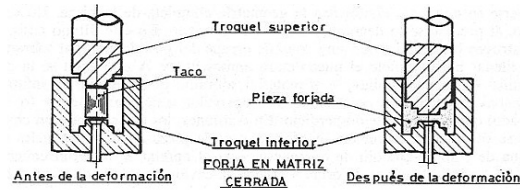


FIGURA 4: Forja amb matriu tancada

S'entén com a *estampació* (forja amb estampa) el procés tecnològic que té la finalitat de realitzar peces mecàniques, deformant plàsticament un lingot o semiproducte en una matriu. Aquest procés es pot realitzar a temperatura ambient (*estampació en fred*) o amb el metall en estat incandescent (*estampació en calent*). Els materials que més s'utilitzen per a ser estampats són els acers, els aliatges d'alumini i els aliatges de coure.

La matriu on s'estampa el lingot o semiproducte, està formada per dues parts, o dues meitats, en les que està realitzada una cavitat que reproduïx la peça en negatiu. Durant la operació d'estampació, les dues meitats s'aproximen, l'una amb l'altra, generalment mitjançant una premsa hidràulica. La pressió que cal exercir, va en funció del material i de les dimensions de la peça, però de totes maneres sol ser elevada.

La estampació, pel que fa a la fundició, té l'avantatge d'oferir una millor distribució de les fibres del metall, des del punt de vista de la resistència mecànica. És per això que el procés d'estampació es fa servir principalment per a peces destinades a ser molt sol·licitades, com per exemple, dins del sector de l'automoció (bieles, cigonyals, paliers, eixos, braços de suspensió i peces dels tirants de direcció, etc.), totes elles, generalment, estampades en calent. Una de les principals aplicacions de la estampació en calent, dins del sector de l'automoció, és la fabricació d'elements estructurals dels vehicles, els quals tenen un paper important pel que fa a la seguretat dels seus ocupants.



FIGURA 5: Carrosseria autoportant d'un vehicle

1.2.2 Procés d'estampació en calent

L'estampació en calent d'acers UHSS (ultra alta resistència) ha experimentat un alt creixement en tots els fabricants de vehicles degut a que suposa una reducció de pesos considerable. Alguns components, com els muntants, poden arribar a reduir el seu pes en un 70%.

El *procés d'estampació en calent* està format per una primera fase d'escalfament del semiproducte o de la xapa d'acer, ja tallada (preforma), amb o sense recobriment. Després de l'escalfament, a la temperatura d'austenització (a uns 900°C . aproximadament), es procedeix a *embotir* la peça en calent, d'un sol cop, i a aplicar el tractament de *trempe* dins de la mateixa matriu, que compta amb un circuit de refrigeració que influeix en la velocitat de refredament. El material, a aquesta temperatura, flueix fàcilment i s'estira sense arribar a trencar-se i la velocitat de refredament és fonamental per a trobar l'equilibri entre la microestructura martensítica desitjada i la minimització de la duració del tremp amb la finalitat de no penalitzar econòmicament el procés. D'aquesta manera s'aconsegueix una peça amb una resistència i una rigidesa molt superiors a les que pugui oferir un acer convencional.

Finalment, depenent de la matriu emprada en la embotició (*oberta o tancada*), la peça és acabada de tallar i/o punxonar, amb la finalitat d'acabar de definir la seva forma. Aquesta operació se sol fer amb làser.



FIGURA 6: Procés d'estampació en calent

1.2.3 Operacions i tècniques de deformació

Es pot fer una classificació de les operacions i tècniques elementals de deformació en calent, de la següent manera:

- **AIXAFAMENT** o **RECALCAT**: Es la operació que consisteix en l'aplicació de l'esforç en una única direcció longitudinal, aconseguint una reducció d'aquesta magnitud, amb un conseqüent eixamplament de la resta de magnituds transversals.



FIGURA 7: Aixafament

- **ESTIRAT PUR** o **RETENCIÓ**: És la operació que consisteix a produir un augment d'una de les direccions, com a conseqüència de la reducció de les altres dues. Els esforços s'apliquen sobre les dues dimensions que es redueixen.
- **EXTRUSIÓ**: És una operació que consisteix en fer fluir a través d'un orifici, per aplicació de la força necessària, una massa de material tancada en una cavitat, que no té cap altra sortida més que l'orifici d'extrusió. L'extrusió pot ser: *directa, inversa, lateral, etc.*

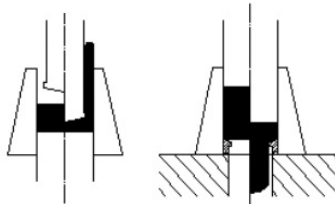


FIGURA 8: Extrusió inversa

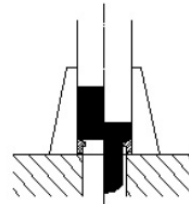


FIGURA 9: Extrusió directa

- **EXTRUSIÓ INDUÏDA** o "**FILAGE**": Així com l'extrusió, origina el pas del material a través d'un forat però, en aquest cas, el forat és la boca d'entrada d'una cavitat cega que acabarà omplint-se de material. A partir d'aquesta operació es configuren nervis, tetons, vàstegs, protuberàncies, etc. a les peces.
- **TREFILAT**: Aquesta operació no es basa en aprofitar les propietats plàstiques dels materials, si no de la solidesa d'aquests. Consisteix a practicar petites reduccions de secció fent passar el material per una filera de dimensions una mica més petites que les del material inicial.

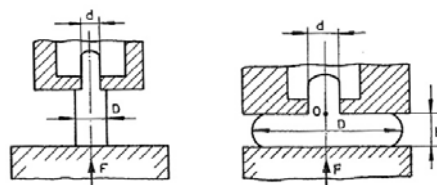


FIGURA 10: Trefilat

- **TALL:** Amb les seves varietats de *cisallat*, *punxonat*, *rebavat*, etc. Mitjançant una operació de tall, s'apliquen esforços suficients sobre una secció determinada de la peça de tal manera que es sobrepassen els esforços tallants límit de la mateixa, la qual cosa aconseguix esquinçar aquesta secció i separar ambdues parts de la peça.

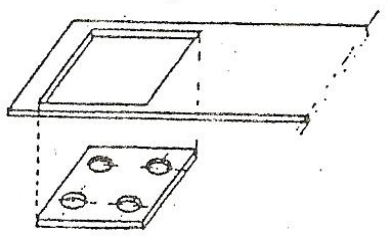


FIGURA 11: Tall

- **CALDERERIA:** Consisteix a modificar les xapes, els perfils, els tubs, etc., per deformació parcial i localitzada d'alguna de les seves zones i obtenir conjunts, normalment de grans dimensions, que responguin a alguna necessitat industrial. En molts casos la caldereria va unida a altres tècniques com la mecanització de certes parts del conjunt, tall amb bufador o per mitjans mecànics, soldadura, etc.
- **DOBLEGAT:** Consisteix a obtenir una peça formada per un o més doblecs, a partir d'una xapa plana.

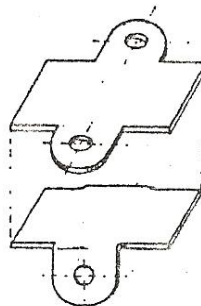


FIGURA 12: Doblegat

- **EMBOTICIÓ:** Té per finalitat obtenir peces en forma de recipient (capses, tapes, cubetes, etc.), obtingudes per deformació de la xapa, a partir d'un cop de premsa, i emprant un utilatge especial, tot conservant l'espessor inicial.

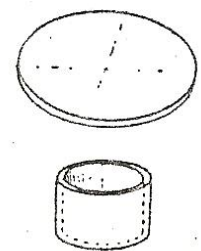


FIGURA 13: Embotició

- **ESTAMPACIÓ DE XAPA:** Utilitzant les eines apropiades, permet configurar formes geomètriques complexes combinant les tècniques de deformació (normalment en fred) amb les de tall pur i punxonat d'orificis, entalles i formes irregulars.

1.3 Maquinària i equips per a la deformació en calent

1.3.1 Maquinària principal

Podem distingir 5 grans grups de màquines principals, gràcies a les quals exercim pressió sobre el material a conformar:

- **PREMSES:** Segons el seu mode d'accionament poden ser de varis tipus:

✓ *De cargol*

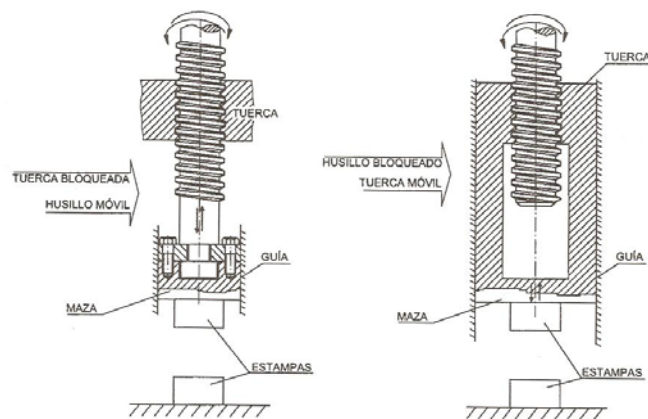


FIGURA 14: Prensa de cargol

✓ *Mecàniques(o de biela - cigonyal)*

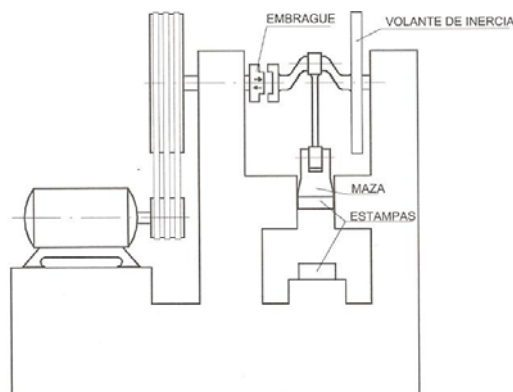


FIGURA 15: Prensa de biela - cigonyal

✓ *De cunya*

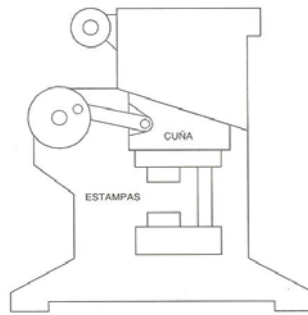


FIGURA 16: Premsa de cunya

✓ *Degenollera*

✓ *Hidràuliques*

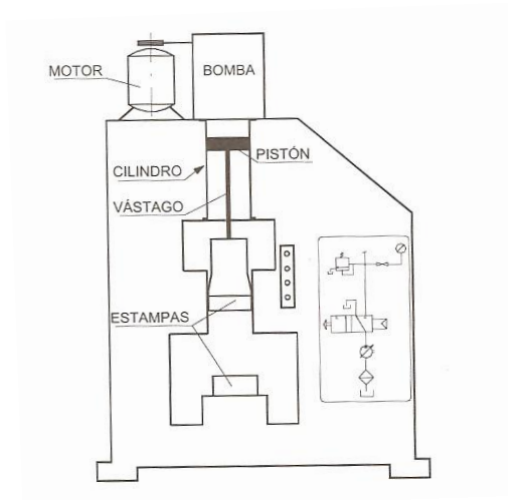


FIGURA 17: Premsa hidràulica

Segons la seva posició, podem distingir-ne de 2 tipus:

✓ *Horizontals (o màquines de forjar)*

✓ *Verticals*

➤ **MARTELLS** o **MARTINETS**: Es classifiquen atenent el seu tipus d'accionament:

✓ *De caiguda lliure*

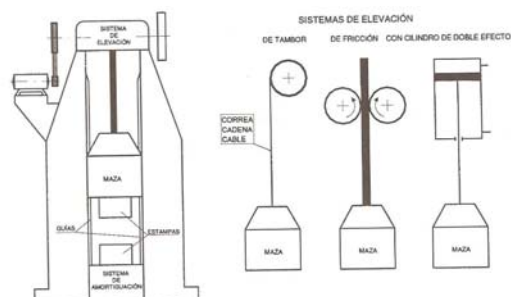


FIGURA 18: Martinet de caiguda lliure

✓ *De doble efecte*

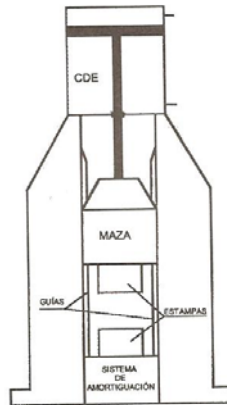


FIGURA 19: Martinet de caiguda lliure

✓ *De contracop*

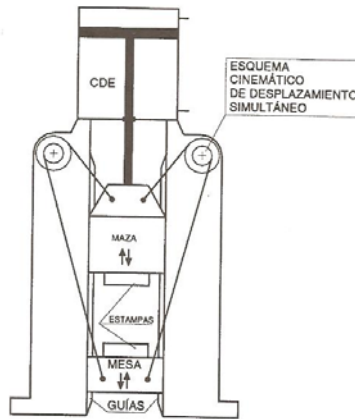


FIGURA 20: Martell de contracop

➤ MARTELADORES: Es poden agrupar en dues categories:

✓ *Horizontals*

✓ *Vertical*

➤ LAMINADORES: Es classifiquen en:

✓ *Longitudinals*

✓ *Circulars*

✓ *Transversals*

✓ *Lineals*

✓ *Combinades o trens de laminació*

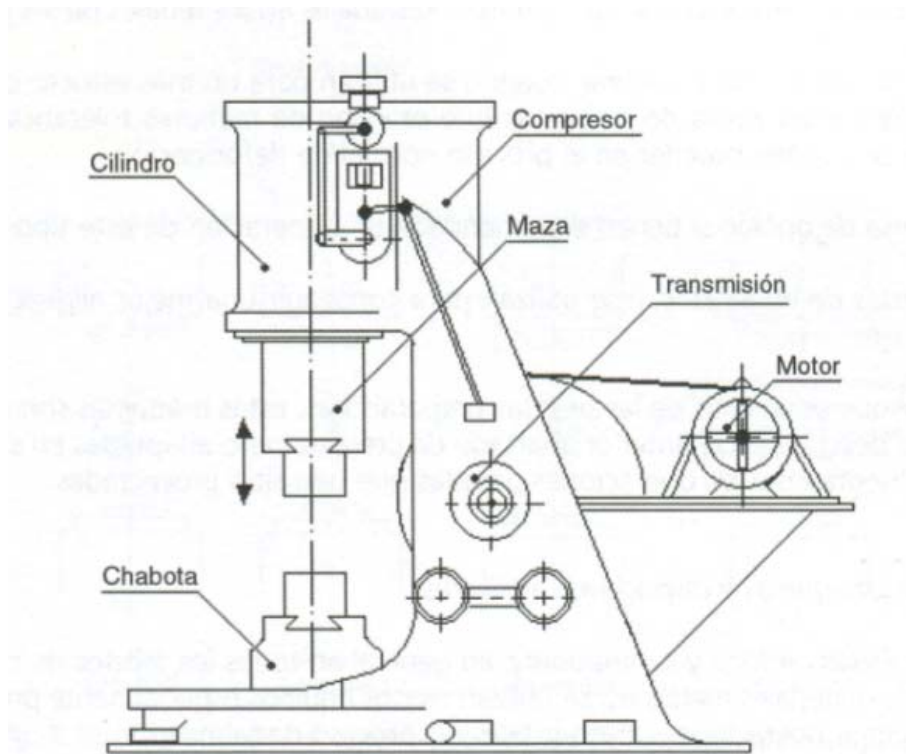


FIGURA 21: Martinet autocompressor

1.3.2 Forns

En el cas de la conformació en calent del material, la temperatura d'escalfament ha de ser la màxima, sempre i quan, ens garanteixi una no oxidació excessiva del metall i que no es produeixin altres reaccions químiques (com descarburacions, etc.), ni altres tipus de defectes externs o interns en els mateixos. D'altra banda, la temperatura mínima d'escalfament ha de ser aquella que aconseguixi, en el material, la necessària viscoplasticitat que ens permeti la seva deformació.

Els mitjans per a escalfar es basen en algun d'aquests principis:

- Situar el material en un "ambient calent" i esperar a que tota la seva massa adquireixi la temperatura ambient.
- Generar "dins del propi material" el calor necessari.

En el supòsit d'utilitzar el primer d'aquests mètodes, és necessari crear l'ambient calent, la qual cosa s'aconsegueix amb la utilització de forns apropiats. En un forn s'assoleix la temperatura necessària en el material de partida per a la deformació, com a conseqüència de l'absorció de calor d'aquest material a través de les superfícies externes del mateix.

Aquest calor es genera en un “cremador” d'un cert combustible o mitjançant “resistències elèctriques”. Es propaga al material a escalfar, mitjançant un procés de transmissió directa, per convecció a través del gas que forma l'atmosfera del forn i per radiació des de les parets calentes als materials a escalfar.

En els “forns de combustió” es produeix el calor cremant un combustible apropiat a l'interior d'una cambra de dimensions reduïdes i constituïda per parets aïllants. És necessari l'ús de cremadors que produeixin la dosificació del combustible i el comburent i d'“equips de regulació” que garanteixin el manteniment de la temperatura desitjada a l'interior de la cambra del forn. Tanmateix es necessiten “equips de càrrega i descàrrega” dels materials.

Els combustibles utilitzats poden ser:

- Sòlids: *carbó, fusta, serrí, etc.*
- Líquids: *fuel-oil, gas-oil, petroli, gasolina, alcohol, etc.*
- Gasos: *metà, propà, butà, gas ciutat, gas natural, etc.*

El sòl de la cambra del forn, és a dir, la zona on es dipositen els materials a escalfar, s'anomena “solera” i, segons les característiques de la mateixa, els forns s'anomenen:

- ***FORNS DE SOLERA FIXA I CÀRREGA ESTÀTICA.***

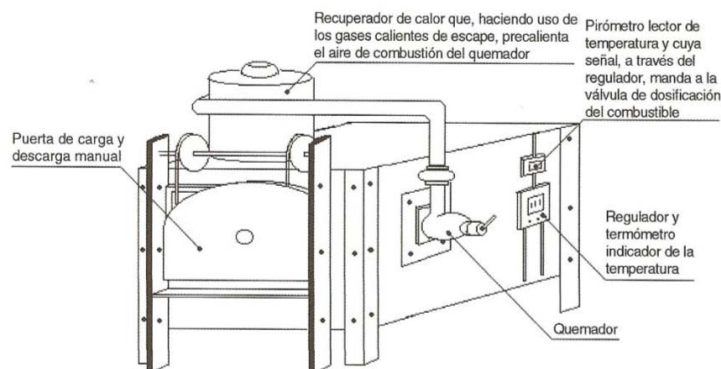


FIGURA 22: Forn de solera fixa

- ***FORNS DE SOLERA MÒBIL*** que, al mateix temps i en funció del mecanisme que mou la solera, poden ser de “cadena”, de “malla”, de “pas de pelegrí”, “rotatiu”, de “biga galopant”, etc.

- **FORNS DE SOLERA FIXA I CÀRREGA MÒBIL** o **FORNS D'EMPENTA**, en els que es realitza la càrrega per un costat i es va empenyent el material, per tot el forn, fins a la seva evacuació per l'altre costat frontal del de càrrega o per un lateral.

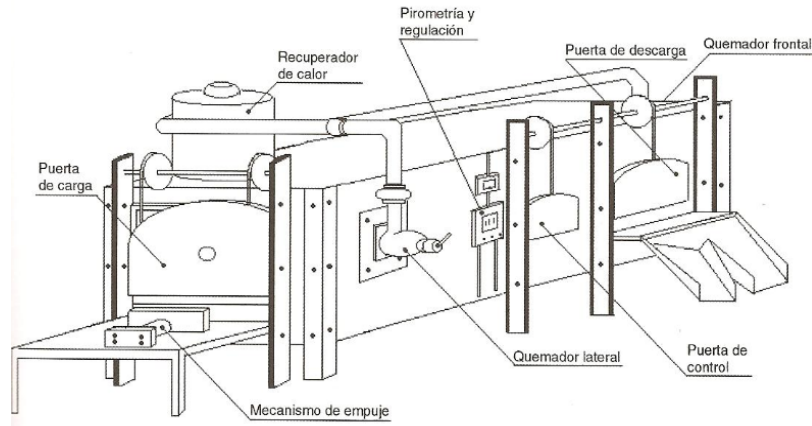


FIGURA 23: Forn d'empenta

En cas d'escalfar mitjançant el segon principi dels esmentats anteriorment, és a dir, la producció de calor dins del propi material a escalfar, es construeixen dispositius de escalfament tals com:

- **FORNS D'INDUCCIÓ**, que s'usa en aquells materials susceptibles de generar calor per efecte de la "histèresis magnètica" i de les "corrents de Foucault", que es produeixen en el seu interior a causa del camp magnètic altern que genera una bobina.

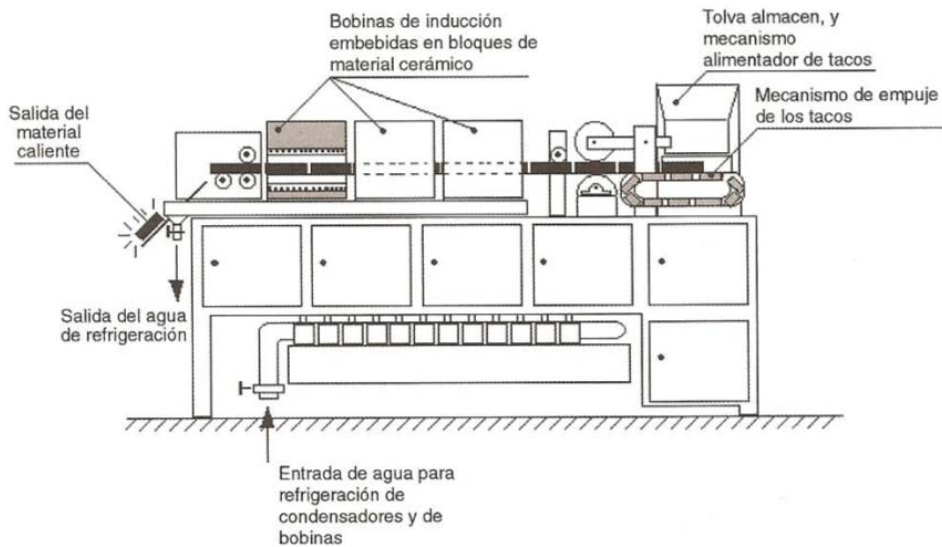


FIGURA 24: Forn d'inducció

- **FORNS DE RESISTÈNCIA** al pas d'un corrent elèctric per l'interior del propi material a escalfar, és a dir, per "efecte Joule" en el mateix.
- **FORNS DE RADIACIÓ**, per ones electromagnètiques, normalment infraroges, que resulten absorbides pel material a escalfar.

1.4 Conformació plàstica de materials metàl·lics

1.4.1 Introducció

Degut a que els metalls s'han de conformar dins la zona de deformació plàstica, és necessari superar el límit de fluència per a que la deformació sigui permanent. És per això que el material es sotmet a esforços superiors als seu *límit elàstic* i es consumeix així la seva ductilitat.

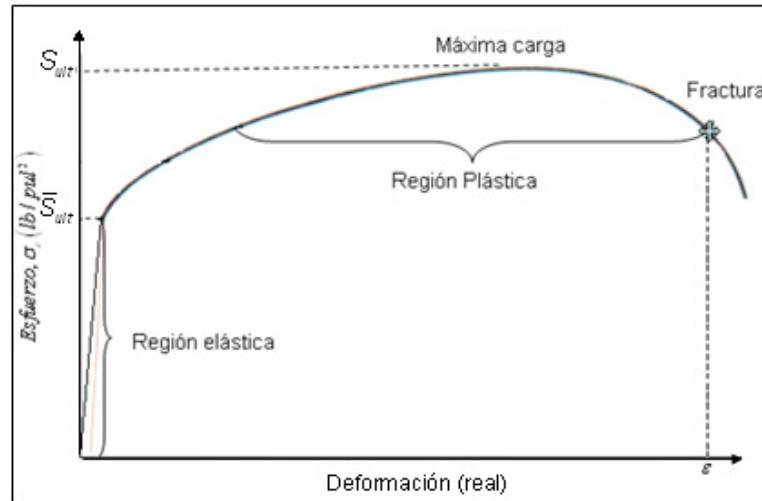


FIGURA 25: Corba de tensió - deformació

En el conformat de metalls s'ha de tenir en compte certes propietats, tals com un baix *límit de fluència* i una alta ductilitat. Aquestes propietats resten influenciades per la temperatura: a mesura que la temperatura augmenta, augmenta també la ductilitat del metall i el límit de fluència disminueix.

1.4.2 Treball en fred

Quan parlem de *treball en fred*, ens referim al treball a temperatura ambient o menor. Aquest treball succeeix a l'aplicar un esforç major al límit elàstic original del metall, produint, al mateix temps, una deformació.

Els principals avantatges del treball en fred són:

- Major precisió.
- Toleràncies més petites.
- Millor acabats superficials.
- Possibilitat d'obtenir propietats de direcció desitjades en el producte final.
- Major duresa.

Malgrat tots aquests avantatges, el treball en fred també reuneix un seguit d'inconvenients, degut a la capacitat que tenen els metalls d'augmentar la seva resistència o duresa i reduir la seva ductilitat i *límit de fatiga* a mesura que es deformen:

- Tensions de treball més elevades.
- Limitació pel que fa al nombre d'operacions.

1.4.3 Treball en calent

Definim treball en calent com la deformació plàstica del material metàl·lic a una temperatura major que la de *recristal·lització*.

Els avantatges que presenta el treball en calent, pel que fa al material a treballar, són:

- Obtenció d'una deformació plàstica quasi il·limitada.
- Disminució del límit elàstic.
- Augment de la ductilitat.

Gràcies a aquests avantatges, s'obtenen varis beneficis:

- Majors modificacions a la forma de la peça de treball.
- Menors forces i esforços requerits per a deformar el material.
- Possibilitat de conformar metalls que es fracturen quan es treballen en fred.
- Propietats de força generalment isotròpiques.
- No es produeix enduriment de certes parts de la peça degudes als processos de treball.

Però, igual que en el treball en fred, el treball en calent també presenta alguns inconvenients. Els més importants són:

- Pitjors acabats superficials.
- Toleràncies més baixes.
- Comportament anisotròpic de les parts treballades.
- Inexactitud dimensional deguda a la combinació *deformació elàstica- contracció tèrmica* del metall.

A la pràctica, el treball en calent es realitza a temperatures una mica per sobre de la meitat de la temperatura de fusió ($0,5 \cdot T_f$). El procés de deformació genera, per si mateix, calor que incrementa la temperatura de treball en sectors localitzats de la peça a treballar, que poden causar una fusió no desitjada d'aquestes regions.

1.5 Acers per a la estampació en calent

La utilització d'acers d'alta resistència en els processos d'estampació convencionals (en fred) es fa difícil degut a la tant reduïda conformabilitat que presenten i a la seva elevada tendència a la recuperació elàstica. El procés d'estampació en calent ha servit per superar aquestes limitacions i ha permès conformar, amb relativa facilitat, aquests materials que, un cop trempats i refredats, poden arribar a assolir una resistència a la ruptura de fins a 1500 MPa.

Ens referim als acers d'ultra alta resistència "UHSS" quan parlem d'aquets nivells de resistència després de la estampació en calent i actualment s'utilitzen en els models d'automòbils de gairebé tots els fabricants.

Entre altres avantatges podem citar els següents:

- Separació de les funcions de conformació i de les propietats d'ús.
- Gran conformabilitat en calent i absència de recuperació elàstica.
- La seva alta resistència a la fatiga i als impactes permet afrontar importants disminucions en el seu espessor i, consegüentment, en la seva massa.
- Supressió de la etapa de granallat (absència de crosta post-trempat), necessària en els acers convencionals no revestits per a la estampació en calent.
- Molt bona tolerància geomètrica de les peces acabades, degut a l'absència del granallat i, per tant, de deformació.
- Excel·lent resistència a la corrosió en les peces acabades.
- Absència de descarburació.
- Simplificació del procés i, per tant, beneficis econòmics deguts també a l'absència del granallat i de les atmosferes inertes en els forns.

Un parell d'exemples d'acers d'ultra alta resistència, que són emprats per alguns models de fabricants d'automòbil són l'*Usibor 1500 P* i l'acer *22MnB5*. La major part de les seves aplicacions es centren, dins de l'automoció, en peces d'antiintrusió (habitacle o motor), com per exemple:

- Bigues de para-xocs davanter i del darrere.
- Reforços de portes.
- Reforços de muntants.
- Reforços de pilar central.



FIGURA 26: Biga de para-xocs, reforç de porta i muntant

CAPÍTOL 2: DEFINICIÓ DEL PROJECTE

2.1 Objectiu

L'objectiu principal d'aquest projecte és dissenyar una matriu d'embotició refrigerada, capaç de fabricar el muntant B d'un automòbil de la manera més òptima, que compleixi tots els requisits i especificacions desitjades pel client i que pugui tenir una sortida real al mercat. Forma part d'aquest objectiu fer un estudi sobre les possibles alternatives, pel que fa al procés de fabricació a seguir.

El muntant B, es fabricarà mitjançant un procés d'estampació en calent, que consisteix en la obtenció de la geometria del component, per deformació plàstica, produïda per pressió a temperatures elevades del material (a 900°C aproximadament). Aquesta deformació controlada del metall, realitzada a alta temperatura, produeix una millor qualitat metal·lúrgica a la peça i una millora de les seves propietats mecàniques. És per això que, degut a aquesta millora de les propietats, la majoria dels automòbils actuals porten un muntant B fabricat amb un procés d'estampació en calent.

El material a conformar en aquest procés serà l'acer *Usibor 1500 P*, degut a les elevades prestacions mecàniques que presenta després d'aquest procés.

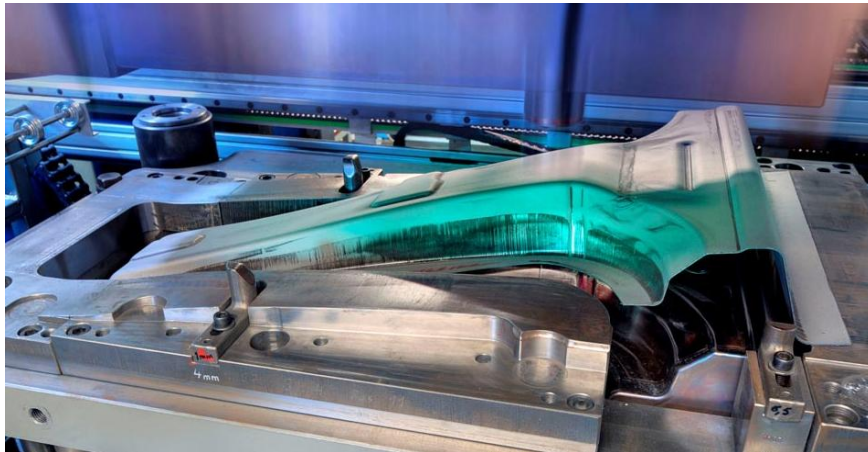


FIGURA 27: Matriu d'embotició refrigerada i muntant B

2.2 Justificació

La seguretat i la reducció de pes, són dues de les principals demandes actuals del sector de l'automoció. Un inevitable augment dels sistemes de seguretat en els automòbils actuals ha portat, amb si mateix, una penalització important que es tradueix en un augment notable del pes i del consum de combustible. És per això que ambdós conceptes, tant la seguretat com la reducció de pes, s'han convertit en una necessitat, ja sigui per reduir els accidents mortals a les carreteres o per a augmentar la eficiència energètica i repercutir, d'aquesta manera, amb una notable disminució de la contaminació.

La introducció de nous materials a les carrosseries dels vehicles es presenta com una alternativa per donar resposta a aquestes exigències, fins a l'extrem en que la quantitat de components d'acer d'*ultra alta resistència* (UHSS) està experimentant un creixement important en els models de tots els fabricants.

Finalment, la decisió de dissenyar una matriu d'embotició refrigerada capaç de conformar aquest tipus de material i obtenir, d'aquesta manera, una peça d'altres prestacions pel que fa a termes de resistència a la ruptura, neix de l'interès de l'autor per competir dins la indústria de l'automòbil i de la seva passió per aquest sector.



FIGURA 28: Seat León

2.3 Abast

L'abast d'aquest projecte es centra en el disseny d'una matriu d'embotició refrigerada de xapa capaç de fabricar el muntant "B" d'un automòbil i un estudi pel que fa a processos de fabricació alternatius.

A part dels càlculs justificatius del disseny i els plànols corresponents i necessaris, s'hi inclouran els punts que es detallen a continuació:

- Disseny del procés d'estampació en calent.
- Descripció dels tots els components i màquines que intervenen en el procés (forn, premsa, sistema d'alimentació, etc.)
- Estudi del material a conformar.
- Estudi de la peça a fabricar.
- Simulació del procés conformació.
- Estudi de possibles alternatives pel que fa al procés de fabricació i a la peça a fabricar.
- Estudi de l' impacte mediambiental.
- Manteniment de la matriu.

Tot això anirà acompanyat d'un estudi econòmic (pressupost, viabilitat, etc.) i de la menció de la normativa aplicada.

CAPÍTOL 3: ANTECEDENTS

3.1 Introducció

Durant les últimes dècades, els automòbils han experimentat una gran evolució en tot tipus de prestacions però és, sense cap mena de dubte, en l'aspecte de la seguretat on s'observa un canvi significatiu.

La evolució de l'automòbil ha portat, amb si mateixa, una nova cultura de la seguretat i, poc a poc, ha anat canviant la mentalitat amb la que es jutja actualment les característiques dels vehicles. La rigidesa amb la que es fabricaven els automòbils d'abans s'ha anat substituint per materials i configuracions estructurals que absorbeixen més energia en l'impacte, pel simple fet d'adquirir certa deformació. S'ha demostrat científicament que aquesta deformació en la carrosseria dels automòbils, a l'hora d'impactar frontalment, afecta positivament en el nombre víctimes i lesions en els ocupants dels vehicles i, de fet, un gran nombre d'estadístiques ho corroboren.

No és així, però, quan parlem d'un impacte lateral, on una deformació excessiva dels elements estructurals del vehicle, pot provocar danys personals irreversibles i és per això que, en aquests casos, es busca una rigidesa molt elevada. És aquí on, el muntant B del vehicle, juga un paper molt important.



FIGURA 29: "Crash test" frontal y lateral

3.2 Fabricació en fred

Fins fa relativament poc, la fabricació del muntant B dels automòbils es feia mitjançant el procés conformació en fred del material. La necessitat d'aconseguir la major rigidesa per aquesta peça, portava als fabricants a haver de fabricar-la en dues parts: *reforç muntant B* i *reforç muntant B intern*. Tot i ser una solució efectiva, presentava certs inconvenients:

- Increment tant del pes com del consum de combustible i de la contaminació del vehicle.
- Increment de les operacions de muntatge i de la maquinaria (matrius, premses, cèl·lules robotitzades de soldadura, etc.).
- Increment dels costos fabricació (muntatge, material, maquinaria, etc.).
- Menys resistència a l'impacte que en la conformació en calent.



FIGURA 30: *Reforç muntant B i reforç muntant B intern*

3.3 Conformació en calent

La introducció del procés de conformació en calent ha permès fabricar un muntant B d'una "única peça" i augmentar la seva rigidesa. Aquest canvi en la fabricació d'aquest element ha aportat una sèrie de millores tant pel que fa al procés de fabricació com en l'automòbil en si:

- Reducció considerable del pes (fins a 4 kg.), del consum de combustible i de la contaminació emesa per l'automòbil.
- Reducció en el consum del material en el procés de fabricació.
- Disminució pel que fa a la quantitat de màquines necessàries per a fabricar la peça (matrius, cèl·lules robotitzades de soldadura, premses, etc.).
- Reducció del nombre d'operacions.
- Disminució del tonel·latge de les premses.
- Augment de la resistència a la ruptura del muntant B.



FIGURA 31: Muntant B estampat en calent

CAPÍTOL 4: ESPECIFICACIONS BÀSIQUES

4.1 Especificacions bàsiques de la peça a fabricar

4.1.1 Descripció de la peça

Com ja s'ha comentat anteriorment, la peça a fabricar és el muntant B d'un automòbil, fabricat amb un acer d'ultra alta resistència (*Usibor 1500 P*) en un procés d'estampació en calent, el qual podria tenir unes dimensions aproximades de 1200 mm d'alçada i 1,85 mm d'espessor.

La funció bàsica d'aquesta peça és protegir als ocupants del vehicle on vagi muntada, absorbint el màxim d'energia en cas d'impacte lateral del vehicle i adquirint les mínimes deformacions possibles.



FIGURA 32: Muntant B de 1'85 mm d'espessor

4.1.2 Material de la peça

El material a conformar és un acer d'ultra alta resistència anomenat Usibor 1500 P i reuneix les següents característiques:

- Tipus d'acer: *Dual Phase*
- Composició química: *Fe, C, Mn, Cr, B.*
- Estructura: *100% martensítica.*
- Tractament tèrmic: *Austenització (5 min a 900° C).*
- Recobrint: *Capa de 25 μm d'espessor de difusió aliada de Fe-Al-Si.*
- Propietats mecàniques:

| | R_e (MPa) | R_m (MPa) | A (%) $L_0 = 80$ mm $e < 3$ mm |
|-----------------|-------------|-------------|--------------------------------------|
| Usibor® 1500 P | 1100 | 1500 | 6 |
| 22MnB5* | 1100 | 1500 | 6 |
| Ductibor® 500 P | 400 | 570 | 22 |

TAULA 1: Propietats mecàniques d'acers UHSS

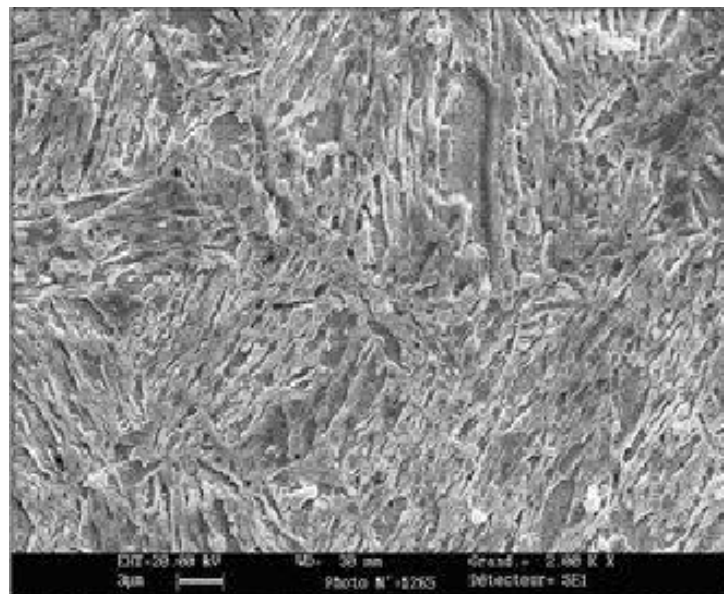


FIGURA 33: Estructura Martensítica Usibor 1500 P

4.2 Especificacions bàsiques del procés de fabricació

El procés de fabricació que es farà servir per a la obtenció de la nostra peça, serà un procés d'*estampació en calent*, en el qual hi distingirem diferents fases.

1^a FASE-*Austenització* del semiproducte (preforma) durant 5 minuts a 900°C aproximadament.

2^a FASE-*Embotició* en calent de la peça + *trempe* a una velocitat de refredament > 50°C/seg.

3^a FASE-*Acabat* de la peça (tall rebaves, etc.).

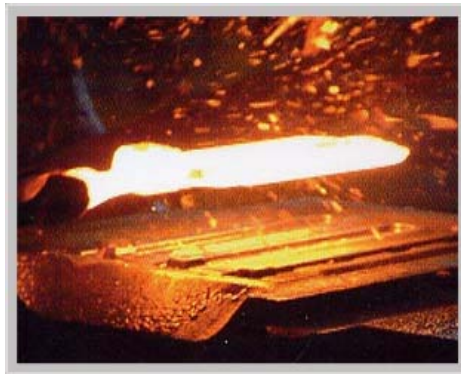


FIGURA 34: Peça incandescent

4.3 Especificacions bàsiques de la matriu a dissenyar

La matriu que s'utilitzarà en aquest projecte serà una *matriu d'embotició refrigerada* d'una sola operació. A mesura que es vagi fent el disseny durant la segona part del projecte, es determinaran tots i cadascun dels components d'aquesta: *plaques, columnes, casquets, punxó, guies, etc.* Finalment, el sistema d'alimentació serà *automàtic*.



FIGURA 35: Matriu d'embotició refrigerada

CAPÍTOL 5: ALTERNATIVES

5.1 Possibles solucions alternatives

Hi ha varis processos de fabricació que es podrien considerar com a alternatives per a la fabricació del muntant B d'un automòbil:

- **FABRICACIÓ PER ARRANCAMENT DE FERRITXA:** L'objectiu principal en els processos per arrancament de ferritxa és l'obtenció de peces amb una geometria i un acabat determinats, a partir d'una peça en brut o semiproducte. La operació consisteix en arrancar, de la peça bruta, el material sobrant mitjançant les eines de tall i les màquines adequades.



FIGURA 36: Fabricació per arrancament de ferritxa

- **FABRICACIÓ AMB UN PROCÉS D'ESTAMPACIÓ EN FRED:** Tal com s'ha explicat fins ara, consisteix en l'obtenció d'peces, a partir d'una banda de xapa o una xapa plana, amb una geometria i dimensions determinades. S'obtenen partir de la deformació de la xapa, però en fred o temperatura ambient, i mitjançant eines de tall i de conformació, totes elles incloses dins d'una matriu, accionada, al mateix temps, per una premsa.



FIGURA 37: Reforç muntant B intern

- *FABRICACIÓ A PARTIR D'UN PROCÉS D'ESTAMPACIÓ EN CALENT:* Entenem, doncs, que aquest és un procés tecnològic que té la finalitat de realitzar peces mecàniques deformant plàsticament un lingot o semiproducte, escalfat prèviament, en una matriu que, al mateix temps, servirà per refredar la peça tot fent-li un *trempe*.



FIGURA 38: Cargols forjats

- *FABRICACIÓ PER EMMOTLLAMENT:* Es basa en la fabricació de peces, amb una geometria i unes dimensions determinades, fonent un metall, o un aliatge, i abocant-lo dins d'un motlle fabricat prèviament, on el metall es refreda i es solidifica.



FIGURA 39: Fabricació per emmotllament

5.2 Plantejament de les alternatives

5.2.1 Introducció

Abans d'escollir el mètode o procés a utilitzar s'ha de tenir en compte els diferents aspectes i aplicacions de cadascun d'ells i fer-ne una valoració. El plantejament el basariem principalment en aquests aspectes:

- Aspecte de la superfície que es desitja obtenir.
- Dimensions de la peça.
- Quantitat de peces a obtenir.
- Acabats i precisió que es requereixen.
- Nombre d'operacions a realitzar per obtenir cada peça.
- Temps requerit per a la fabricació de les peces.
- Cost de les operacions i de la maquinària necessària.
- Rendibilitat econòmica del procés.

Tanmateix, hem de tenir en compte que la peça en concret no requereix d'un molt bon acabat superficial ni aspecte exterior, doncs és no pateix fregaments ni tampoc és un element exterior amb finalitats decoratives. De la mateixa manera, un dels principals objectius d'aquest projecte pel que fa a la producció, és competir dins del món de la indústria de l'automòbil i, per a aconseguir aquest objectiu, és necessari plantejar una producció elevada, pel que fa al nombre de peces diàries a fabricar.

5.2.2 Fabricació per arrancament de ferritxa

Peral procés de fabricació per arrancament de ferritxa, ens hem de plantejar un seguit d'avantatges i inconvenients:

- AVANTATGES:
 - Obtenció de peces amb molt bon aspecte i acabat superficial.
 - Possibilitat de conformar un ampli ventall de materials metàl·lics.
 - Precisió dimensional de les peces elevada.

➤ INCONVENIENTS:

- Nombre elevat d'operacions per obtenir cada peça.
- Temps de fabricació de les peces elevat.
- Costos de fabricació i eines elevats.

5.2.3 Fabricació per estampació en fred

Pel que fa al procés d'estampació en fred, ens plantejarem els següents avantatges i inconvenients:

➤ AVANTATGES:

- Molt bona precisió dimensional.
- Només amb una o poques operacions podem obtenir la peça.
- Temps de fabricació baix.
- Inversió econòmica relativament baixa.
- Rendibilitat econòmica alta.

➤ INCONVENIENTS:

- L'acabat superficial de les peces depèn únicament de l'estat del semiproducte.
- Per acers de molta duresa, calen premses molt potents.

5.2.4 Fabricació estampació en calent

Respecte al procés d'estampació en calent, ens plantejarem els següents avantatges i inconvenients:

➤ AVANTATGES:

- Possibilitat de conformar aliatges de molta duresa amb facilitat.
- Amb poques operacions podem obtenir la peça.
- Temps de fabricació baix.

- Rendibilitat econòmica alta.
- INCONVENIENTS:
 - L'acabat superficial es pot veure afectat pel procés de refredament.
 - S'ha de tenir en compte les contraccions tèrmiques del material.

5.2.5 Fabricació per emmotllament

Pel que fa al procés d'emmotllament, ens haurem de plantejar els següents avantatges i inconvenients:

- AVANTATGES:
 - Possibilitat d'obtenir una gran quantitat de peces en poc temps.
 - Costos de fabricació baixos.
 - Temps requerit per a la obtenció de les peces baix.
 - Rendibilitat econòmica alta.
- INCONVENIENTS:
 - L'aspecte i acabat de la superfície depèn del motlle, del material de la peça i del seu refredament.
 - Propietats mecàniques de les peces molt dolentes.

5.3 Valoració de les alternatives

Un cop plantejats tots aquests aspectes, procedim a fer la valoració de cadascun dels processos plantejats anteriorment:

- *FABRICACIÓ PER ARRANCAMENT DE FERRITXA*: Degut a l'elevat temps i cost de fabricació, resulta inviable fer una producció elevada d'aquesta peça.
- *FABRICACIÓ PER ESTAMPACIÓ EN FRED*: Tot i ser una de les alternatives més rellevants, la dificultat per conformar metalls de molt alta resistència i el cost addicional que ens suposa l'excés de material per a obtenir unes propietats mecàniques determinades, ens fa optar per un altre procés.

- **FABRICACIÓ PER ESTAMPACIÓ EN CALENT:** La possibilitat de conformar acers d'altres prestacions i la obtenció de la millora de propietats d'aquests, combinat amb el baix cost d'inversió i l'alta rendibilitat del procés, ens fa pensar que possiblement seria la millor opció a escollir.
- **FABRICACIÓ PER EMMOTLLAMENT:** La baixes propietats mecàniques obtingudes en les peces fabricades, contraresta l'alta rendibilitat i el baix cost que significaria la elecció d'aquest procés.

5.4 Selecció de l'alternativa més adequada

Finalment, després de valorar totes les alternatives plantejades, es decideix realitzar el procés d'*estampació en calent* per a la fabricació de la peça per varis motius:

- La possibilitat de conformar materials de molt altes prestacions i duresa.
- La possibilitat de fer un tractament tèrmic que millora les propietats d'aquest material, al mateix temps que el conformem.
- L'elevada producció de peces per dia que ens permet aquest procés.
- El baix cost i inversió econòmica que ens suposa aquest procés comparat amb altres processos per a conformar materials d'altres prestacions.

CAPÍTOL 6: NORMATIVA APLICABLE

6.1 Normativa aplicable

Respecte a la normativa aplicable per a la realització d'aquest projecte, distingirem diversos camps d'aplicació (*ISO, UNE, UNE-EN, IRAM, DIN, etc.*)

- Representació Gràfica.
- Processos de fabricació.
- Fabricació d'eines i de màquines.
- Manteniment.
- Seguretat i higiene.
- Medi ambient.
- Toleràncies, geometries i acabats.
- Qualitat.

D'altra banda, pel que fa a la lliure circulació i comercialització dins la Unió Europea, s'hauran de complir la directiva següent:

- *Directiva 2006/42/CE* relativa a les màquines.

Finalment, val a dir que en termes de seguretat i de salut, s'haurà de complir la directiva:

- *Directiva 89/655/CEE* relativa a les disposicions mínimes de seguretat i de salut sobre la utilització per part dels treballadors al treball i equips de treball.

CAPÍTOL 7: PLANIFICACIÓ

7.1 Planificació i diagrama de Gantt

El desenvolupament del projecte comporta la realització d'un conjunt de tasques que s'han de planificar en el temps. Una bona distribució d'aquestes tasques optimitza el temps necessari per a la realització del projecte. Es tenen en compte les diferents fases de treball i s'entén que el temps adjudicat a cada tasca és una simple estimació, que en alguns casos ve determinada per l'experiència i en altres no. És per això que, probablement, hi haurà canvis durant el transcurs del projecte però, en tot cas, s'intentarà respectar al màxim la planificació.

Al diagrama de Gantt que s'adjunta a continuació, es mostra una distribució de tasques en fraccions de temps corresponents a una setmana. La realització simultània d'algunes tasques és deguda a aquesta necessitat, doncs n'hi ha que no es poden realitzar d'una altra manera.

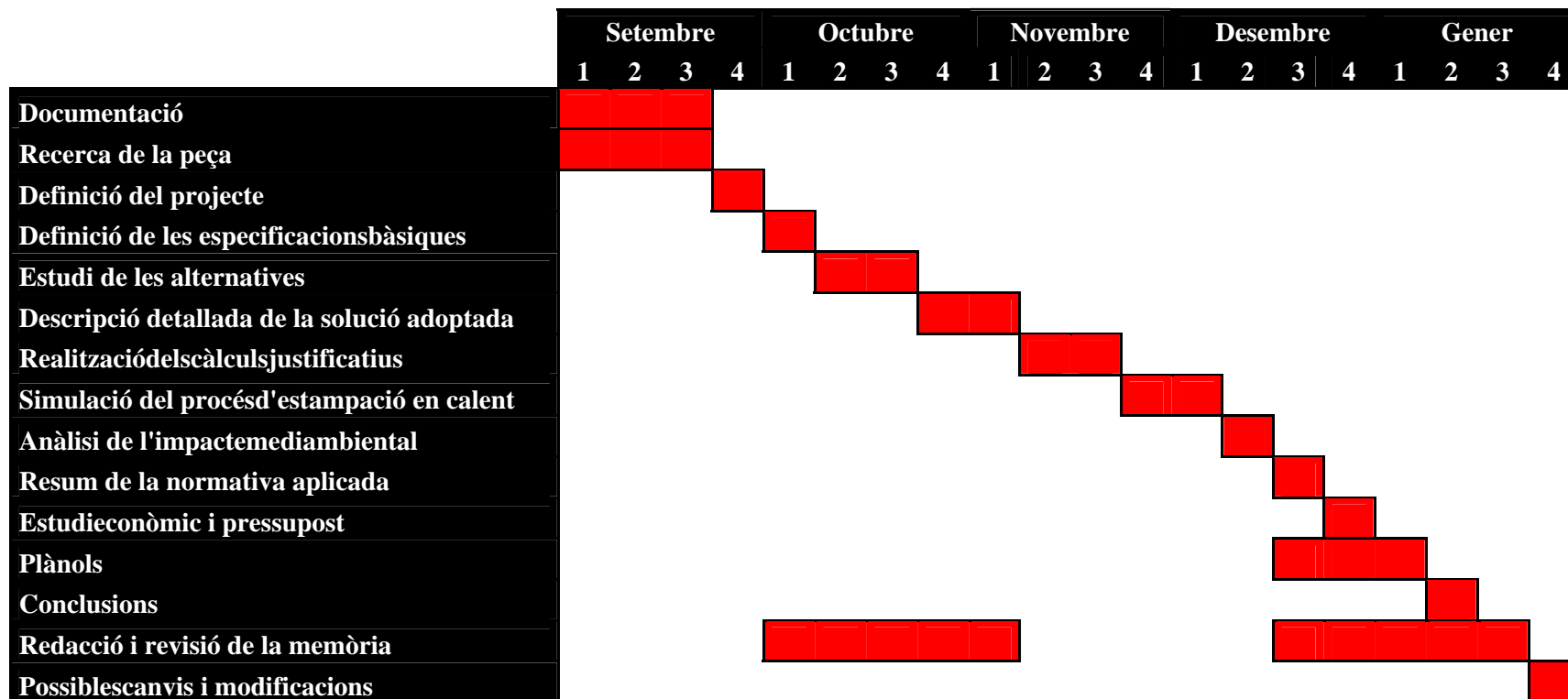


FIGURA 40: Diagrama de Gantt

CAPÍTOL 8: BIBLIOGRAFIA

8.1 Bibliografia consultada

- Miquel Serra Gasol. “Fabricació de peces per emmotllament i deformació plàstica”. Escola Universitària d’Enginyeria Tècnica de Barcelona. 2010.
- Jesús del Río. “Conformaciónplástica de materialesmetálicos (en frío y en caliente)”. Cie Inversiones EditorialesDossat 2000, S. L. 2005.
- Julián Camarero de la Torre y Arturo Martínez Parra. “Matrices, moldes y utillajes”. Cie Inversiones EditorialesDossat 2000, S. L. 2003.
- Robert Lehnert. “La construcción de herramientas”. Editorial Reverte, S. A. 1979.
- Centre Tecnològic Ascamm. “Estampación en caliente”. 2011.
- Centre Tecnològic Ascamm. “Diseño de piezas de chapa”. 2011.
- Centre Tecnològic Ascamm. “Diseño de piezas de chapa 2”. 2011.
- Centre Tecnològic Ascamm. “Diseño de componentes de chapa”. 2011.
- ArcelorMittal. “Aceros para estampación en caliente”. 2011.
- Luís Alberto Montalvo Soberón. “Embutido de chapasmétálicas”. Instituto Superior Tecnológico de Chiclayo (Perú). 2004.
- Xavier Conesa. “Estampación en caliente y los útiles de control”. El blog de los útiles de cnotrol y la metrología. 2011.
- Centro de InvestigaciónMetalúrgicaAzterlan. “Estampación en caliente”. 2010
- Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. “Conformado de metales”. 2008



Escola Universitària d'Enginyeria
Tècnica Industrial de Barcelona
Consorci Escola Industrial de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Memòria



"DISSENY D'UNA MATRIU D'EMBOTICIÓ PER A LA FABRICACIÓ DE PECES D'AUTOMÒBIL"

PFC presentat per optar al títol d'Enginyeria Tècnica
Industrial especialitat MECÀNICA
per **Carles Soteras Villalonga**

Barcelona, 14 de Juny de 2012

Director: Miquel Serra Gasol
Departament de Mecànica (EM)
Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)

ÍNDIX

| | |
|--|-----------|
| RESUM | 1 |
| RESUMEN | 2 |
| ABSTRACT | 3 |
| AGRAIMENTS | 4 |
| CAPÍTOL 1: DEFINICIÓ DEL PROJECTE | 5 |
| 1.1 Objecte | 5 |
| 1.2 Abast..... | 6 |
| CAPÍTOL 2: ESPECIFICACIONS BÀSIQUES | 7 |
| 2.1 Descripció de la peça..... | 7 |
| 2.1.1 Geometria i dimensions | 7 |
| 2.1.2 Propietats mecàniques | 8 |
| 2.1.3 Acabat superficial | 8 |
| CAPÍTOL 3: ANTECEDENTS | 9 |
| 3.1 Introducció | 9 |
| 3.2 Fabricació en fred..... | 10 |
| 3.3 Estampació en calent..... | 11 |
| CAPÍTOL 4: ESTUDI DEL MATERIAL | 13 |
| 4.1 Introducció | 13 |
| 4.2 Classificació dels acers a l'automoció..... | 14 |
| 4.3 Acers HSS i UHSS | 15 |
| 4.4 Metal·lúrgia dels acers UHSS | 16 |
| 4.5 Conformabilitat dels acers UHSS..... | 21 |

| | | |
|---|--|-----------|
| 4.6 | Material a conformar | 22 |
| 4.6.1 | Introducció..... | 22 |
| 4.6.2 | Anàlisi químic i superficial..... | 22 |
| 4.6.3 | Anàlisi segons el Diagrama de Fases Ferro – Carbur de Ferro..... | 24 |
| 4.6.4 | Característiques mecàniques..... | 28 |
| 4.6.4.1 | Introducció..... | 28 |
| 4.6.4.2 | Martensita | 28 |
| 4.6.4.3 | Límit elàstic | 28 |
| 4.6.4.4 | Resistència a la tracció..... | 28 |
| 4.6.4.5 | Ductilitat | 30 |
| 4.6.4.6 | Resistència a la fatiga | 31 |
| 4.6.5 | Característiques inherents al tractament tèrmic | 32 |
| 4.6.5.1 | Introducció..... | 32 |
| 4.6.5.2 | Trempabilitat..... | 32 |
| 4.6.5.3 | Velocitat Crítica de Tremp | 34 |
| 4.6.5.4 | Diagrama TTT | 35 |
| 4.6.5.5 | Anàlisi dilatomètric | 36 |
| 4.6.5.6 | Recuit..... | 37 |
| 4.7 | Conclusions | 37 |
| CAPÍTOL 5: PROCÉS DE FABRICACIÓ..... | | 38 |
| 5.1 | Introducció | 38 |
| 5.2 | Alternatives | 39 |
| 5.2.1 | Introducció..... | 39 |
| 5.2.2 | Plantejament de les alternatives..... | 39 |
| 5.2.2.1 | Fabricació per arrencament de ferritja | 39 |
| 5.2.2.2 | Fabricació per estampació en fred | 40 |
| 5.2.2.3 | Fabricació per estampació en calent..... | 41 |
| 5.2.2.4 | Fabricació per emmotllament | 42 |

| | | |
|---------|--|----|
| 5.2.3 | Valoració de les alternatives..... | 43 |
| 5.2.4 | Selecció de l'alternativa més adequada..... | 44 |
| 5.3 | Descripció bàsica del procés d'estampació en calent..... | 45 |
| 5.4 | Operacions i tractaments tèrmics del procés..... | 46 |
| 5.4.1 | Introducció..... | 46 |
| 5.4.2 | Descripció de les operacions..... | 46 |
| 5.4.2.1 | Austenització..... | 46 |
| 5.4.2.2 | Embotició..... | 46 |
| 5.4.2.3 | Tremp..... | 47 |
| 5.4.2.4 | Tall làser..... | 47 |
| 5.5 | Components de la línia de fabricació..... | 48 |
| 5.5.1 | Introducció..... | 48 |
| 5.5.2 | Descripció dels components..... | 48 |
| 5.5.2.1 | Dispensador..... | 48 |
| 5.5.2.2 | Robots..... | 48 |
| 5.5.2.3 | Marcador..... | 48 |
| 5.5.2.4 | Forn..... | 49 |
| 5.5.2.5 | Contenedor de rebutjos..... | 49 |
| 5.5.2.6 | Premsa..... | 49 |
| 5.5.2.7 | Matrius..... | 49 |
| 5.5.2.8 | Contenedor pulmó..... | 49 |
| 5.5.2.9 | Cèl·lula de tall per làser..... | 49 |
| 5.6 | Distribució en planta..... | 50 |
| 5.6.1 | Aspectes a tenir en compte..... | 50 |
| 5.6.2 | Distribució en planta proposada..... | 50 |
| 5.7 | Descripció pas a pas del procés..... | 52 |
| 5.8 | Producció i cicles de treball..... | 53 |

| | | |
|---|---|-----------|
| 5.9 | Seguretat..... | 54 |
| 5.9.1 | Introducció..... | 54 |
| 5.9.2 | Riscs..... | 54 |
| 5.9.3 | Mesures de seguretat i protecció..... | 55 |
| 5.9.4 | Sistemes de seguretat i protecció..... | 57 |
| 5.9.4.1 | Principis bàsics i sistemes de seguretat i protecció generals | 57 |
| 5.9.4.2 | Sistemes de seguretat i protecció per a la premsa..... | 59 |
| 5.9.4.2.1 | Introducció..... | 59 |
| 5.9.4.2.2 | Sistema anticaiguda del capçal | 60 |
| 5.9.4.2.3 | Sistema contra possibles sobrecàrregues | 60 |
| 5.9.4.2.4 | Encuny tancat..... | 62 |
| 5.9.4.2.5 | Pantalla mòbil enclavada | 63 |
| 5.9.4.2.6 | Barrera immaterial fotoelèctrica | 63 |
| 5.9.4.2.7 | Allunya – cossos..... | 64 |
| 5.9.4.2.8 | Comandament a dues mans..... | 64 |
| 5.9.4.3 | Sistemes de seguretat i protecció per al forn | 65 |
| 5.9.4.4 | Sistemes de seguretat i protecció per als robots..... | 65 |
| 5.9.4.5 | Sistemes de seguretat i protecció per al marcadore..... | 65 |
| 5.9.4.6 | Sistemes de seguretat i protecció per a la cèl·lula de tall làser | 66 |
| CAPÍTOL 6: ELEMENTS IMPORTANTS DEL PROCÉS..... | | 67 |
| 6.1 | Introducció | 67 |
| 6.2 | Forn | 68 |
| 6.2.1 | Introducció..... | 68 |
| 6.2.2 | Funcionament i característiques del forn..... | 69 |
| 6.3 | Premsa | 70 |
| 6.3.1 | Introducció..... | 70 |

| | | |
|---|--|-----------|
| 6.3.2 | Descripció de les alternatives | 70 |
| 6.3.2.1 | Premses mecàniques | 70 |
| 6.3.2.2 | Premses hidràuliques | 70 |
| 6.3.3 | Valoració de les alternatives | 74 |
| 6.3.4 | Selecció de la premsa adequada | 74 |
| CAPÍTOL 7: DISSENY DE LA MATRIU | | 75 |
| 7.1 | Matriu refrigerada..... | 75 |
| 7.1.1 | Introducció..... | 75 |
| 7.2 | Descripció dels elements | 76 |
| 7.2.1 | Disc | 76 |
| 7.2.2 | Columna..... | 76 |
| 7.2.3 | Trepitjador | 77 |
| 7.2.4 | Placa porta - matriu..... | 78 |
| 7.2.5 | Matriu | 79 |
| 7.2.6 | Circuits de refrigeració | 80 |
| 7.2.7 | Guia | 80 |
| 7.2.8 | Punxó..... | 81 |
| 7.2.9 | Tapa molla | 82 |
| 7.2.10 | Placa porta – punxó | 82 |
| 7.2.11 | Elements normalitzats..... | 83 |
| CAPÍTOL 8: PRESSUPOST | | 84 |
| 8.1 | Introducció | 84 |
| 8.2 | Detall del cost total del projecte | 84 |
| CAPÍTOL 9: MANTENIMENT DE LA MATRIU..... | | 85 |
| 9.1 | Introducció | 85 |
| 9.2 | Proves de matriu | 86 |
| 9.3 | Matrius en producció..... | 87 |
| 9.4 | Manteniment general de matrius | 88 |

| | | |
|--|---|-----------|
| 9.5 | Manteniment preventiu de matrius | 89 |
| 9.6 | Manteniment de xoc | 90 |
| 9.7 | Components a revisar a les matrius | 91 |
| 9.8 | Reparació i recanvis | 92 |
| 9.9 | Neteja, lubricació i control | 92 |
| 9.10 | Fitxes de manteniment..... | 93 |
| CAPÍTOL 10: ASPECTES AMBIENTALS | | 94 |
| 10.1 | Introducció | 94 |
| 10.2 | Aspectes ambientals | 95 |
| 10.2.1 | Aspectes a tenir en compte | 95 |
| 10.2.2 | Aspectes ambientals en condicions normals de treball..... | 96 |
| 10.2.2.1 | Residus no perillosos | 96 |
| 10.2.2.2 | Residus perillosos | 96 |
| 10.2.2.3 | Contaminació acústica | 96 |
| 10.2.2.4 | Consum energètic | 96 |
| 10.2.2.5 | Productes químics..... | 96 |
| 10.2.3 | Aspectes ambientals en condicions d'emergència..... | 98 |
| 10.2.3.1 | Incendis..... | 96 |
| 10.2.3.2 | Abocaments | 96 |
| 10.3 | Impactes ambientals | 99 |
| 10.3.1 | Possibles impactes | 99 |
| 10.4 | Gestió ambiental..... | 100 |
| 10.4.1 | Necessitat de gestió..... | 100 |
| 10.4.2 | Gestió de residus..... | 100 |
| 10.4.3 | Contaminació acústica | 101 |
| 10.4.4 | Consum energètic | 101 |
| 10.4.5 | Productes químics..... | 101 |
| 10.4.6 | Impactes en cas d'emergència | 101 |

| | |
|---|------------|
| CAPÍTOL 11: NORMATIVA APLICABLE..... | 102 |
| 11.1 Directives, normativa i legislació..... | 102 |
| CAPÍTOL 12: CONCLUSIONS | 104 |
| 12.1 Conclusions sobre el projecte..... | 104 |
| 12.2 Proposta de millora..... | 105 |
| 12.2.1 Introducció..... | 105 |
| 12.2.2 Temps de disponibilitat de les màquines..... | 105 |
| 12.2.3 Percentatge de rebutjos..... | 106 |
| 12.2.4 Absentisme per accidentalitat..... | 106 |
| CAPÍTOL 13: BIBLIOGRAFIA..... | 107 |
| 13.1 Referències bibliogràfiques..... | 107 |
| 13.2 Apunts | 107 |
| 13.3 Enllaços web..... | 108 |

Resum

En aquest projecte es realitza el disseny d'una matriu d'embotició refrigerada que servirà per a fabricar el reforç muntant B d'un model actual d'automòbil. El procés que es fa servir és el d'estampació en calent i el material a conformar és un aliatge d'acer d'altres prestacions.

Per a la fabricació de la peça, es tenen en compte varis processos, es fa un estudi detallat del material que finalment es conformarà, previ plantejament i valoració de les alternatives, i es fa una tria entre varis tipus de premsa.

Pel que fa al procés de fabricació emprat, es fa una descripció pas a pas d'aquest, una proposta de distribució en planta de la maquinària i es defineixen clarament les operacions i tractaments tèrmics a realitzar, els cicles de treball i la producció diària i tots els sistemes de seguretat que s'han d'instal·lar.

També és part del projecte, i no menys important, fer un estudi detallat dels aspectes ambientals que es generaran i dels impactes que aquests poden suposar.

Finalment, i a mode de reflexió, es treuen conclusions de tot el treball realitzat i es fa una proposta de millora.

Resumen

En este proyecto se realiza el diseño de una matriz de embutición refrigerada que servirá para fabricar el refuerzo montante B de un modelo actual de automóvil. El proceso que se lleva a cabo es el de estampación en caliente y el material a conformar es una aleación de acero de altas prestaciones.

Para la fabricación de la pieza, se tienen en cuenta varios procesos, se realiza un estudio detallado del material a conformar, previo planteamiento y valoración de las alternativas, y se selecciona uno de varios tipos de prensa.

En cuanto al proceso de fabricación llevado a cabo, se hace una descripción paso a paso del mismo, una propuesta de distribución en planta de la maquinaria y se definen claramente las operaciones y tratamientos térmicos a realizar, los ciclos de trabajo y la producción diaria y todos los sistemas de seguridad a instalar.

Es parte del proyecto, y no menos importante, realizar un estudio detallado de los aspectos ambientales que se generarán y de los impactos que éstos pueden suponer.

Finalmente, y a modo de reflexión, se sacan conclusiones de todo el trabajo realizado y se hace una propuesta de mejora.

Abstract

In this project it is carried out the design of a sheet refrigerated mould that will be used to manufacture B-pillar reinforcement for a current model of an automobile. It is used a hot stamping process and the material to be stamped is a high performance steel alloy.

For the production of the piece, several processes are taken into account, it is carried out a detailed study of the material that will be finally used to, after doing an approach and assessment of the alternatives. Then, it will be made a choice between several types of press.

In connection to the manufacturing process used, it is made a description of the same step by step, a proposal for the distribution in plant of the machinery and they are clearly defined the thermal treatments and the operations to perform, the daily production and the work cycles, and all of the security systems that should be installed.

It is also part of the project, and not least important, to make a detailed study of the environmental aspects that will happen and the impacts that these aspects can generate.

Finally, they are listed some conclusions reached about the work done and it is made an improvement proposal.

Agraïments

La realització d'aquest projecte no hagués sigut possible sense la col·laboració de moltes persones que m'han ofert la seva ajuda, els seus coneixements i el seu recolzament incondicional. Vull agrair a totes elles el que han fet per mi i per a que tot aquest treball sortís endavant de la millor manera possible.

Resto especialment agraït al meu director de projecte, el Sr. Miquel Serra Gasol, per donar-me la oportunitat de realitzar aquest treball sense dubtar, en cap moment, de prendre-hi part en la direcció del mateix. Perquè m'ha ajudat i recolzat en tot moment, corregint minuciosament la feina realitzada i ajudant-me a millorar-la. Perquè gràcies als seus consells, comentaris, direccions, suggeriments i correccions he pogut elaborar una adequada memòria de tot el treball realitzat. I, sobretot, perquè sempre ha estat molt atent a totes les meves consultes dins i fora del seu despatx. Gràcies a la seva qualitat humana.

Aprofito també per a mostrar el meu agraïment a tots els professors que, indirectament, han aportat una petita part en aquest projecte pel que fa als meus coneixements adquirits i, especialment, al Sr. Martí Llorens per la seva gran ajuda i qualitat humana mostrada en moments difícils. La gran professionalitat d'alguns d'ells m'han fet comprendre una mica millor el significat del meu pas per aquesta escola.

Pel seu especial recolzament, la seva ajuda en moltes ocasions, per tots els moments que hem passat junts dins i fora de l'escola, per tantes hores aprofitades i desaprovechades dins del "búnker" i per totes les converses mantingudes i els bons moments d'amistat i companyonia, vull expressar el meu agraïment a en David i, també, a tots aquells companys que, sense voler, han fet que m'endugui un bon record del meu pas per aquesta escola.

Vull expressar també el meu agraïment a la meva parella, que en tantes ocasions m'ha ajudat amb la seva companyia i el seu recolzament moral i sentimental. La seva presència en aquests últims anys de la meva carrera m'ha aportat molta estabilitat i una dosi d'energia extra per a realitzar l'últim "sprint".

Tot seguit, vull expressar el meu agraïment a la meva família, especialment als meus pares i a la meva àvia, pel seu afecte, comprensió i recolzament incondicional en dosis extraordinàriament elevades. Tot i les dificultats en certs moments, tots ells han aconseguit que continués avançant cap al meu objectiu .

I, finalment, crec que mai trobaré la forma d'agrair una vida plena de sacrificis, esforços i afecte al meu pare, a qui admiro per la seva constància i la seva comprensió i confiança mostrada envers a mi. M'agradaria deixar constància que l'objectiu aconseguit és també seu i que la força que m'ha ajudat a aconseguir-lo ha sigut el seu gran recolzament.

A totes aquelles persones que m'han ajudat a aconseguir aquest objectiu, inici d'un camí que espero que sigui llarg i interessant,

Gràcies.

CAPÍTOL 1: DEFINICIÓ DEL PROJECTE

1.1 Objecte

L'objectiu principal d'aquest projecte és dissenyar una matriu d'embotició capaç de fabricar el *reforç muntant B* d'un automòbil actual, en un procés de producció en sèrie, de la manera més òptima, que compleixi tots els requisits i especificacions exigides pel client i que pugui tenir una sortida real al mercat.

El muntant B juga un paper molt important pel que fa a la protecció contra impactes laterals. És per això que la deformació que pateix l'habitacle d'un vehicle durant aquest tipus d'impactes depèn, en gran part, de les característiques d'aquesta peça i de les seves propietats mecàniques.

Per a complir amb les exigències sol·licitades es tindrà en compte tant el material de la peça, que serà escollit en funció de les seves prestacions i de la seva facilitat de fabricació, com el procés de fabricació a emprar.



FIGURA 1: Matriu d'embotició refrigerada i reforç muntant B

1.2 Abast

L'abast d'aquest projecte es centra en el disseny d'una matriu d'embotició capaç de fabricar el *reforç muntant B* d'un automòbil. Formen part d'aquest disseny i, per tant, de l'abast d'aquest projecte els punts que es detallen a continuació:

- Estudi de la peça a fabricar.
- Estudi del material a conformar.
- Plantejament dels possibles processos de fabricació.
- Disseny del procés escollit, en aquest cas, el d' *Estampació en Calent*.
- Descripció de tots els utilatges i màquines que intervenen en el procés.
- Descripció del manteniment a dur a terme.
- Pressupost de la matriu.
- Anàlisi dels aspectes ambientals.
- Menció de la normativa aplicada.

CAPÍTOL 2: ESPECIFICACIONS BÀSIQUES

2.1 Descripció de la peça

2.1.1 Geometria i dimensions

La peça a fabricar es muntarà, posteriorment, en un model determinat d'automòbil i, per tant, tindrà una geometria i unes dimensions molt definides que responen a un disseny prèviament realitzat i es representen en el seu plànol corresponent. D'altra banda, el grossor que haurà de tenir serà de 1,7 mm.



FIGURA 2 : Vistes del reforç muntant B

2.1.2 Propietats mecàniques

Tal com s'ha esmentat anteriorment, el muntant B esdevé una peça molt important dins de la seguretat passiva de l'automòbil. La seva funció és protegir als ocupants del vehicle contra un possible impacte lateral i, al respecte, hi té certa responsabilitat. Per aquest motiu, s'exigeixen uns mínims de resistència a la tracció i les especificacions mecàniques que es demanen són les següents:

- *Límit Elàstic (A) = Entre 900 i 950 MPa*
- *Resistència Màxima (B) = Entre 1200 i 1500 MPa*
- *Allargament = Entre 2% i 10 %*

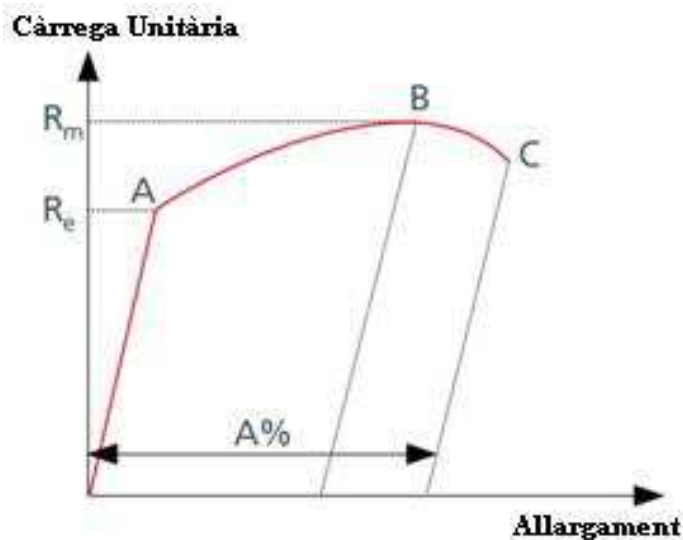


FIGURA 3 : Corba de tracció

2.1.3 Acabat superficial

No tenim cap requeriment al respecte de l'acabat superficial (rugositat) de la peça i el seu aspecte. Aquesta forma part de l'estructura interna de la carrosseria de l'automòbil i el que realment ens interessa són les seves propietats mecàniques, ja definides a l'apartat anterior. Es demana, això sí, la inexistència de certes imperfeccions a la xapa un cop acabada la peça.

CAPÍTOL 3: ANTECEDENTS

3.1 Introducció

Durant les últimes dècades, els automòbils han experimentat una gran evolució en tot tipus de prestacions però és, sense cap mena de dubte, en l'aspecte de la seguretat on s'observa un canvi significatiu.

L'evolució de l'automòbil ha portat, amb si mateixa, una nova cultura de la seguretat i, poc a poc, ha anat canviant la mentalitat amb la que es jutgen actualment les característiques dels vehicles. La rigidesa amb la que es fabricaven els automòbils d'abans s'ha anat substituint per materials i configuracions estructurals que absorbeixen més energia en l'impacte, pel simple fet d'adquirir certa deformació. S'ha demostrat científicament que aquesta deformació en la carrosseria dels automòbils, a l'hora d'impactar frontalment, afecta positivament en el nombre víctimes i lesions en els ocupants dels vehicles i, de fet, un gran nombre d'estadístiques ho corroboren.

No és així, però, quan parlem d'un impacte lateral, on una deformació excessiva dels elements estructurals del vehicle, pot provocar danys personals irreversibles i és per això que, en aquests casos, es busca una rigidesa molt elevada. És aquí on, el muntant B del vehicle, hi juga un paper molt important.



FIGURA 4 : "Crash test" frontal y lateral

3.2 Fabricació en fred

Fins fa relativament poc, la fabricació del reforç muntant B dels automòbils es feia mitjançant un procés de conformació en fred, amb el qual s'aconseguien tensions de ruptura a la peça de fins a 800 MPa. La necessitat d'aconseguir una major rigidesa, portava als fabricants a haver de fabricar dues peces: *reforç muntant B extern* i *reforç muntant B intern*.



FIGURA 5 : Reforç muntant B intern

Aquesta solució presentava certa eficàcia però també, al mateix temps, una sèrie d'inconvenients, com per exemple:

- **COSTOS DE FABRICACIÓ:** La necessitat d'una major aportació de material i un augment en el nombre d'operacions i màquines (nombre de matrius, cèl·lules de soldadura, etc.) per a la fabricació d'aquesta doble peça, incrementaven considerablement els costos de fabricació. A més a més, conformar el material de la peça en fred comportava haver de tenir una premsa de més tonatge (capaç d'exercir una pressió sobre la peça de 800 MPa) i una matriu d'una major duresa.
- **AUGMENT DE PES I CONSUM DE COMBUSTIBLE:** L'augment del pes (fins a 4 kg) provocat per aquesta doble peça suposava una penalització en el consum de combustible i conseqüent contaminació dels automòbils. Cada cop més, els fabricants automobilístics busquen incorporar, als vehicles nous, motors menys potents amb l'objectiu de reduir el consum de combustible i, d'aquesta manera, contaminar menys. És per això que existeix la necessitat de contrarestar aquesta manca de potència reduint el pes d'alguns elements mantenint, així, les mateixes prestacions.

3.3 Estampació en calent

Actualment es fa servir el procés d'estampació en calent per a la fabricació del reforç muntant B dels vehicles i d'altres peces de gran sol·licitació mecànica. La introducció d'aquest procés de conformació ha permès fabricar un reforç muntant B d'una "única peça" i millorar les seves propietats mecàniques.



FIGURA 6 : Reforç muntant B estampat en calent

Aquest canvi en la fabricació d'aquest element ha aportat una sèrie de millores tant pel que fa al procés de fabricació com en l'automòbil en si:

- REDUCCIÓ DE PES: Fins a 4 kg. A més a més, si tenim en compte que aquest procés s'utilitza per a fabricar altres peces de l'automòbil, aquesta substancial reducció de pes permet als fabricants instal·lar motors més petits i menys contaminants mantenint, com ja s'ha esmentat anteriorment, les prestacions dels vehicles.



FIGURA 7 : Biga para-cops, reforç de porta i muntant motor

- **REDUCCIÓ DELS COSTOS DE FABRICACIÓ:** Cal considerar que, degut a la fabricació d'una única peça, s'ha aconseguit una reducció del consum de material i una disminució de la maquinària a emprar i del nombre d'operacions a realitzar, així com de la mà d'obra.
- **REDUCCIÓ DEL TONATGE DE LA PREMSA:** Una reducció de la força que cal aplicar a la peça a l'hora de conformar-la en calent permet instal·lar premses de menys tonatge (300 Tn). Aquesta millora comporta amb si mateixa una disminució pel que fa a la inversió econòmica en maquinària i el seu manteniment.
- **MILLORA DE LES PROPIETATS MECÀNIQUES DE LA PEÇA:** La principal millora que aporta aquest procés, i la causant de la seva implantació, és la millora de les propietats mecàniques de la peça final. Anteriorment, amb el procés d'estampació en fred, s'aconseguia un conjunt reforç muntant B amb un límit de ruptura de 800 MPa, mentre que, actualment, amb el procés d'estampació en calent s'assoleixen valors de límit de ruptura a la peça final de fins a 1500 MPa, gairebé el doble.

Finalment, i com a únic inconvenient a tenir en compte, caldria esmentar la dificultat que presenten aquest tipus de peces a l'hora de ser reparades. Les altes propietats mecàniques que presenten després del procés d'estampació en calent fa que certes operacions de reparació, així com l'estiratge, el repàs de xapa, el tall i el desgrapatge i les soldadures, esdevinguin un pèl farragoses i precisin d'una maquinària més potent i específica.

CAPÍTOL 4: ESTUDI DEL MATERIAL

4.1 Introducció

La seguretat i la reducció de pes, són dues de les principals demandes actuals del sector de l'automoció. Un inevitable augment dels sistemes de seguretat en els automòbils actuals ha portat, amb si mateix, una penalització important que es tradueix en un augment notable del pes i del consum de combustible. És per això que ambdós conceptes, tant la seguretat com la reducció de pes, s'han convertit en una necessitat, ja sigui per reduir els accidents mortals a les carreteres o per a augmentar la eficiència energètica i repercutir, d'aquesta manera, amb una notable disminució de la contaminació.

La introducció de nous materials a les carrosseries dels vehicles es presenta com una alternativa per donar resposta a aquestes exigències, fins a l'extrem en que la quantitat de components d'acer d'*alta (HSS)* i *ultra - alta resistència (UHSS)* està experimentant un creixement important en els models de tots els fabricants. Alguns d'aquests components són:

- *Bigues para - cops davantera i posterior*
- *Reforç de porta (Barra anti-intrusió)*
- *Reforç muntants de motor*
- *Reforç muntants A i B*

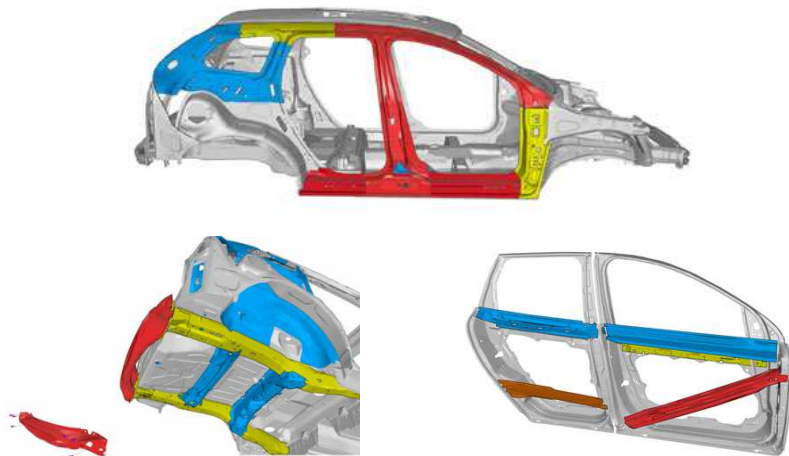


FIGURA 8 : Muntants A i B, biga para – cops posterior i reforç de porta

4.2 Classificació dels acers a l'automoció

A la indústria de l'automòbil, podem classificar els acers de la següent manera:

➤ ACERS DE BAIXA RESISTÈNCIA (LSS)

Límit Elàstic < 210 MPa

Límit de Ruptura < 270 MPa

➤ ACERS D'ALTA RESISTÈNCIA (HSS)

Límit Elàstic = 210 – 550 MPa

Límit de Ruptura = 270 – 700 MPa

➤ ACERS D' ULTRA - ALTA RESISTÈNCIA (UHSS)

Límit Elàstic > 550 MPa

Límit de Ruptura > 700 MPa.

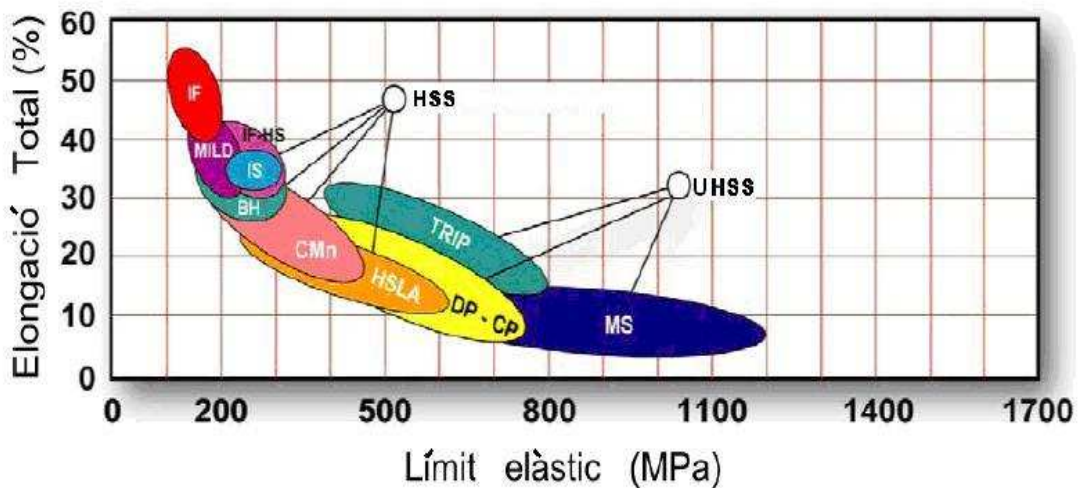


FIGURA 9 : Classificació dels acers més utilitzats a l'automoció segons el diagrama Tensió - Deformació (IF: Acers d'Intersticial Lliure; MILD: Acers Lleugers; CMn: Acers al Carboni - Manganès; BH: Acers Capaçs d'Endurir-se al Forn; IF-HS: Acers d'Intersticial Lliure de Gran Resistència a Tracció; HSLA: Acers de Gran Resistència No Aliats; DP: Acers de Doble Fase; TRIP: Acers de Transformació Induïda Plàsticament; MS: Acers Martensítics)

4.3 Acers HSS i UHSS

La principal diferència entre els acers HSS i els UHSS és la seva microestructura. Els acers HSS són monofàsics i d'estructura ferrítica mentre que els UHSS són de múltiples fases i poden contenir *ferrita*, *martensita*, *bainita* i, fins i tot, *austenita* retinguda en quantitats suficients com per a produir, en el material, diferents propietats mecàniques. Determinats tipus d'acers UHSS tenen més capacitat d'enduriment i, de la mateixa manera, unes propietats *resistència – ductilitat* més grans que els acers HSS.

Tot seguit, a la taula següent, es mostren diferents acers UHSS amb els seu *límit elàstic*, *límit de ruptura* i *elongació* :

| Acer | Límit elàstic [MPa] | Límit de ruptura [MPa] | Elongació [%] |
|----------------|---------------------|------------------------|---------------|
| HSLA 350 / 450 | 350 | 450 | 23 – 27 |
| DP 300 / 500 | 300 | 500 | 30 – 34 |
| DP 350 / 600 | 350 | 600 | 24 – 30 |
| TRIP 450 / 800 | 450 | 800 | 26 – 32 |
| DP 500 / 800 | 500 | 800 | 14 – 20 |
| CP 700 / 800 | 700 | 800 | 10 – 15 |
| DP 700 / 1000 | 700 | 1000 | 12 – 17 |
| MS 1250 / 1520 | 1250 | 1520 | 4 – 6 |

TAULA 1 : Límit elàstic, límit de ruptura i elongació d'acers UHSS

4.4 Metal·lúrgia dels acers UHSS

La fabricació dels acers UHSS és una mica més complexa que la dels acers HSS o convencionals. El control en la fabricació ha de ser major ja que, principalment, es basa en el percentatge de les diferents fases presents. Dins d'aquesta classificació podem trobar els següents acers:

- **ACERS DE DOBLE FASE (DP):** Aquests acers posseeixen una matriu ferrítica amb illots de martensita. Es poden obtenir alts valors de resistència segons la quantitat de martensita present. Aquests acers són fabricats sota un alt control de refredament de l'austenita per a, posteriorment, transformar aquesta en martensita tot i que, depenent del procés de fabricació, poden millorar per l'aparició de bainita. El recuit al que està sotmès és clau en aquests tipus d'acers ja que d'allí s'obté la fase més dura.

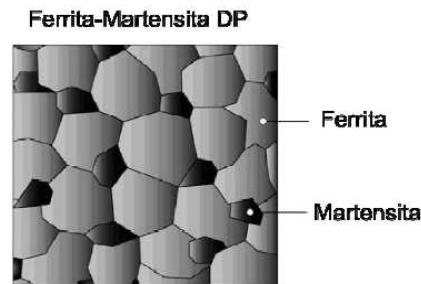


FIGURA 10 : Microestructura acer DP

A la *figura 11*, es mostra el rang de valors de resistència que posseeix, en comparació amb el seu percentatge d'elongació. L'efecte de l'enduriment incrementa el valor del límit elàstic amb una elevada temperatura d'envelliment. En els acers DP, elements com el Manganès (Mn), el Crom (Cr), el Molibdè (Mb), el Vanadi (V) i el Níquel (Ni), ajuden a la formació de martensita.

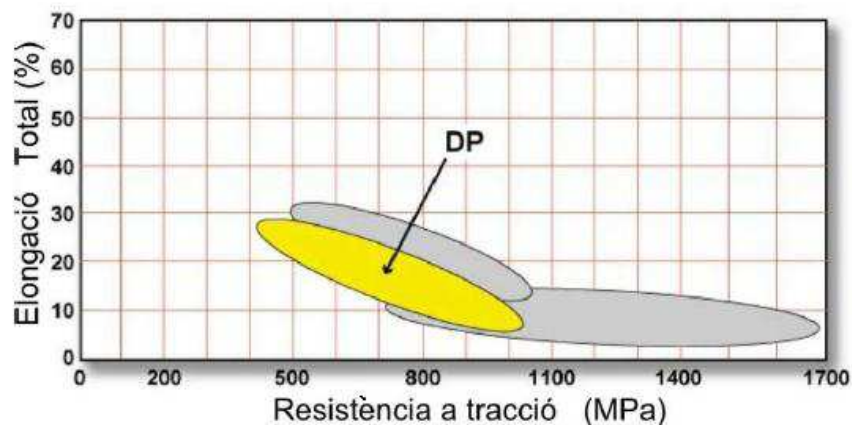


FIGURA 11 : Diagrama Tensió - Deformació acers DP

Aquesta doble capacitat permet als materials tenir una molt bona conformabilitat, ja que coexisteixen una fase tova (ferrita) amb una dura (martensita). El procés d'enduriment per coccio dona a aquests materials d'una major resistència com a conseqüència de l'aparició de compostos intermetàl·lics.

- **ACERS DE TRANSFORMACIÓ INDUÏDA PLÀSTICAMENT (TRIP):** Tal com es pot veure a la *figura 12*, la microestructura dels acers TRIP és una formació de diferents fases on la ferrita i la bainita són les que formen la matriu. Les fases bainítics i martensítics són les encarregades de donar-li una alta resistència al material. Aquests acers posseeixen una quantitat mínima d'un 5% d'austenita retenguda.

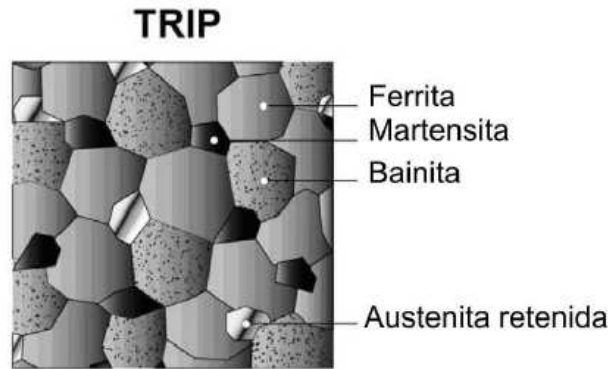


FIGURA 12 : Microestructura acer TRIP

Durant la deformació, l'aparició d'una fase dura al voltant de la ferrita crea un enduriment per deformació tal com s'ha observat en els acers DP. Tot i així, en els acers TRIP, l'austenita retenguda també es transforma progressivament en martensita amb l'augment de la tensió, la qual cosa fa que augmenti encara més la duresa, aconseguint nivells més alts que en els acers DP. En els acers TRIP també hi intervé la velocitat de deformació, que esdevé un factor molt important per a les propietats que, posteriorment, afecten a la resistència a l'impacte.

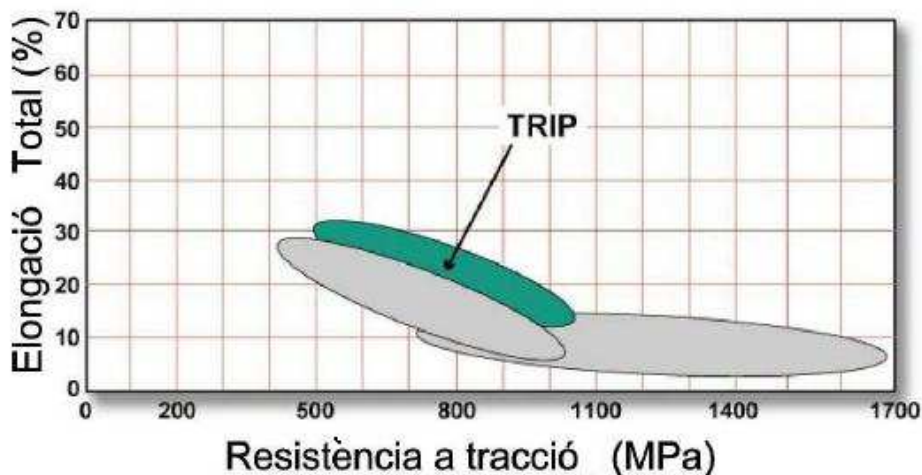


FIGURA 13 : Diagrama Tensió - Deformació acers TRIP

El nivell d'austenita retenguda que es transforma en martensita depèn del contingut de carboni. Com més alt és el contingut de carboni més estable és l'austenita retenguda i, conseqüentment, es transforma amb nivells d'esforços més grans. Aquesta és la causa de que aquest material tingui una excel·lent capacitat per a l'absorció dels impactes, que va augmentant conforme augmenta la deformació.

- **ACERS DE FASE COMPLEXA (CP):** Aquests acers ofereixen una alta resistència a la tracció. La microestructura està formada per petites quantitats de martensita, austenita retinguda i perlita, en una matriu de ferrita i bainita. A causa d'una recristal·lització o per l'acció de microaliants, es produeix un gra extremadament fi. En comparació amb els acers DP, els acers CP tenen un major Límit Elàstic amb la mateixa Tensió de Ruptura (800 MPa). Aquests acers també tenen una gran capacitat d'absorció a l'impacte i, també, de deformació residual.

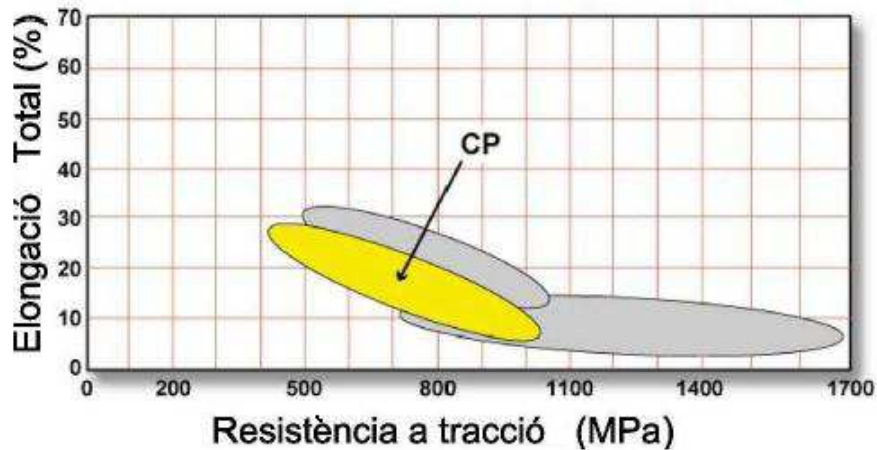


FIGURA 14 : Diagrama Tensió - Deformació acers CP

- **ACERS MARTENSÍTIQUES (MS):** En aquests acers es transforma la majoria de la matriu en martensita durant el procés de *trempe*, obtenint petites quantitats de ferrita i bainita. Són els que major resistència mecànica ofereixen, adquirint valors de fins a 1700 MPa. És habitual sotmetre'ls a un post - escalfament per a reduir la seva fragilitat i augmentar la seva conformabilitat ja que, d'aquesta manera, també s'augmenta la seva ductilitat. En aquests acers, el carboni és el causant de l'augment de la resistència mecànica tot i que alguns elements, com per exemple el Manganès (Mn), el Silici (Si), el Crom (Cr), etc. també poden augmentar aquesta característica. La fabricació és similar a la dels acers CP però certs ajustos en la composició química fan que, posteriorment, hi aparegui menys austenita retinguda i s'hi formin precipitats.

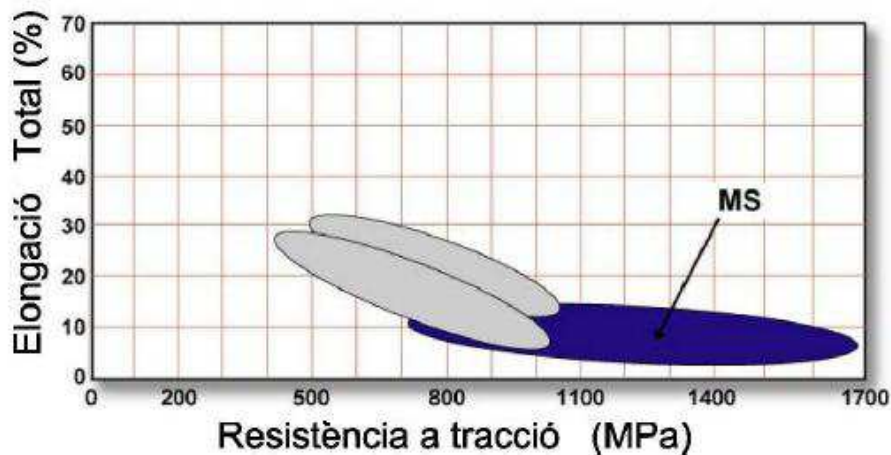


FIGURA 15 : Diagrama Tensió - Deformació acers MS

- **ACERS FERRÍTICS – BAINÍTICS (FB):** Aquests acers tenen una gran capacitat d'elongació. La seva microestructura és de tipus ferrítica i bainítica. La bainita i la morfologia de gra fi són les encarregades de donar al material una major resistència mecànica. L'avantatge que presenta aquest acer respecte als altres és la seva gran capacitat per a la conformació de vores. També té una bona soldabilitat i una alta resistència a la fatiga.

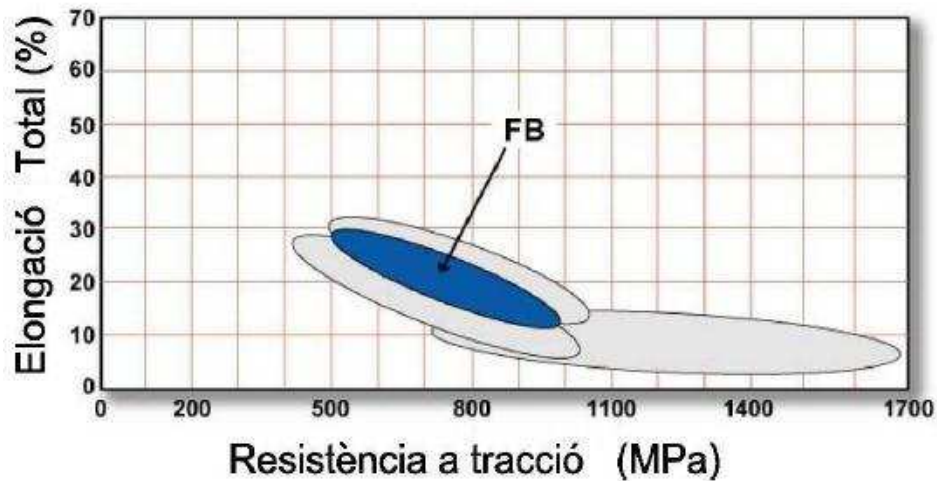


FIGURA 16 : Diagrama Tensió - Deformació acers FB

- **ACERS D'APARELLAMENT INDUÏT PLÀSTICAMENT (TWIP):** La seva gran característica és que són acers amb un alt contingut de Manganès (Mn), la qual cosa fa que siguin austenítics a temperatura ambient. Aquests acers tenen una capacitat per a deformar-se molt elevada gràcies a l'efecte "twinning", que es basa en l'aparellament dels grans que actuen com si d'una multitud de vores de gra es tractés. Aquest efecte permet, al material, combinar una alta resistència amb una alta conformabilitat. Alguns dels elements aliants són l'Alumini (Al) i el Silici (Si) juntament amb el Carboni (C) i el Nitrogen (Ni). Un dels avantatges d'aquests acers és la seva gran capacitat per mantenir les seves propietats a temperatures criogèniques.

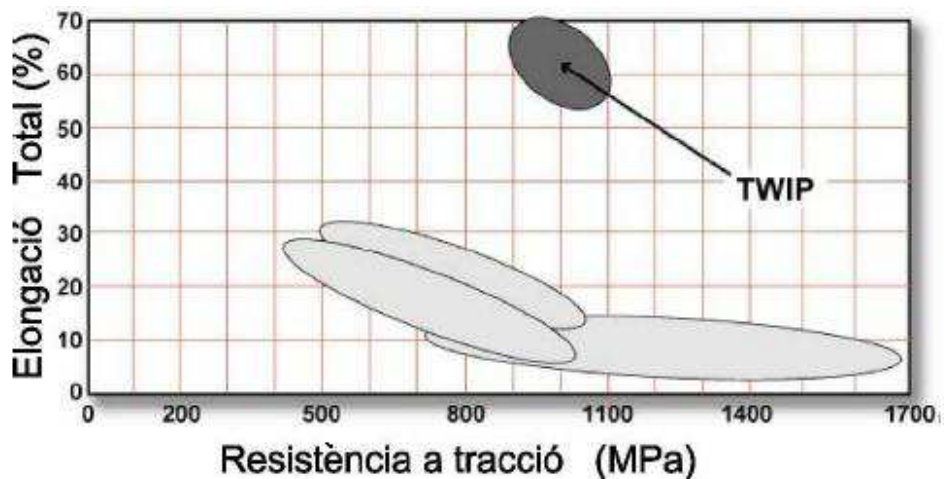


FIGURA 17 : Diagrama Tensió – Deformació acers TWIP



FIGURA 18 : Mostres d'acer TWIP a diferents graus de deformació (0,5 % i 78 %)

4.5 Conformabilitat dels acers UHSS

La major virtut dels acers UHSS, el seu elevat límit elàstic, porta associat un important inconvenient per al seu ús extensiu en diferents peces del sector de l'automoció i, fins i tot, impedeix que aquests acers s'estableixin exitosament en altres sectors industrials on les excepcionals propietats d'aquests materials permetrien optimitzar paràmetres tant rellevants com és la relació resistència - pes. L'elevada resistència d'aquests materials implica majors pressions i, en general, dificulta encara més les etapes de conformat, la qual cosa es tradueix en un desgast molt més acusat dels útils de conformat i, fins i tot, la seva ruptura prematura.

Un exemple el tenim en els diferents radis de curvatura mínims que es necessiten per a conformar alguns d'aquests acers. Aquest radi decreix com més alta és l'elongació del material:

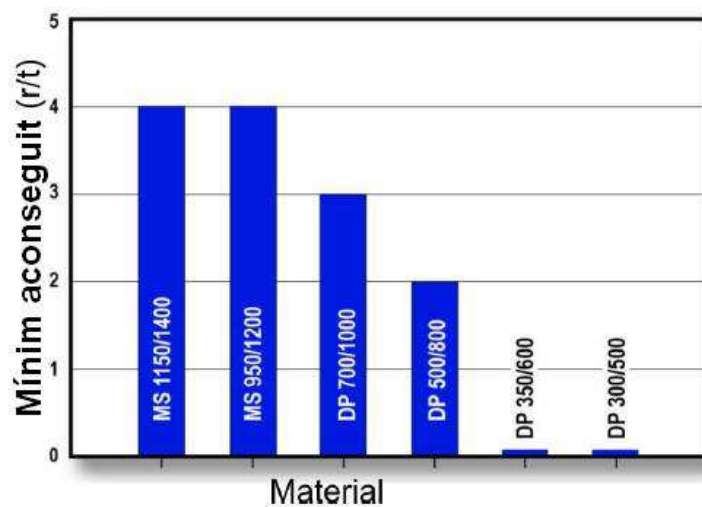


FIGURA 19 : Radi mínim de curvatura per a alguns acers UHSS

Aquest i d'altres inconvenients, així com la indesitjada recuperació elàstica de les peces conformades (*springback*) o els problemes de soldabilitat, exigeixen operacions de conformat complexes i constitueixen un dels actuals reptes del sector de l'automoció.

La estampació en calent s'estableix com una solució a aquesta problemàtica permetent la conformació, fins i tot, d'acers martensítics amb relativa facilitat, evitant la recuperació elàstica després de la estampació i millorant en gran mesura les propietats mecàniques d'aquests acers.

4.6 Material a conformar

4.6.1 Introducció

Per a complir amb les exigències sol·licitades per a la peça a fabricar, es farà servir un acer martensític (MS). L'elevat límit elàstic i la resistència màxima que és capaç d'assolir aquest acer, fa que sigui la opció més lògica a tenir en compte.

El material amb el que es treballarà serà l' *Usibor 1500 P* (acer *22MnB5* segons la normativa europea *EN 10083-3:2006*), subministrat per la empresa *Arcelor*, el qual ofereix una molt bona resistència a l' impacte i a la fatiga després del tremp dut a terme durant el procés d'embotició.

4.6.2 Anàlisi químic i superficial

L' *Usibor 1500 P* és un acer al Carboni – Manganès microaliat amb Bor i la seva composició química és la següent:

| Elements | Fe | C | Mn | P | S | Si | Al | Ni | Cr | Cu | Ti | B | N |
|----------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| % en pes | 98,4 | 0,227 | 1,158 | 0,019 | 0,004 | 0,246 | 0,04 | 0,02 | 0,183 | 0,008 | 0,034 | 0,003 | 0,005 |

TAULA 2 : Composició química de l' *Usibor 1500 P*

Els efectes que provoca el Manganès (Mn) sobre aquest acer són varis:

- Neutralitza el Sofre (S), formant Sulfur de Manganès i produint un tractament de globularització.
- Actua com a desoxidant absorbint l'oxigen contingut dins la massa de l'acer fos, evitant, d'aquesta manera, la formació de bombolles mentre es desprenen els gasos en el procés de solidificació de l'acer i optimitzant la eficiència del Bor.
- Incrementa la resistència a la tracció de l'acer i eleva el seu límit elàstic.
- Els acers austenítics al Manganès adquireixen una resistència al desgast deu vegades major a la dels acers convencionals de la mateixa resistència mecànica.

El Bor (B) juga el paper més important, tot i el seu baix percentatge, augmentant notablement la trempabilitat de l'acer i retardant l'aparició d'austenita permetent, abans, la de la martensita.

El Titani (Ti), ja sigui com a desoxidant, desnitrurant o descarburant, actua com a netejador i protegeix el Bor (B).

L'Alumini (Al) i el Silici (Si) es presenten en forma de recobriment. Aquest recobriment té un gruix d'entre 23 μm i 32 μm i està format, abans del tractament tèrmic, per una capa de difusió aliada de *Fe - Al - Si* i una altra capa d' *Al - Si*. Un cop la peça surt del forn, el recobriment queda format per una sola capa aliada d' *Al - Fe - Si*.



FIGURA 20 : Aspecte del recobriment després de l'estampació en calent

El Silici (Si), en els acers, forma una capa d'òxid en contacte amb l'aire sec. En aquesta capa es pot arribar a acumular una quantitat de Silici (Si) de fins a deu vegades superior el contingut que inicialment tenia l'acer i, d'aquesta manera, protegir-lo de la seva oxidació en calent i dels àcids.

L'Alumini (Al) ajuda a protegir l'acer de la oxidació i la descarburació durant el tractament tèrmic i incrementar la resistència a una possible corrosió causada per la pintura.

El Crom (Cr) juga un paper molt important pel que fa a la resistència a la corrosió i el Níquel (Ni) és l'encarregat de promoure el canvi de l'estructura de l'acer provocant, d'aquesta manera, una millora de la soldabilitat i, sobretot, de la ductilitat del mateix.

Finalment, pel que fa a la estructura metal·lúrgica del material, abans del procés d'estampació l' Usibor 1500 P presenta una distribució homogènia de grans de perlita sobre una matriu ferrítica mentre que, després del procés, presenta una estructura totalment martensítica.

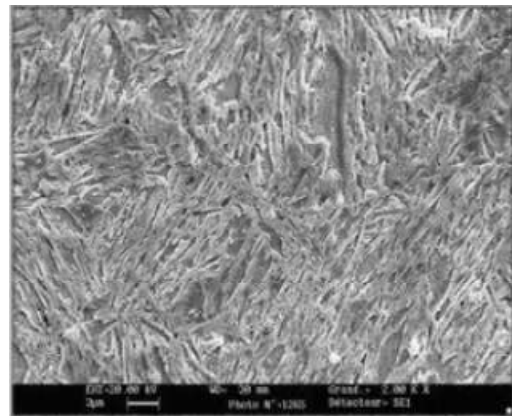
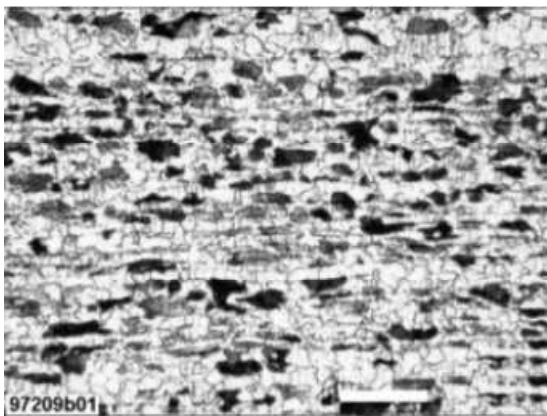


FIGURA 21 : Aspecte del recobriment abans i després de l'estampació en calent

4.6.3 Anàlisi segons el Diagrama de Fases Ferro – Carbur de Ferro

Segons el Diagrama de Fases Ferro – Carbur de Ferro (Fe – Fe₃C), l'Usibor 1500 P conté varies fases sòlides:

- FERRITA α : Solució sòlida intersticial de Carboni dins la xarxa cristal·lina del Ferro α (BCC) a temperatures inferiors a 768° C. La solubilitat del Carboni dins la Ferrita α és molt baixa (menys d'un 0,008 % a Temperatura ambient i fins a un 0,0218 % a 727° C) i, per això, la Ferrita es considera pràcticament com Ferro α pur. El seu baix contingut en Carboni fa que sigui el constituent de menys duresa (90 HB). Té una resistència màxima a la ruptura de 300 MPa, aproximadament, i una plasticitat elevada (Al = 40%).

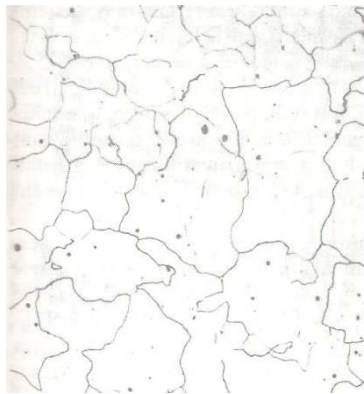


FIGURA 22 : Fotomicrografia de la Ferrita α (x 90)

- CEMENTITA : Compost intermetàl·lic, dins la varietat al·lotròpica del Ferro β , l'enllaç predominant del qual és el “no metàl·lic”. És fràgil i suposa el constituent més dur dels acers (68HRc). El seu contingut en Carboni és d'un 6,67 % i es manté pràcticament estable entre els 768° C i els 910° C.

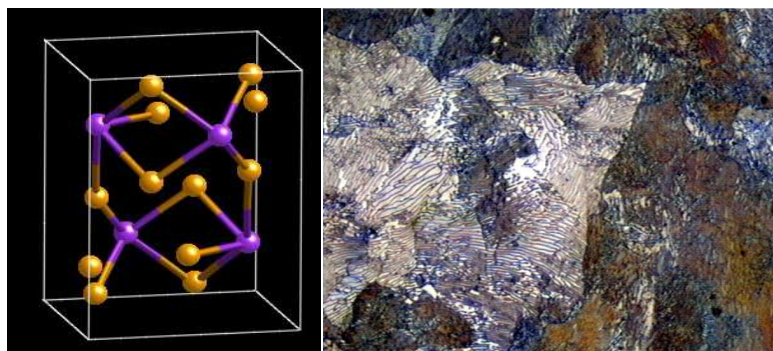


FIGURA 23 : Estructura i fotomicrografia de la Cementita (x 400)

- AUSTENITA : Solució sòlida intersticial de Carboni dins la xarxa cristal·lina del Ferro γ (FCC) a temperatures que oscil·len entre els 900° C i els 1400° C. La solubilitat màxima del Carboni dins l'Austenita és, aproximadament, d'un 2,0 %. L'Austenita és tova (300 HB), dúctil ($R_m = 105$ MPa) i d'una plasticitat elevada ($A1 = 60$ %). Constitueix el compost més dens.



FIGURA 24 : Fotomicrografia de l'Austenita (x 325)

- FERRITA δ : Solució sòlida intersticial de Carboni dins la xarxa cristal·lina del Ferro δ (BCC), a temperatures superiors a 1539° C. La seva estructura (BCC), tot i ser igual que la de la Ferrita α , té una constant de xarxa més gran. La solubilitat màxima del Carboni, en estat sòlid, dins la Ferrita δ és d'un 0,009 %.

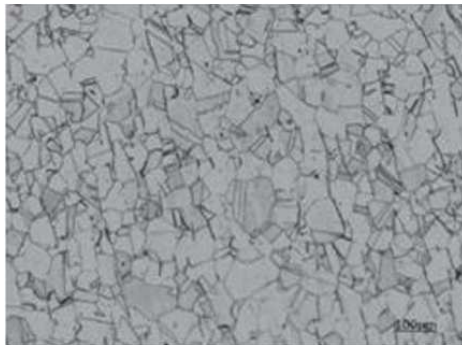


FIGURA 25 : Fotomicrografia la Ferrita δ (fase fosca allargada) (x 100)

Pel que fa a la classificació de l' Usibor 1500 P dins dels acers, segons el seu contingut en Carboni, podem dir que es tracta d'un acer *hipoeutectoide* (menys d'un 0,8 % de Carboni). La seva reacció eutèctica es produeix a 723° C i, just per sota d'aquesta temperatura, l' Austenita (amb un 0,8 % de Carboni) passa a ser Ferrita α (amb un 0,02 % de Carboni) i Cementita (amb un 6,67 % de Carboni).

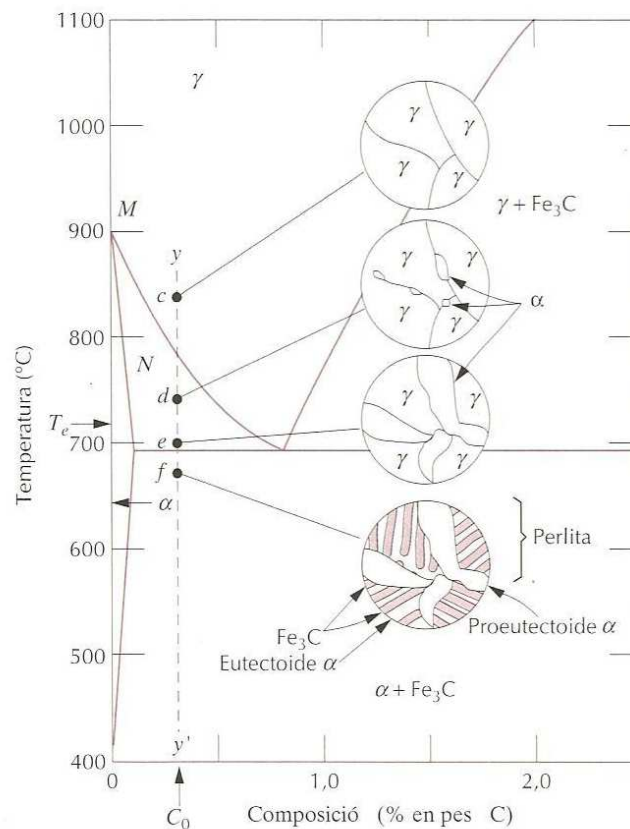


FIGURA 26 : Diagrama esquemàtic de fases Ferro – Carbur de Ferro d'un acer hipoeuctoide

Tal com es mostra a la figura anterior, diagrama molt semblant al de l' Usibor 1500 P, el refredament d'aquest acer està representat en el descens per la línia yy':

- PUNT *c* : Microestructura formada completament de grans de fase γ (Austenita). En el cas de l' Usibor 1500 P, la temperatura seria d'uns 850° C.
- PUNT *d* : Regió bifàsica α + γ. Els grans d'Austenita i la Ferrita dels límits de gra disminueix.
- PUNT *e* : Refredant des del punt *d* al punt *e*, molt proper a l'eutectoide però dins de la fase α + γ (Ferrita + Austenita, respectivament), s'aprecia un increment de fase α. Aproximadament, el contingut en carboni de la fase α és de 0,2 % i el de la fase γ és de 0,8 %.
- PUNT *f* : Baixant la temperatura fins al punt *f*, just per sota de l'eutectoide (723° C), tota la fase γ es transforma en Perlita. La fase α, existent en el punt *e*, pràcticament no varia al creuar la Temperatura eutectoide, sinó que roman com a matriu ferrítica al voltant de la Perlita. D'aquesta manera, la Ferrita de la Perlita s'anomena *eutectoide* i la Ferrita formada abans de la Temperatura eutectoide s'anomena *proeutectoide*.

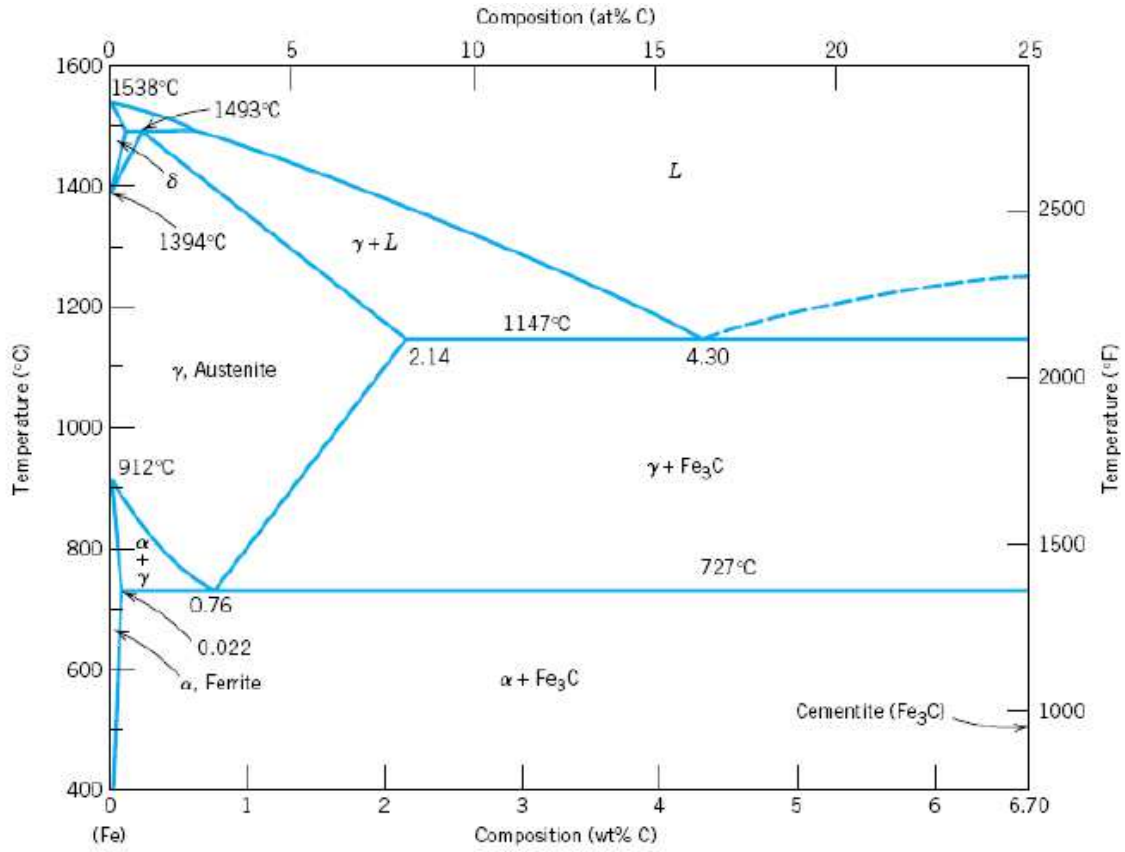


FIGURA 27 : Diagrama de fases Ferro – Carbur de Ferro de l'Usibor 1500 P

4.6.4 Característiques mecàniques

4.6.4.1 Introducció

L' Usibor 1500 P és un acer destinat a la fabricació de peces estructurals i de seguretat de l'automòbil gràcies a les elevades prestacions mecàniques que presenta després de l'estampació en calent.

En aquest apartat es fa un estudi de les característiques mecàniques més importants. Abans, però, i degut al tipus d'estructura que esdevé en aquest acer després del tremp, s'explicarà breument què és la martensita i les seves característiques.

Cal remarcar que les dades obtingudes en aquest apartat han sigut extretes de la pàgina web del proveïdor, doncs la realització dels assaigs corresponents no formen part de l'abast d'aquest projecte.

4.6.4.2 Martensita

El refredament ràpid (tremp), fins a una temperatura propera a l'ambiental, de l'acer austenitzat dificulta la difusió del Carboni i origina un microconstituent anomenat *martensita*. A diferència de la ferrita i la cementita, la martensita és una estructura tetragonal centrada en el cos (BCT), de no equilibri, que resulta de la transformació sense difusió de l'austenita. A temperatura ambient, la estructura martensítica és retinguda per la majoria dels acers quasi indefinidament.



FIGURA 28 : Fotomicrografia d'un acer amb microestructura martensítica

Tal com es mostra a la *figura 27*, els grans de martensita tenen l'aparença de làmines o agulles mentre que la fase blanca de la micrografia és austenita retinguda. En el cas de l' Usibor 1500 P (contingut en C menor al 0,6 %), les làmines o agulles resten orientades en diferents direccions i la seva estructura presenta un alt percentatge de *dislocacions*. La *duresa* i la *resistència* de la martensita augmenten com major és el percentatge de C, mentre que la *ductilitat* i la *tenacitat* disminueixen.

4.6.4.3 Límit elàstic

El *límit elàstic*, també anomenat *límit proporcional* o *límit de fluència*, és la tensió màxima que un material pot suportar sense sofrir deformacions permanents. En el nostre cas, el límit elàstic és el següent:

| | Rp _{0,2} [MPa] |
|------------------------------|-------------------------|
| ABANS ESTAMPACIÓ EN CALENT | 320 - 550 |
| DESPRÉS ESTAMPACIÓ EN CALENT | 1100 |

TAULA 3 : Límit elàstic de l' Usibor 1500 P

La majoria dels acers experimenten la transició elastoplàstica gradualment i, per aquest motiu, no és fàcil determinar amb precisió el seu límit elàstic. En aquests casos es traça una línia recta, a una distància de 0,002, paral·lela a la zona de deformació elàstica de la corba tensió – deformació. La tensió corresponent a la intersecció d'aquesta línia amb la corba tensió – deformació és la que determina el valor del límit elàstic, tal i com es mostra a la *figura 28*.

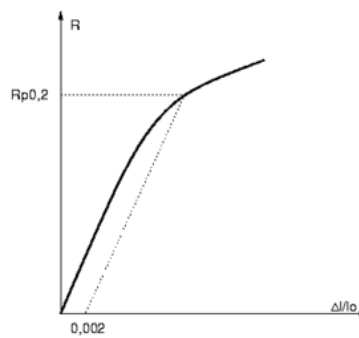


FIGURA 29 : Determinació del límit elàstic

4.6.4.4 Resistència a la tracció

Un cop iniciada la deformació plàstica, la tensió necessària per a continuar deformant el material augmenta fins a assolir un valor màxim, punt *M* a la *figura 29*, i després disminueix fins que, finalment, es produeix la fractura, punt *F*. Així doncs, la resistència a la tracció (Rm) és la màxima tensió del diagrama tensió – deformació, és a dir, el punt *M* de la *figura 29*.

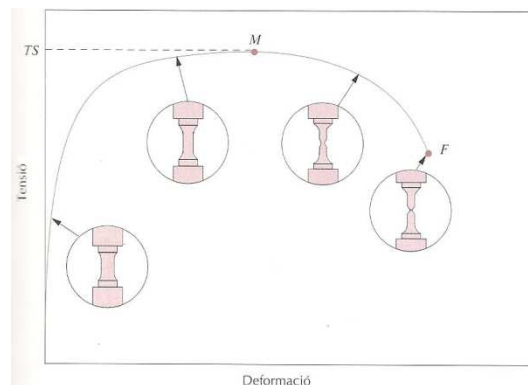


FIGURA 30 : Corba de tracció i geometria de probeta deformada en varis punts

En el nostre cas, els valors de tensió i deformació màxims són els següents:

| | Rm [MPa] | e [%] |
|------------------------------|-----------|-------|
| SUBMINISTRAT | 500 – 700 | 20 |
| DESPRÉS ESTAMPACIÓ EN CALENT | 1500 | 6 |

TAULA 4 : Resistència i deformació màximes de l' Usibor 1500 P

4.6.4.5 Ductilitat

S'entén com a *ductilitat*, al grau de deformació plàstica suportada pel material fins a la fractura. D'aquesta manera, un material que experimenta poca o cap deformació plàstica es considera *fràgil* mentre que, en cas contrari, es considera *dúctil*. Per regla general, es pot considerar un material fràgil aquell que té una deformació a la fractura menor d'un 5%, aproximadament.

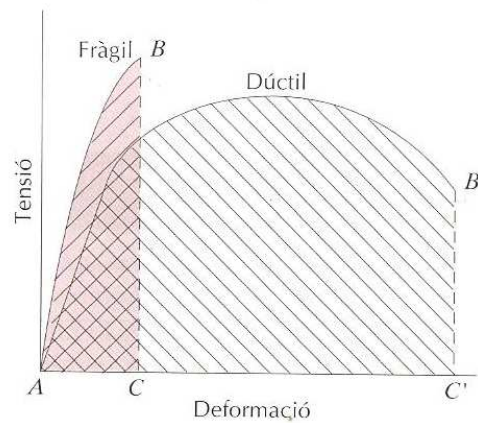


FIGURA 31 : Representació esquemàtica dels diagrames de tracció d'un material fràgil i un de dúctil

La ductilitat es pot expressar quantitativament com l' *allargament relatiu* o *percentual*, o bé mitjançant el *percentatge de reducció d'àrea* (àrea sota la corba tensió - deformació). Donada la complexitat d'alguns d'aquests càlculs, aquest valor s'obté a partir d'un assaig de flexió per impacte o xoc. Aquest assaig es realitza amb un pèndol (*pèndol Baldwin*) de 300 Kg propulsat a una velocitat de 29 Km/h (10 kJ).

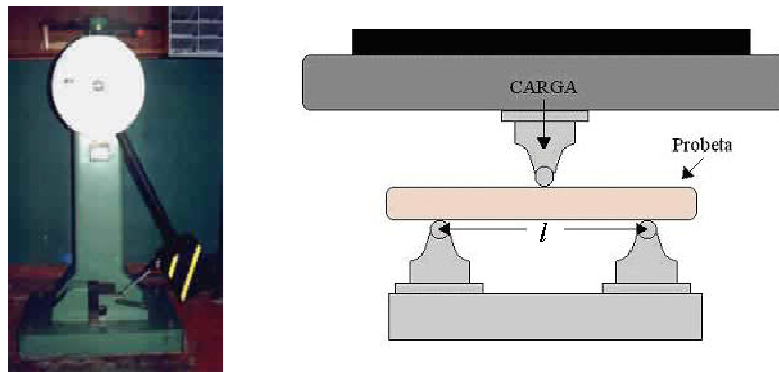


FIGURA 32 : Pèndol Baldwin i esquema de l'assaig de flexió de tres punts

Una cèl·lula instal·lada a la màquina – pèndol, permet obtenir una corba càrrega – temps, a partir de la qual, s'obté una altra corba força – desviació. Finalment s'obtenen els valors de resistència a l' impacte del material:

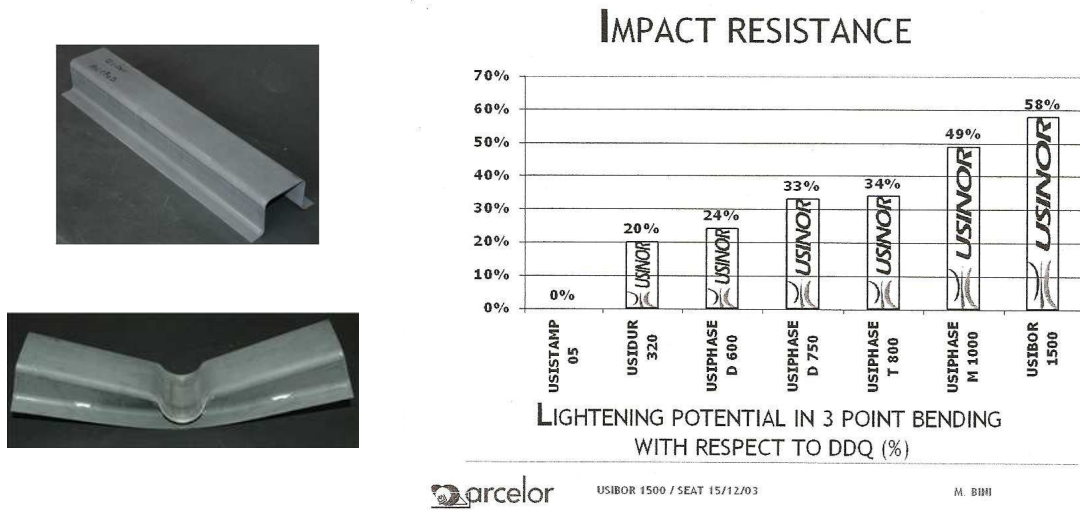


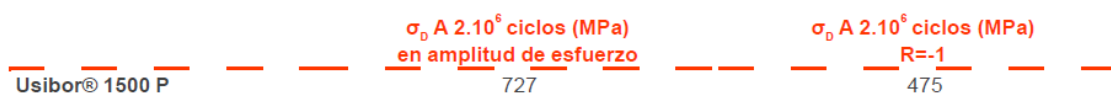
FIGURA 33 : Probeta abans i després de l'impacte i gràfic de resistència a l'impacte de diferents acers respecte a un acer austenític per a embotició (DDQ)

4.6.4.6 Resistència a la fatiga

La fatiga és una forma de ruptura que esdevé a les estructures sotmeses a tensions dinàmiques i fluctuants, o repetides, o a deformacions cícliques (com per exemple ponts, avions i components de màquines) i és la causa, aproximadament, d'un 90% de les ruptures metàl·liques. En aquestes circumstàncies, la fractura pot succeir a un nivell de tensió sensiblement menor que la resistència de tracció o el límit elàstic corresponent a una càrrega estàtica i, quan succeeix, sol ser catastròfica i sense previ avís. Degut a que no hi ha una deformació plàstica important, l'aspecte de la ruptura és fràgil i aquesta sol passar per la iniciació i propagació de fissures perpendiculars a la direcció de la tracció aplicada.

El muntant B, com a element fix de la estructura del vehicle, absorbeix una sèrie de vibracions continuades que obliguen a tenir en compte aquest factor a l'hora d'elaborar el seu disseny.

A la taula següent es mostren els límits de resistència, expressats en MPa, que és capaç d'aguantar l' Usibor 1500 P després de sotmetre'l a una prova de fatiga a tracció ondulada uniaxial de $2 \cdot 10^6$ cicles, amb valors de $0,1 \cdot R_{p0,2}$ de tracció i $-R_{p0,2}$ de compressió:



TAULA 5 : Resistència a la fatiga de l' Usibor 1500 P

4.6.5 Característiques inherents al tractament tèrmic

4.6.5.1 Introducció

Un tractament o procés tèrmic adequat resulta molt efectiu a l'hora d'alterar les propietats mecàniques d'un acer i, per aquest motiu, esdevé una pràctica molt comú. Algunes de les propietats obtingudes a la nostra peça només es poden aconseguir amb un alt contingut en martensita i això únicament és possible després de realitzar-li un tremp.

Les característiques que s'estudiaran en aquest apartat són les següents:

- *Trempabilitat*
- *Velocitat Crítica de Tremp*
- *Diagrama TTT*
- *Anàlisi Dilatomètric*
- *Recuit*

4.6.5.2 Trempabilitat

La *trempabilitat* és la capacitat que té un acer aliat per a transformar-se en martensita durant un procés de tremp i, aquesta, depèn de la composició química del material, de la mida de gra de l'austenita i de l'estructura de l'acer abans del tremp.

Per a determinar la trempabilitat d'un acer, s'utilitza un procediment estàndard anomenat *Assaig Jominy*, que consisteix en trempar l'extrem d'una proveta cilíndrica de 25 mm de diàmetre i 100 mm de longitud, prèviament austenitzada en un forn, desbastar-ne una tira de 0,4 mm d'espessor, un cop trempada, comprovar la seva duresa de dalt a baix i, a partir de les dades obtingudes, representar una *corba de trempabilitat* o *corba de Jominy*.

Per a quantificar la duresa, en el nostre cas, s'ha utilitzat l'escala Vickers (amb punta de diamant de base quadrada) i a partir de les dades obtingudes s'ha representat la corba de trempabilitat:

$$HV = (1,8544 \cdot F) / d^2 = 460$$

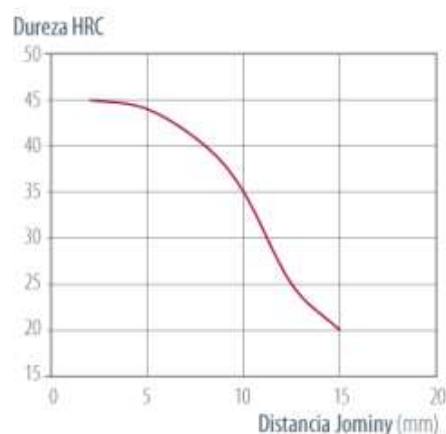


FIGURA 34 : Corba de Jominy per a l' Usibor 1500 P

Tal i com es pot comprovar a la gràfica anterior, durant els primers 5 mm d'espessor la duresa del material es manté pràcticament invariable. Si tenim en compte que els formats de xapa, a partir dels quals s'obté el reforç muntant B, són de 1,7 mm de gruix, podem assegurar que la trempabilitat d'aquest acer assegura una estructura martensítica gairebé perfecta.

Una altra forma d'expressar la trempabilitat d'un acer és el *Diàmetre Crític*, que és el diàmetre màxim d'una barra cilíndrica en la que, després d'un tremp en un medi de refredament determinat, s'aconsegueix en el seu nucli una estructura amb un 50% de martensita. Com més gran és la lentitud de transformació d'austenita en martensita, més gran és la seva trempabilitat. La velocitat de refredament pot variar en funció del medi i de la seva temperatura.

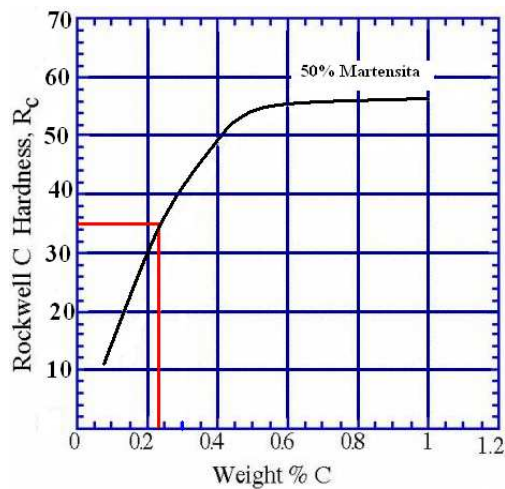


FIGURA 35 : Gràfic de duresa en funció del contingut de carboni de l'Usibor 1500 P

Així doncs, en el nostre cas, partint d'un percentatge de carboni d'un 0,23%, tal i com es mostra a la figura anterior, tenim una duresa aproximada de 35 HRC per a la corba de 50% de Martensita. Si introduïm aquesta duresa a la corba de Jominy, determinarem a quina distància la podem obtenir:

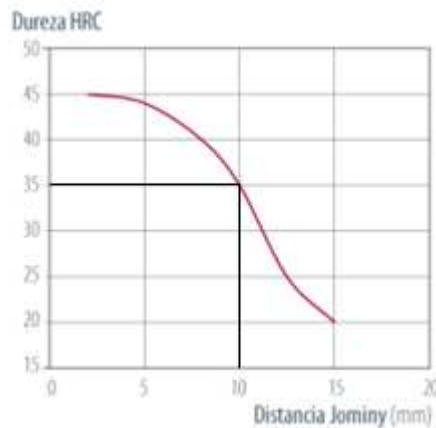


FIGURA 36 : Profunditat obtinguda per a una duresa de 35 HRC de l'Usibor 1500 P

Finalment, traslladant la distància obtinguda al següent gràfic, s'obté el *diàmetre crític*, expressat en polsades:

$$DCI = 2,5 \text{ "}$$

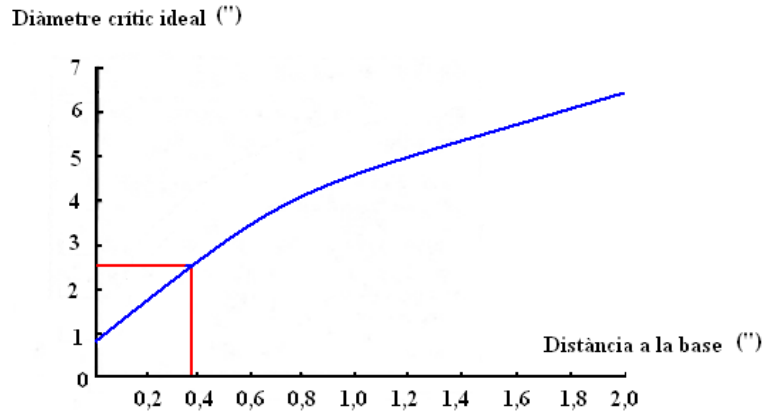


FIGURA 37 : Diàmetre Crític Ideal de l' Usibor 1500 P per a una distància de 10 mm

En aquest cas, com que es considera que la capacitat d'absorció de calor del medi refrigerant és infinita, el diàmetre crític és *ideal*.

4.6.5.3 Velocitat Crítica de Trep

La *Velocitat Crítica de Trep* és la velocitat mínima de refredament de l'acer, a partir de la temperatura de tremp i fins a temperatura ambient, per aconseguir una estructura martensítica completa. Normalment es veu afectada per la mida de gra de l'austenita, com més gran és el gra més baixa és la velocitat i viceversa.

En el cas de l' Usibor 1500 P, la velocitat crítica de tremp és de:

$$Vel = 27^{\circ}C/s$$

4.6.5.4 Diagrama TTT

El *Diagrama TTT* (*Temperatura Temps Transformació*) ens mostra les diferents transformacions de l' austenita per a cada acer, a mesura que aquests es van refredant, en funció de la velocitat de refredament. Aquests diagrames resulten imprescindibles tant pel disseny de tractaments tèrmics com per a la interpretació de les microestructures resultants després dels mateixos.

En el nostre cas, tenim el següent:

- AUSTENITZACIÓ: $T_0 = T_{amb}$; $T_f = 950^\circ\text{C}$; $t = 5 \text{ min}$; $vel = 3^\circ\text{C/s}$
- TREMP: $T_0 = 950^\circ\text{C}$; $T_f = T_{amb}$; $vel = 27^\circ\text{C/s}$

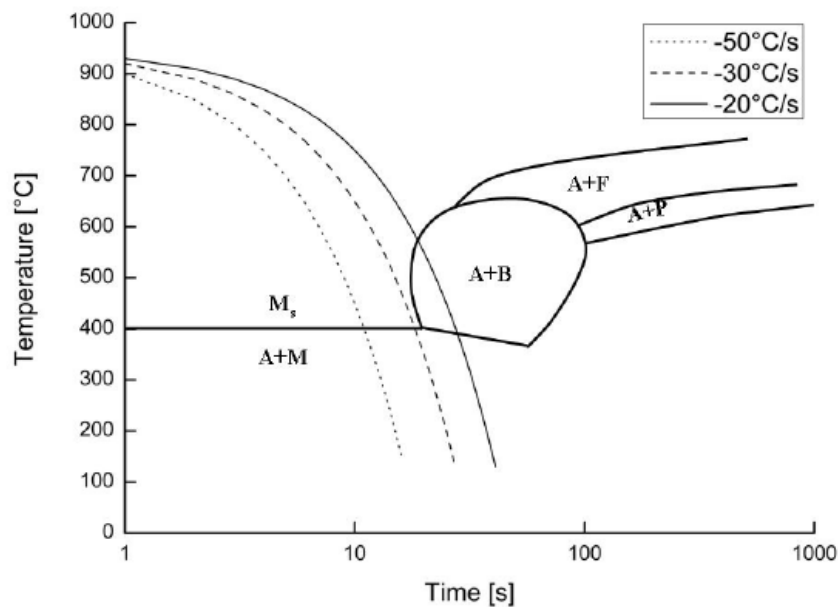


FIGURA 38 : Diagrama TTT per a l' Usibor 1500 P

4.6.5.5 Anàlisi Dilatomètric

L'Anàlisi dilatomètric és una tècnica a través de la qual es detecten els canvis en les dimensions lineals de la mostra en funció de la temperatura, en unes condicions de treball controlades. Les finalitats d'aquest anàlisi poden ser varies, entre les quals les més importants són:

- *Determinació de la corba de dilatació del material.*
- *Disseny de la corba d'escalfament en el forn de cocció.*

A continuació tenim la corba dilatomètrica de l' Usibor 1500 P:

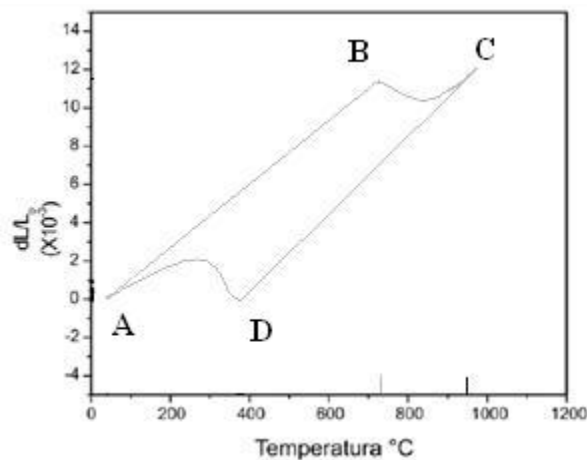


FIGURA 39 : Corba dilatomètrica de l'Usibor 1500 P

Tal i com es mostra a la figura 38, el material s'escalfa des de temperatura ambient (punt A) fins a 730°C (punt B). A partir d'aquest punt, la estructura del material passa de ser ferrita + perlita a ser ferrita + austenita, experimentant una dilatació d'un 1,10 % aproximadament. A mesura que augmenta la temperatura, la perlita (en aquest cas proeutectoide) desapareix i l'estructura del material queda formada per grans d'austenita (des de 830°C i fins al punt C). En aquest punt el material experimenta la seva dilatació màxima (1,13 %). Tot seguit, seguim escalfant el material fins a 950°C i el mantenim a aquesta temperatura per a aconseguir una estructura austenítica completa. Transcorregut el temps de transformació austenítica, es treu la peça del forn i es refreda a una velocitat de 27°C/s. La Martensita comença a formar-se a partir dels 380°C (punt D), on el material experimenta una petita dilatació a causa de la transformació martensítica.

4.6.5.6 Recuit

El *recuit* és un tractament tèrmic, la finalitat del qual és disminuir la duresa dels acers, regenerar l'estructura dels acers sobreescalfats o, simplement, eliminar tensions internes, causades per un treball en fred, o l'enduriment de la peça per deformació, sense afectar a les propietats mecàniques, l'acabat superficial o la precisió dimensional de la peça.

Durant el procés de pintat, les carrosseries dels vehicles es sotmeten a un possible procés de recuit, portat a terme dins d'uns forns que resten a temperatures que oscil·len entre els 140°C i els 180°C. Aquest reescalfament (recuit) afecta al reforç muntant B, pel que fa a termes d'acritud, provocant un augment de la *mal·leabilitat* i *ductilitat* de la peça i augmentant-ne, d'aquesta manera, el *límit elàstic* uns 100 MPa i la *deformació màxima* un 5%.

4.7 Conclusions

Les conclusions resultants de l'estudi realitzat del material són les següents:

- Pel que fa a l'*estructura interna*, els acers *martensítics* són els que major *duresa* i *resistència mecànica* ofereixen.
- La *composició química* de l' Usibor 1500 P juga un paper molt important pel que fa a termes de *duresa* i *trepabilitat*.
- El *trep* proporciona una *estructura martensítica* completa i homogènia al material i garanteix unes molt bones *propietats mecàniques*.
- La *velocitat crítica* de refredament per a aconseguir una estructura martensítica completa és de 27°C/s.
- La gran resistència d'aquest material després del tremp, permet una *reducció del gruix* i, conseqüentment, del *pes* del muntant B.

CAPÍTOL 5: PROCÉS DE FABRICACIÓ

5.1 Introducció

Forma part d'aquest capítol, i per tant de l'abast d'aquest projecte, escollir i dissenyar el procés de producció més adequat per a la fabricació de la nostra peça, previ plantejament i valoració de les alternatives, i descriure tots i cadascun dels elements i utilitatges que hi intervenen.

Atès que l'objectiu principal d'aquest projecte és fer el disseny de la matriu que conforma la peça i que un disseny exhaustiu i complet del procés productiu mereixeria ser objecte d'un projecte a part, s'ha fet una valoració i selecció d'alguns dels punts més importants i que, per tant, únicament es tractaran en aquest disseny:

- *Descripció pas a pas de tot el procés.*
- *Definició de totes les operacions i tractaments tèrmics a realitzar.*
- *Plantejament de la distribució en planta.*
- *Definició de la producció i els cicles de treball.*
- *Definició de tots els sistemes de seguretat.*

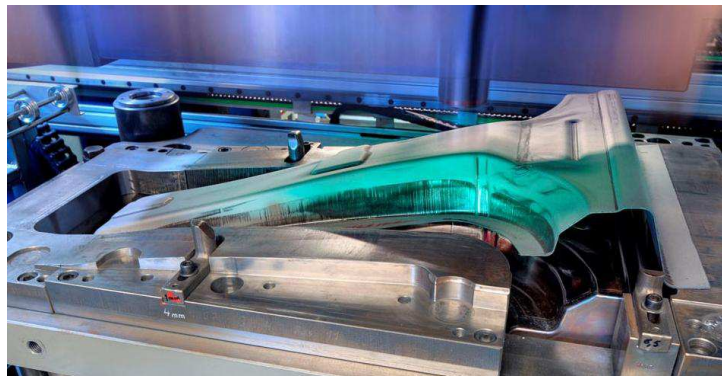


FIGURA 40 : Matriu d'embotició i muntant B

5.2 Alternatives

5.2.1 Introducció

Existeix una gran varietat de processos per a la fabricació de peces metàl·liques. L'elecció del procés depèn de varis factors, com per exemple: la geometria de la peça o el material de que està fabricada. A simple vista, per a fabricar el reforç muntant B d'un automòbil, es podrien plantejar varis processos a tenir en compte. Els més importants són els següents:

- Fabricació per *arrencament de ferritja*.
- Fabricació amb un procés d'*estampació en fred*.
- Fabricació a partir d'un procés d'*estampació en calent*.
- Fabricació per *emmotllament*.

Òbviament, no tots els processos són adequats per a aconseguir les característiques finals de la nostra peça i, de fet, només n'hi ha un que podríem considerar com el procés adequat. Tot seguit es fa un plantejament i una valoració de cadascun d'ells i, finalment, s'escull el més adequat.

5.2.2 Plantejament de les alternatives

5.2.2.1 Fabricació per arrencament de ferritja

L'objectiu principal en els processos per *arrencament de ferritja* és l'obtenció de peces amb una geometria i un acabat determinats, a partir d'una peça en brut o semiproducte. La operació consisteix en arrencar, de la peça bruta, el material sobrant mitjançant les eines de tall i les màquines adequades.



FIGURA 41 : Fabricació per arrencament de ferritja

Per al procés de fabricació per arrencament de ferritja, ens hem de plantejar un seguit d'avantatges i inconvenients:

- AVANTATGES:
 - Obtenció de peces amb molt bon aspecte i acabat superficial.
 - Possibilitat de conformar un ampli ventall de materials metàl·lics.
 - Precisió dimensional de les peces elevada.

➤ INCONVENIENTS:

- Nombre elevat d'operacions per obtenir cada peça.
- Temps de fabricació de les peces elevat.
- Costos de fabricació i eines elevats.

5.2.2.2 Fabricació per estampació en fred

La fabricació per estampació en fred consisteix en l'obtenció d peces, a partir d'una banda de xapa o una xapa plana, amb una geometria i dimensions determinades. S'obtenen partir de la deformació de la xapa, però en fred o temperatura ambient, i mitjançant eines de tall i de conformació, totes elles incloses dins d'una matriu accionada, al mateix temps, per una premsa.



FIGURA 42 : Reforç muntant B intern

Pel que fa al procés d'estampació en fred, ens plantejarem els següents avantatges i inconvenients:

➤ AVANTATGES:

- Molt bona precisió dimensional.
- Només amb una o poques operacions podem obtenir la peça.
- Temps de fabricació baix.
- Inversió econòmica relativament baixa.
- Rendibilitat econòmica alta.

➤ INCONVENIENTS:

- L'acabat superficial de les peces depèn únicament de l'estat del semiproducte.
- Per acers de molta duresa, calen premses molt potents.

5.2.2.3 Fabricació per estampació en calent

Entenem, doncs, que aquest és un procés tecnològic que té la finalitat de realitzar peces mecàniques deformant plàsticament un lingot o semiproducte, escalfat prèviament, en una matriu que, al mateix temps, servirà per refredar la peça realitzant-li, d'aquesta manera, un tremp.

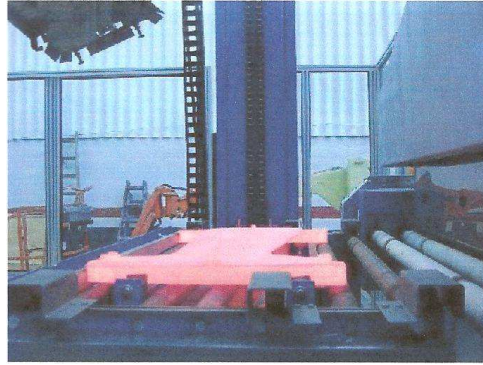


FIGURA 43 : Format reforç muntant B escalfat

Respecte al procés d'estampació en fred, ens plantejarem els següents avantatges i inconvenients:

➤ AVANTATGES:

- Possibilitat de conformar aliatges de molta duresa amb facilitat.
- Amb poques operacions podem obtenir la peça.
- Temps de fabricació baix.
- Rendibilitat econòmica alta.

➤ INCONVENIENTS:

- L'acabat superficial es pot veure afectat pel procés de refredament.
- S'ha de tenir en compte les contraccions tèrmiques del material.

5.2.2.4 Fabricació per emmotllament

Es basa en la fabricació de peces, amb una geometria i unes dimensions determinades, fonent un metall, o un aliatge, i abocant-lo dins d'un motlle fabricat prèviament, on el metall es refreda i es solidifica.



FIGURA 44: Fabricació per emmotllament

Pel que fa al procés d'emmotllament, ens haurem de plantejar els següents avantatges i inconvenients:

➤ AVANTATGES:

- Possibilitat d'obtenir una gran quantitat de peces en poc temps.
- Costos de fabricació baixos.
- Temps requerit per a la obtenció de les peces baix.
- Rendibilitat econòmica alta.

➤ INCONVENIENTS:

- L'aspecte i acabat de la superfície depèn del motlle, del material de la peça i del seu refredament.
- Propietats mecàniques de les peces molt dolentes.

5.2.3 Valoració de les alternatives

Abans d'escollir el mètode o procés a utilitzar s'ha de tenir en compte els diferents aspectes i aplicacions de cadascun d'ells i fer-ne una valoració. El plantejament el basariem principalment en aquests aspectes:

- Dimensions i geometria de la peça.
- Característiques i propietats finals que es desitgen.
- Aspecte de la superfície que es desitja obtenir.
- Quantitat de peces a obtenir.
- Acabats i precisió que es requereixen.
- Nombre d'operacions a realitzar per a obtenir cada peça.
- Temps requerit per a la fabricació de les peces.
- Cost de les operacions i de la maquinària necessària.
- Rendibilitat econòmica del procés.

Tanmateix, hem de tenir en compte que la peça en concret no requereix d'un molt bon acabat superficial ni aspecte exterior, doncs no pateix fregaments ni tampoc és un element exterior amb finalitats decoratives. De la mateixa manera, un dels principals objectius d'aquest projecte pel que fa a la producció, és competir dins del món de la indústria de l'automòbil i, per a aconseguir aquest objectiu, és necessari plantejar una producció elevada, pel que fa al nombre de peces diàries a fabricar.

Finalment, un cop considerats els punts anteriors i plantejades totes les alternatives, procedim a fer la valoració:

- *FABRICACIÓ PER ARRENCAMENT DE FERRITJA*: Degut a l'elevat temps i cost de fabricació, resulta inviable fer una producció elevada d'aquesta peça.
- *FABRICACIÓ PER ESTAMPACIÓ EN FRED*: Tot i ser una de les alternatives més rellevants, la dificultat per conformar metalls de molt alta resistència i el cost addicional que ens suposa l'excés de material per a obtenir unes propietats mecàniques determinades, ens fa optar per un altre procés.
- *FABRICACIÓ PER ESTAMPACIÓ EN CALENT*: La possibilitat de conformar acers d'altres prestacions i la obtenció de la millora de propietats d'aquests després del tractament tèrmic dut a terme, combinat amb el baix cost d'inversió i l'alta rendibilitat del procés, ens fa pensar que possiblement seria la millor opció a escollir.
- *FABRICACIÓ PER EMMOTLLAMENT*: La baixes propietats mecàniques obtingudes en les peces fabricades, contraresta l'alta rendibilitat i el baix cost que significaria la elecció d'aquest procés.

5.2.4 Selecció de l'alternativa més adequada

Finalment, després de valorar totes les alternatives plantejades, es decideix realitzar el procés d'*estampació en calent* per a la fabricació de la peça per varis motius:

- La possibilitat de conformar materials de molt altes prestacions i duresa.
- La possibilitat de fer un tractament tèrmic que millora les propietats d'aquest material, al mateix temps que el conformem.
- L'elevada producció de peces per dia que ens permet aquest procés.
- El baix cost i inversió econòmica que ens suposa aquest procés comparat amb altres processos per a conformar materials d'altres prestacions.

5.3 Descripció bàsica del procés d'estampació en calent

El procés d'estampació en calent consisteix, bàsicament, en la realització d'un tremp a la xapa, prèviament escalfada en un forn, al mateix temps que se li dona forma gràcies a la matriu, en el nostre cas d'embotició. D'aquesta manera s'obté una peça amb una estructura martensítica i unes característiques geomètriques determinades.

Primerament s'escalfa el format (semiproducte) en un forn fins a la fase d'austenització del material, en aquest cas a 950°C aproximadament. Tot seguit, es col·loca la peça a la premsa on serà embotida i trempada, gràcies a una matriu refrigerada. La peça es refrigera fins a uns 70°C dins de la matriu (15 segons aproximadament) i, un cop extreta, s'acaba de refrigerar a l'aire fins a temperatura ambient. Finalment es col·loquen les peces en una cèl·lula de tall làser, per a acabar de ser tallades i repassades.

Tal i com s'ha esmentat anteriorment, el gran avantatge d'estampar la peça en calent és la facilitat amb la que es poden conformar materials de gran duresa com, en aquest cas, l' Usibor 1500 P. La duresa d'aquests materials disminueix en funció de la temperatura i aquest fenomen ens permet realitzar l'estampació molt més fàcilment.

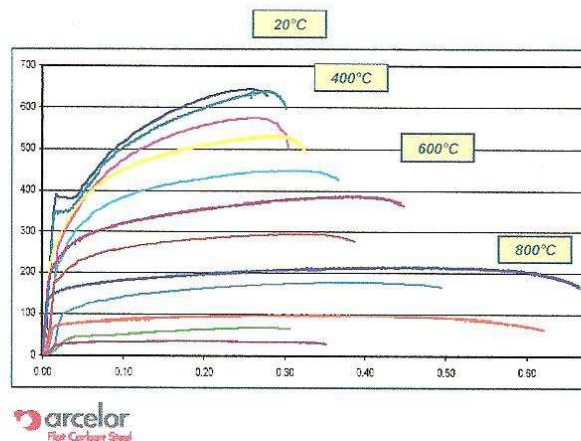


FIGURA 45 : Diagrama Tensió – Deformació de l' Usibor 1500 P en funció de la temperatura

Una altra possibilitat seria estampar la peça a temperatura ambient i després fer-li un tremp, però això comportaria grans inconvenients, com per exemple, haver d'instal·lar una premsa de més tonatge i, el més important, una variació pel que fa la precisió dimensional i geomètrica de la peça.

5.4 Operacions i tractaments tèrmics del procés

5.4.1 Introducció

En aquest apartat es descriuen detalladament les operacions i els tractaments tèrmics que es van succeint durant el procés de fabricació del reforç muntant B.

5.4.2 Descripció de les operacions

5.4.2.1 Austenització

L'*austenització* és un canvi d'estructura interna que succeeix en els acers sotmesos a una temperatura (*temperatura d' austenització*) i durant un temps determinat. Esdevé el pas previ i indispensable a un posterior tremp. L' estructura resultant d'aquest procés (*estructura austenítica*) és del tipus cúbica centrada a les cares (*FCC*).

En el nostre cas, les dades obtingudes del procés d'austenització són les següents:

- *TEMPERATURA INICIAL* : $T_0 = T_{Amb}$
- *TEMPERATURA FINAL* : $T_f = 950^{\circ}\text{C}$
- *TEMPERATURA D' AUSTENITZACIÓ* : $T_{Aust} = 830^{\circ}\text{C}$
- *VELOCITAT D' ESCALFAMENT* : $v_{Aust} = 3^{\circ}\text{C/s}$
- *TEMPS D' AUSTENITZACIÓ* : $t_{Aust} = 5 \text{ min}$

5.4.2.2 Embotició

S'entén com a *embotició* el procés mecànic a partir del qual se li dóna forma a la xapa. Amb aquest procés s'obtenen les característiques geomètriques finals del reforç muntant B. Gràcies a l' escalfament previ realitzat a la xapa, el límit elàstic i, consegüentment, la pressió necessària per a embotir-la disminueix:

- *TEMPERATURA D'EMBOTICIÓ* : $T_{Emb} = 830^{\circ}\text{C}$
- *FORÇA D' EMBOTICIÓ* : $F_{Emb} = 2000 \text{ KN}$

5.4.2.3 Tremp

Un cop tancada la premsa, es realitza el *tremp* a la peça. El tremp és un tractament tèrmic, la finalitat del qual és augmentar la duresa i la resistència de l'acer, que consisteix a refredar la peça des de la temperatura d'austenització fins a la formació de martensita. Aquest refredament es fa a una velocitat determinada, anomenada *velocitat de tremp*. En el nostre cas, les dades obtingudes del tremp realitzat a la peça són les següents:

- *TEMPERATURA INICIAL* : $T_0 = 830^{\circ}\text{C}$
- *TEMPERATURA FINAL* : $T_f = 344^{\circ}\text{C}$
- *TEMPERATURA DE TRANSFORMACIÓ DE MARTENSITA* : $T_{Ms} = 380^{\circ}\text{C}$
- *VELOCITAT DE TREMP* : $v_{Trempe} = 27^{\circ}\text{C/s}$
- *TEMPS* : $t_{Trempe} = 18\text{ s}$

5.4.2.4 Tall làser

Amb aquesta operació es pretén eliminar el material sobrant i les *rebaves* restants de la peça després de l'estampació. En aquest sentit, la cèl·lula làser de què es disposa ha de tenir la potència suficient com per tallar el nostre material. Hi ha varis factors que influeixen directament en la dificultat per tallar el material i, per tant, en la potència requerida per a la operació de tall:

- *Conductivitat tèrmica del material*
- *Duresa del material*
- *Gruix de la peça*

Val a dir, també, que el tall làser afecta tèrmicament al material. Les potències més habituals per a les cèl·lules de tall làser per a acers o aluminis oscil·len entre els 3000 W i els 5000 W.

5.5 Components de la línia de fabricació

5.5.1 Introducció

En aquest apartat es fa una breu descripció de tots els components que formen part de la línia de producció del reforç muntant B. Els components són els següents:

- *Dispensador*
- *Robots*
- *Marcador*
- *Forn*
- *Contenidors de rebutjos*
- *Premsa*
- *Matrius*
- *Contenedor pulmó*
- *Cèl·lula de tall per làser*

5.5.2 Descripció dels components

5.5.2.1 Dispensador

La funció d'aquest dispensador és disposar els formats de tal manera que el robot els pugui agafar sense dificultats.

5.5.2.2 Robots

Com ja s'ha esmentat anteriorment, la línia de producció del reforç muntant B disposarà de 2 robots capaços d'agafar tant els formats plans com els formats embotits i col·locar-los a la taula del marcador, dins del forn, a sobre de la matriu, a la màquina làser o al contenidor pulmó. En cas que, en algun moment del procés, la peça esdevingués defectuosa el robot l'agafaria i la dipositaria a dins del dipòsit de rebutjos. En cas contrari, la peça seria dipositada amb la resta de peces acabades.

5.5.2.3 Marcador

La línia també disposarà d'un marcador hidràulic que marcarà la data i el codi de fabricació de cadascuna de les peces que es fabriquin.

5.5.2.4 Forn

El forn emprat en aquest procés és un *forn elèctric de solera fixa i càrrega mòbil* o *forn d'empenta*. Aquests tipus de forns són fets a mida i les seves dimensions i característiques tècniques depenen de cada procés o peça a escalfar. En el nostre cas, ha de ser un forn capaç d'escalfar els formats del reforç muntant B una mica per sobre de la temperatura d'austenització del material en qüestió (950°C). Degut a l'ús continu al que estarà sotmès, ha de ser un forn amb un règim de funcionament tal que ens permeti minimitzar al màxim les despeses, tant energètiques com de manteniment, i optimitzar al màxim el procés de producció.

5.5.2.5 Contenedor de rebutjos

La funció del contenidor de rebutjos, és dipositar qualsevol peça que pugui sortir defectuosa, tant del forn com de la matriu o la cèl·lula de tall làser o, fins i tot, que ens pugui arribar defectuosa abans d'entrar al forn.

5.5.2.6 Premsa

Per a estampar la peça, és necessari una premsa. Aquesta premsa ha de ser capaç d'exercir una pressió de 300 Tn i ha de tenir unes dimensions suficientment grans com per a contenir la matriu d'embotició refrigerada.

5.5.2.7 Matrius

Com en tot procés d'embotició, es necessita una matriu per a conformar la peça amb les característiques desitjades. En el nostre cas seran dues matrius, una per a fabricar el reforç muntant B dret i l'altra per a fabricar el reforç muntant B esquerre. Degut al procés productiu, hauran d ser refrigerades i capaces d'aguantar altes temperatures i certa pressió. El disseny corresponent és l'objectiu principal d'aquest projecte i, per tant, es tractarà en un capítol a part.

5.5.2.8 Contenedor pulmó

La funció del contenidor pulmó, tal qual diu el seu nom, és servir de pulmó. És on van a parar les peces just abans de ser tallades per la cèl·lula làser. Allà s'acaben de refrigerar i, en cas de parada de la cèl·lula làser, s'hi acumulen evitant una parada general de la línia.

5.5.2.9 Cèl·lula de tall per làser

L'últim pas del procés de producció del reforç muntant B, comprèn una operació de tall portada a terme amb una *cèl·lula làser*. La cèl·lula ha de ser capaç de tallar una xapa d' Usibor 1500 P de 1,7 mm de gruix.

5.6 Distribució en planta

5.6.1 Aspectes a tenir en compte

Un cop coneguts els components que formen la línia de producció del reforç muntant B, és necessari distribuir-los de la manera més racional possible. Per a realitzar una distribució en planta adequada, és necessari perseguir els següents objectius:

- *Optimització del temps, la producció i l'espai ocupat.*
- *Reducció de riscos per al personal, les màquines i el material.*
- *Optimització en la utilització de mà d'obra, recursos i màquines.*

5.6.2 Distribució en planta proposada

Tenint en compte els punts esmentats anteriorment, la distribució en planta proposada per al nostre cas és la següent:

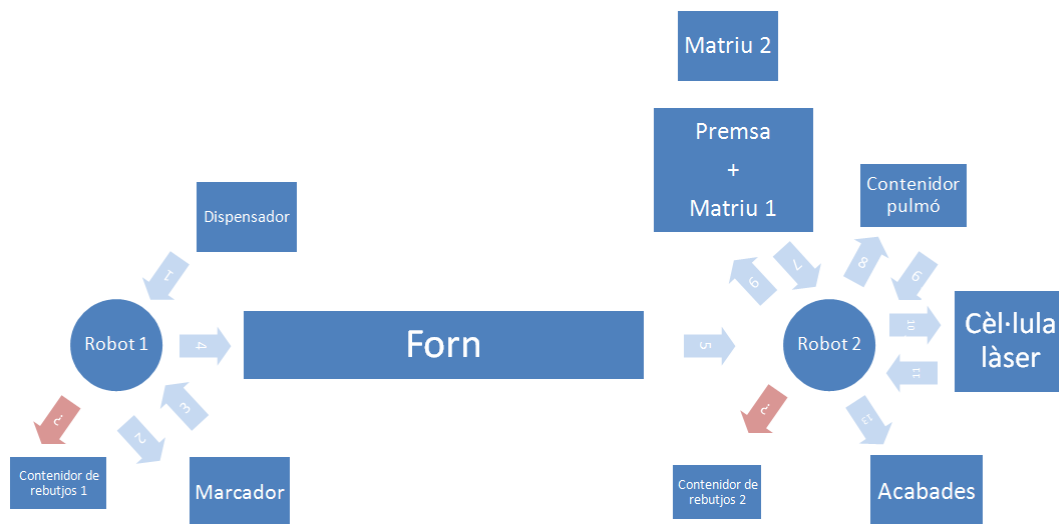


FIGURA 46 : Distribució en planta

Una de les característiques principals d'aquesta distribució és la optimització i aprofitament de la maquinària existent. L'absència de duplicitats en aquest sentit, comporta una sèrie d'avantatges i inconvenients:

AVANTATGES:

- *Baix consum energètic.*
- *Baixa inversió en maquinària.*
- *Optimització de l'espai.*

INCONVENIENTS:

- *Gran optimització necessària de la refrigeració de la matriu.*
- *Pausa necessària per a la realització del manteniment.*
- *Qualsevol avaria implica parar la producció.*

Una possible solució per a l'aturada en cas d'avaria, seria instal·lar una altra línia de producció com aquesta. Implicaria una inversió econòmica més gran però, si tenim en compte que cada cop es fabriquen més peces amb aquest procés i que d'aquesta manera es podria fabricar el muntant B d'un altre model d'automòbil en paral·lel, probablement estariem parlant d'una inversió amortitzable a curt termini.

D'altra banda, si tenim en compte la producció plantejada posteriorment, la línia de producció estaria treballant a un règim de funcionament inferior al 90% del màxim permès per la maquinària, és a dir, per sota del règim de *saturació* i, per tant, la nostra producció només es veuria afectada, en cas d'aturades llargues.

5.7 Descripció pas a pas del procés

Tot seguit, en aquest apartat, es fa la descripció pas a pas del procés de fabricació del reforç muntant B:

- 1- *Col·locació dels formats en dispensadors especials.*
- 2- *El primer robot col·loca el format a una taula centradora on el marcador hidràulic marca la data i el codi de fabricació a la peça.*
- 3- *El mateix robot agafa el format i el col·loca a l'entrada del forn.*
- 4- *El forn escalfa la peça (austenització).*
- 5- *A la sortida del forn, el segon robot agafa el format, escalfat a 950°C, i el col·loca a dins de la matriu.*
- 6- *La premsa baixa i la matriu es tanca, embotint i refrigerant la peça fins a aconseguir la transformació martensítica completa de la peça.*
- 7- *Un cop s'emboteix i es trempa la peça, la premsa puja i la matriu s'obre, permetent la sortida de la peça.*
- 8- *El mateix robot que ha introduït la peça dins de la matriu anteriorment és el que la treu, a 70°C, i la col·loca en el contenidor pulmó fins que aquesta es refrigera del tot.*
- 9- *Un cop la peça està refrigerada del tot (a temperatura ambient), el mateix robot la diposita a dins de la cèl·lula làser on serà repassada.*
- 10- *La cèl·lula làser talla el material sobrant de la peça.*
- 11- *El mateix robot que ha introduït la peça dins de la cèl·lula làser la treu i la diposita on són totes les peces acabades.*

Tal com s'ha esmentat anteriorment, la línia disposa de 2 contenidors de rebutjos. Si, en qualsevol moment, la peça esdevingués defectuosa es dipositaria en algun d'aquests contenidors, ja sigui en el contenidor de rebutjos 1 (abans del forn) o en el contenidor de rebutjos 2 (després del forn).

5.8 Producció i cicles de treball

En aquest apartat, es planteja una hipòtesi de producció diària de peces i del temps de què es disposa. S' ha de tenir en compte que la línia de producció ha de ser capaç de fabricar els dos muntants B del vehicle (muntant B dret i muntant B esquerre). Així doncs, la producció plantejada és la següent:

➤ PRODUCCIÓ

TEMPS ESTIMAT DE PRODUCCIÓ : 4 anys

PRODUCCIÓ REFORÇ MUNTANT B ESQUERRE : 500 unitats / dia

PRODUCCIÓ REFORÇ MUNTANT B DRET : 500 unitats / dia

TOTAL PRODUCCIÓ : 1000 unitats / dia

REBUTJOS : 5 %

➤ CICLES DE TREBALL

TEMPS DISPONIBLE : 1310 min / dia

TEMPS CANVI DE MATRIU : 10 min / dia

TEMPS DESCANS OPERARI : 120 min / dia

PERSONAL NECESSARI : 1 operari / torn

TORNS DE TREBALL : 3 torns / dia

DIES DE TREBALL : 5 dies / setmana

5.9 Seguretat

5.9.1 Introducció

Dins del sector metal·lúrgic, els equips utilitzats per a la matriceria són, probablement, un dels grups de màquines i eines que més risc comporten, pel que fa a accidents laborals, causant, en moltes ocasions, incapacitats permanents dels operaris que els pateixen. La rutina, entre altres factors, és un dels pitjors enemics de l'operari que, moltes vegades, al baixar la guàrdia dona lloc a situacions de risc que poden tenir conseqüències i danys personals irreversibles. Una protecció adequada de les màquines i dels operaris, en combinació amb un compliment estricte de les normes de seguretat i higiene, poden fer que aquest sigui un ofici més segur i ajudar a disminuir considerablement l'índex de sinistralitat en el sector.

En aquest apartat, es farà una descripció dels *riscs* que pot comportar el procés, d'un seguit de *mesures de seguretat, protecció i higiene* que cal prendre, dels *sistemes de seguretat* que cal instal·lar i de la *normativa* que cal complir.

5.9.2 Riscs

Cal tenir en compte que en aquest procés hi intervenen varies màquines i que, consegüentment, hi ha un seguit de riscos a tenir en compte per a cada una d'elles:

- *PREMSA* : Atrapament, aixafament i impacte d'elements.
- *FORN* : Atrapament i cremades.
- *ROBOTS* : Impacte, atrapament i aixafament
- *MARCADOR* : Atrapament i aixafament.
- *CÈL·LULA DE TALL PER LÀSER* : Atrapament, cremades, tall, contaminació atmosfèrica, radiació col·lateral, electrocució.

5.9.3 Mesures de seguretat i protecció

Hi ha varies mesures de seguretat i protecció que es poden dur a terme per a minimitzar els riscos descrits a l'apartat anterior. Aquestes mesures es poden dividir en dos grans grups:

MESURES DE SEGURETAT I PROTECCIÓ DE MÀQUINES I EINES

- *Pintar de colors llampants els extrems de les parts mòbils de les màquines (com a colors normalitzats s'utilitzen el groc o el blanc amb el negre, alternativament, a franges obliqües).*



FIGURA 47 : Prensa de 1200 Tn amb el pintat de seguretat normalitzat

- *Protegir les zones on operen elements mecànics, de transmissió o mòbils (les proteccions poden ser físiques o electròniques).*
- *Senyalitzar els riscos que comporta la no utilització de proteccions.*



FIGURA 48 : Senyalització de seguretat

- *Mantenir en bon estat el quadre elèctric (manteniment preventiu i, si s'escau, correctiu).*
- *Protegir els sistemes d'accionament de la màquina contra pressions accidentals (disseny especial de pedals i polsadors).*
- *Revisar les màquines abans de posar-les en marxa i realitzar el seu manteniment periòdic.*

MESURES DE SEGURETAT I PROTECCIÓ DELS OPERARIS

- *Portar roba ajustada i els Equips de Protecció Individuals adequats (calçat de protecció, guants, ulleres de protecció, casc, orelles o taps, etc.).*



FIGURA 49 : Equips de Protecció Individuals

- *Impedir la utilització de les màquines per part de personal no qualificat o autoritzat.*
- *Evitar la distracció dels operaris.*
- *Evitar la ingesta, per part dels operaris, de medicaments, alcohol o substàncies que puguin provocar efectes secundaris.*
- *Evitar manipulacions directes, per part de l'operari, de les màquines o eines mentre aquestes restin en funcionament.*
- *En cas d'accés a la zona de risc (manteniment o reparació), seguir les fases dictades per les instruccions establertes al protocol de treball.*
- *Aturar la màquina abans de realitzar qualsevol reparació o manteniment.*
- *Qualsevol reparació o manteniment es farà amb els mitjans o les eines adequades.*
- *Evitar la manipulació o anulació dels sistemes de seguretat.*
- *Mantenir la zona de treball neta i lliure d'obstacles.*

5.9.4 Sistemes de seguretat i protecció

5.9.4.1 Principis bàsics i sistemes de seguretat i protecció generals

Degut al risc que comporta una línia de producció automatitzada i, especialment, algunes de les màquines instal·lades en aquesta línia, s'ha considerat oportú fer un estudi dels diferents sistemes de seguretat a instal·lar.

Per a dur a terme una implementació correcta de les mesures tècniques de prevenció a instal·lar, ens hem de basar en dos *principis bàsics*:

- *Absència de persones a l'espai controlat durant el funcionament automàtic.*
- *La eliminació dels perills o reducció dels riscos durant les intervencions de reglatge, verificació de programa, etc. dins de l'espai controlat.*

Per a satisfer aquests principis, es dotarà a tota la línia de producció dels següents sistemes de protecció:

- *Parades d'emergència instal·lades a tots els accessos i a totes les màquines.*
- *Tancament de tota la zona mitjançant tanques de protecció.*

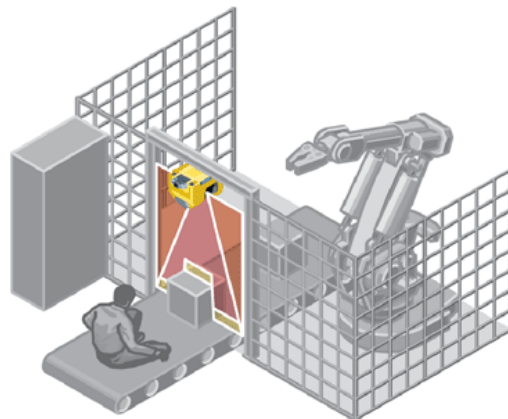


FIGURA 50 : Resguard fix exterior

- *Portes d'accés a la zona de risc associades a interruptors de seguretat i sistemes de consignació (zona segura).*
- *Sistema de protecció optoelectrònic (raigs infraroigs) que compleixi les següents condicions:*
 - *Impedir el funcionament de la línia amb la presència d'una persona dins de la zona de risc.*
 - *Cobrir totes els accessos i zones de perill existents i, en cas d'instal·lar miralls retrovisors, evitar els angles morts.*

- *Evitar riscos de projeccions o radiacions (en cas d'existència de risc, protegir el sistema adequadament).*
 - *S'ha de disposar d'un sistema de rearmament per cada dispositiu optoelectrònic instal·lat.*
- *Sistemes de senyalització amb dispositiu sonor i lluminós que indiquin l'estat de treball i avisin de l' inici de la producció.*



FIGURA 51 : Dispositiu de senyalització lluminosa

5.9.4.2 Sistemes de seguretat i protecció per a la premsa

5.9.4.2.1 Introducció

Degut a la seva versatilitat operativa i el seu alt rendiment productiu, les premses són una de les màquines més utilitzades industrialment, però també, probablement, una de les màquines amb més accidentalitat existents, ja sigui per la freqüència en que aquests succeeixen com per la gravetat dels mateixos. És per aquest motiu que existeixen un gran nombre de sistemes de seguretat per a aquestes màquines. Tot i així, degut a múltiples factors que incideixen en la eficàcia i seguretat en el seu funcionament, la seva protecció integral esdevé una tasca complexa i de profunda reflexió. Per a fer una selecció dels sistemes de protecció, s'han de tenir en compte una sèrie de factors:

- *Model de premsa.*
- *Tipus de comandaments.*
- *Tipus d'operació més freqüent.*
- *Tipus d'utils emprats.*
- *Potència de la premsa.*
- *Forma, mida i pes de les peces conformades.*
- *Tipus d'alimentació i evacuació.*
- *Velocitat (cops per minut).*
- *Efecte sociològic.*
- *Cost del sistema.*
- *Incidència en la productivitat.*
- *Versatilitat del sistema.*

Tot i que la premsa del nostre procés productiu no necessita ser manipulada per al seu funcionament, i malgrat tots els sistemes de seguretat instal·lats pel que fa a l'accés a la zona de risc, s'equiparà a aquesta amb un seguit de sistemes de protecció addicionals que permetrà minimitzar encara més els riscos, sobretot en cas de manipulació en cas d'avaría o manteniment, previ estudi de la seva *viabilitat, efectivitat i rendibilitat*:

- *Sistema anticaiguda del capçal*
- *Sistema contra possibles sobrecàrregues*
- *Encuny tancat.*
- *Pantalla mòbil enclavada*
- *Barrera immaterial fotoelèctrica*
- *Allunya – cossos*
- *Comandament a dues mans.*

5.9.4.2.2 Sistema anticaiguda del capçal

Aquest *sistema anticaiguda del capçal* és de tipus mecànic i consta d'una cremallera i un pivot de bloqueig amb vàlvula de retenció de la baixada (pilotada per pressió de la càmera superior del cilindre en els sistemes hidràulics) que evita la caiguda del capçal de la premsa.

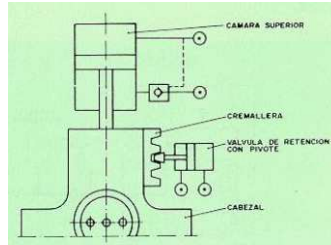


FIGURA 52 : Sistema anticaiguda del capçal

Tot i que la probabilitat de caiguda del capçal és molt petita, no és admissible la fabricació de cap premsa sense aquest tipus de sistema.

5.9.4.2.3 Sistema contra possibles sobrecàrregues

El *sistema contra possibles sobrecàrregues* evita l'enclavat dels punxons a les premses mecàniques (les hidràuliques no el tenen).

Hi ha de tres tipus:

- **MECÀNIC, AMB PASTILLA DE CISALLAMENT** : Aquest sistema no admet regulació ni rearmament, la pastilla queda destruïda. Disposa d'un sistema d'accés adequat per a facilitar la seva substitució ràpidament. És recomanable per a premses mecàniques petites (poc potents) i amb cigonyal excèntric

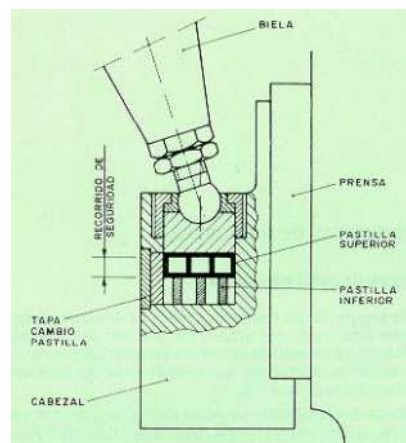


FIGURA 53 : Sistema contra possibles sobrecàrregues mecànic amb pastilla de cisallament

- **HIDRÀULIC** : És un sistema similar a l'anterior, amb la diferència que l'augment de pressió en aquest sistema fa saltar la càmera hidràulica, disminuint la pressió i permetent al cargol seguir baixant fins a completar el cicle, mentre el capçal resta frenat a causa de la resistència excessiva, que actua com a força opositora.

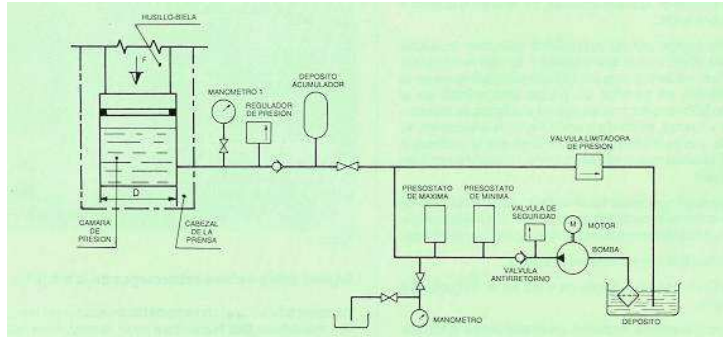


FIGURA 54 : Sistema contra possibles sobrecàrregues hidràulic

El seu funcionament és el següent:

1. Quan la premsa, a través del capçal, troba una resistència més gran que la tarada a la vàlvula limitadora de pressió, aquest es frena, però el cargol no i continua baixant si la força de la premsa pot vèncer a la del circuit. Òbviament la operació sobre la xapa no es realitza.
2. A l'obrir-se la vàlvula limitadora, l'oli passa al dipòsit i la pressió disminueix.
3. Al disminuir la pressió, el pressostat de mínima desembraga la màquina i la para.

En funció de la seguretat desitjada a l'útil o a la màquina i de la força (F) a desenvolupar, es regula el circuit de seguretat hidràulic, tarant la pressió que la premsa haurà de vèncer per a que actui aquest circuit. La pressió (P_1), regulada al regulador de pressió i indicada al manòmetre 1, multiplicada per la superfície S_D no ha de sobrepassar la força de la màquina:

$$P_1 \cdot S_D \leq F$$

Posteriorment a l'entrada en acció d'aquest sistema, s'ha de rearmar mitjançant els següents passos:

1. Pujar el capçal completant, d'aquesta manera, el cicle de la biela.
2. Purgar l'aire dels cilindres compensadors
3. Rearmar el circuit accionant l'interruptor de posada en marxa de la moto – bomba que envia l'oli a la cambra de pressió.
4. Obrir l'entrada d'aire dels cilindres compensadors.

- **HIDROPNEUMÀTIC PER MULTIPLICADOR – EQUILIBRADOR** : És un sistema molt semblant a l'anterior, amb la diferència que la vàlvula de pressió es substitueix per un convertidor oli – pneumàtic, equilibrat per un costat amb oli i per l'altre amb aire. Quan el cargol venç la pressió hidràulica, l'èmbol del convertidor descendeix deixant que l'oli es desplaci cap al dipòsit. En aquest moment, i com a conseqüència de la baixada de pressió, el pressostat de mínima actua fent parar la premsa.

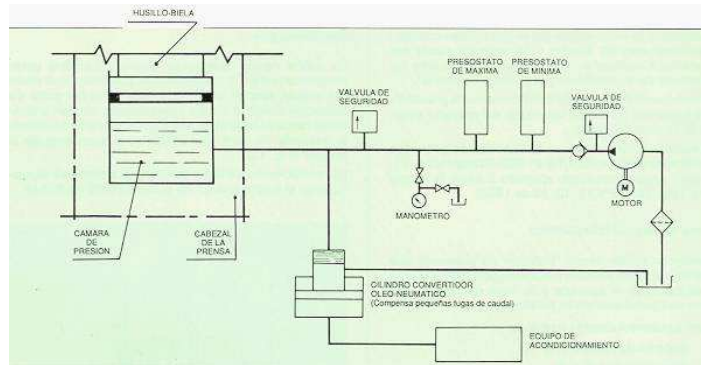


FIGURA 55 : Sistema contra possibles sobrecàrregues hidropneumàtic per multiplicador - equilibrador

Les sobrecàrregues solen convertir-se en accident molt més freqüentment que la caiguda del capçal.

5.9.4.2.4 Encuny tancat

A l' *encuny tancat*, la seguretat resta integrada en el seu disseny. Estan concebuts de tal manera que l'accident en el punt d'operació i en fase de treball sigui pràcticament impossible que succeeixi. L'aplicació correcta d'una protecció fixa a un encuny pot convertir-lo d'obert a tancat.

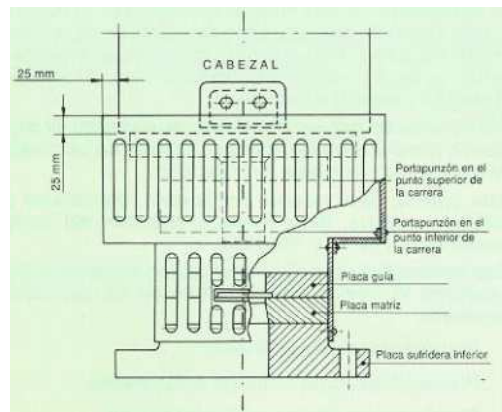


FIGURA 56 : Resguard de tancament d'un encuny alimentat amb matèria prima en forma de banda o fleix

5.9.4.2.5 Pantalla mòbil enclavada

La *pantalla mòbil enclavada* és un resguard del punt d'operació amb determinades parts mòbils connectades als dispositius de comandament. La seva posició pot ser alterada per a accedir a la zona de perill durant les operacions d'alimentació i extracció de peces o de manteniment.

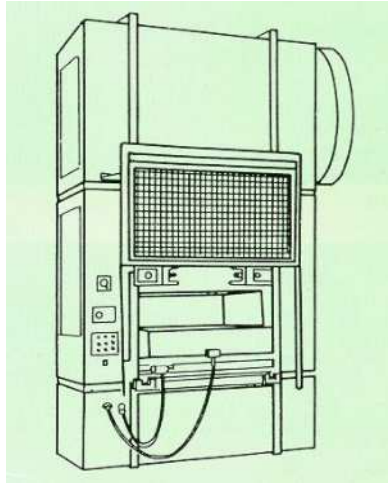


FIGURA 57 : Premsa amb pantalla mòbil enclavada

Aquest sistema està projectat de tal forma que la premsa no pot funcionar fins que les mans de l'operari no resten fora de la zona de perill.

5.9.4.2.6 Barrera immaterial fotoelèctrica

La *barrera immaterial fotoelèctrica* és un detector de presència que presenta un camp sensible immaterial, col·locat en forma de barrera entre l'operari i la línia de perill, que genera un senyal quan és invalidat.

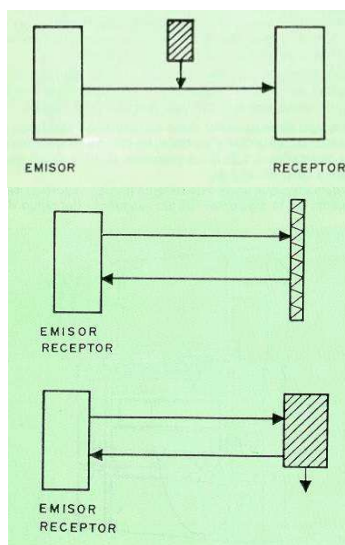


FIGURA 58 : Diferents sistemes de barrera immaterial fotoelèctrica

5.9.4.2.7 Allunya – cossos

L' *allunya – cossos* és un resguard (barra o pantalla) unit mecànicament a la guia que, procedint al tancament de l'encuny, efectua un moviment tal que obliga a l'operari a allunyar-se de la zona de perill, tot desplaçant-lo i evitant atrapaments.

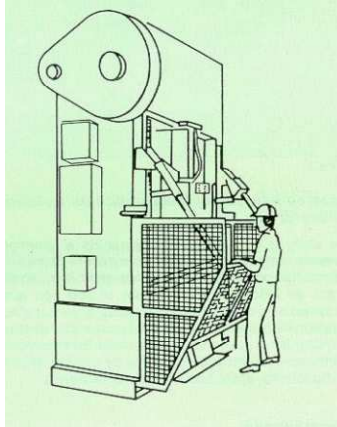


FIGURA 59 : Premsa amb allunya - cossos

5.9.4.2.8 Comandament a dues mans

El *comandament a dues mans* és aquell que requereix necessàriament l'ús simultani d'ambdues mans per a generar el senyal d'embragatge. Pot ser de *botons* o per *palanca*.



FIGURA 60 : Comandament a dues mans

La idiosincràsia d'aquest mètode de protecció és ocupar ambdues mans de l'operador fora de l'espai perillós de l'encuny durant tot el cicle de la màquina, moment en el qual existeix el màxim risc d'accident.

5.9.4.3 Sistemes de seguretat i protecció per al forn

Els forns industrials poden comportar un seguit de riscos importants, que es poden reduir si s'ubiquen, s'operen i es mantenen correctament. Alguns dels perills més importants dels forns elèctrics són els *xocs elèctrics*, les *cremades* o els *incendis*. És per això que, a més a més de les proteccions generals de la zona de risc especificades anteriorment, hi ha de mesures a tenir en compte per a minimitzar aquests riscos i evitar, així, els accidents:

- *Ubicació amb espai suficient per a una correcta ventilació i per a que permeti als operaris realitzar qualsevol tasca de manteniment o reparació.*
- *Connexió adequada al corrent elèctric, degut a la seva potència.*
- *Mantenir la zona de risc completament neta.*

D'altra banda, a part dels sistemes de seguretat i protecció generals de la zona, el forn haurà de disposar de:

- *Sistema automàtic de bloqueig de les portes d'entrada i sortida fins que aquest no estigui a temperatura ambient, en cas de presència d'un operari dins de la zona de risc.*
- *Varis dispositius de parada d'emergència visibles, situats a certa distància de les seves parets.*

5.9.4.4 Sistemes de seguretat i protecció per als robots

A part dels sistemes de seguretat i protecció generals de la zona de perill, els robots hauran de disposar de:

- *Comandament sensitiu que permeti realitzar el control del robot dins la zona de risc.*
- *Parades d'emergència instal·lades en varis punts de la cèl·lula robotitzada.*

5.9.4.5 Sistemes de seguretat i protecció per al marcadors

Tot i no ser una màquina amb un alt risc d'accident, haurà de portar certes mesures de seguretat, així com:

- *Sistema contra possibles sobrecàrregues*
- *Pantalla mòbil enclavada*
- *Barrera immaterial fotoelèctrica*
- *Allunya – cossos*
- *Comandament a dues mans*

5.9.4.6 Sistemes de seguretat i protecció per a la cèl·lula de tall làser

La utilització segura dels equips làser, exigeix que la seguretat estigui integrada en el disseny dels mateixos. Les exigències de seguretat varien segons el tipus de làser i, en cas d'exposició, estan dirigides a reduir-la.

En el nostre cas, s'aïllarà la màquina i ens assegurarem que aquesta quedi ben estanca durant el seu funcionament. D'altra banda, i degut a les altes tensions que es fan servir per a les màquines làser, es tindrà especial atenció en protegir adequadament les connexions.

CAPÍTOL 6: ELEMENTS IMPORTANTS DEL PROCÉS

6.1 Introducció

Es consideren elements importants d'aquest procés i, per tant, objecte de descripció detallada en aquest capítol les següents màquines i eines:

- *Forn*
- *Premsa*
- *Matriu*

En el cas de la premsa, es farà una descripció detallada de tots els tipus possibles a instal·lar i, posteriorment, es procedirà a escollir la més adequada, prèvia valoració dels avantatges i inconvenients que presenta cadascuna. A la matriu (disseny) es descriu al següent capítol.



FIGURA 61 : Premsa, matriu i muntant B

6.2 Forn

6.2.1 Introducció

Tal i com ja es va esmentar a l'avantprojecte, per a escalfar els formats, ens podem basar en dos principis bàsics:

- *ESCALFAR L'AMBIENT* : Es situa el format en un ambient calent i fins que aquest assoleix la temperatura de l'ambient.
- *ESCALFAR LA CÀRREGA* : Es genera dins del material la temperatura necessària.

De la mateixa manera, existeixen varis tipus de forns, els quals els podem classificar segons el principi que fan servir per a escalfar:

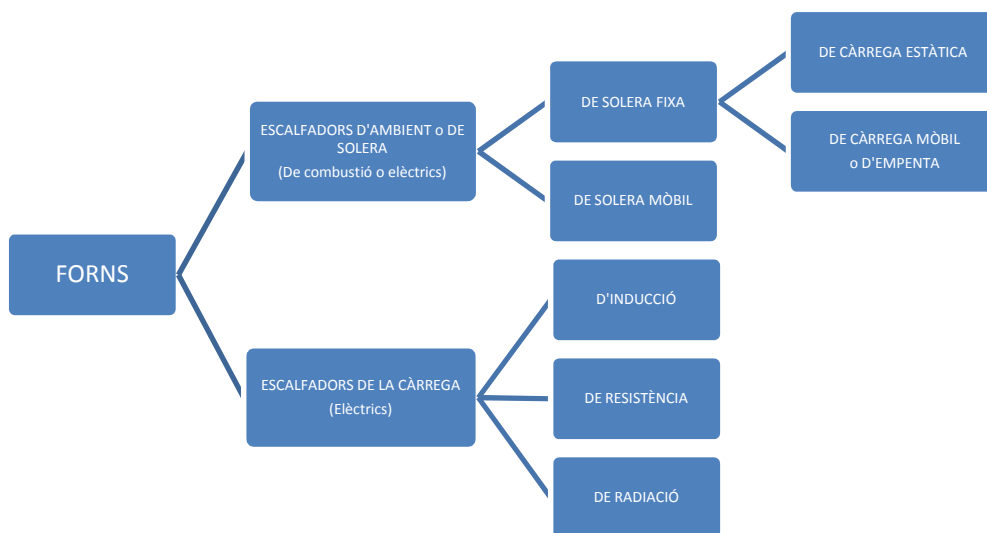


FIGURA 62 : Classificació i tipus de forns

Els combustibles poden ser *sòlids* (carbó, fusta, serrí, etc.), *líquids* (fuel – oil, gas – oil, petroli, gasolina, alcohol, etc.) o *gasos* (metà, propà, butà, gas ciutat, gas butà, etc.).

Per raons *higièniques* i de *característiques estructurals i geomètriques*, en aquest procés s'ha escollit un *forn elèctric de solera fixa i càrrega mòbil* o *forn d'empenta*.



FIGURA 63 : Forn d'empenta

6.2.2 Funcionament i característiques del forn

El forn escollit és de construcció i coberta metàl·lica i allargat, amb una boca d'entrada i una de sortida per als formats del reforç muntant B. Disposa de corròns ceràmics que són els encarregats de transportar els formats a través del forn, a sobre d'uns dispositius o safates centradores porta – formats. La calefacció del mateix resta uniformement distribuïda (per sobre i per sota dels formats) i està generada per resistències elèctriques. Resta totalment aïllat amb fibres i les portes d'entrada i sortida són d'accionament pneumàtic i s'obren i es tanquen alternativament per a evitar corrents d'aire i, d'aquesta manera, reduir al màxim les pèrdues de calor. Disposa de varis reguladors i limitadors de temperatura amb diferents zones de regulació.

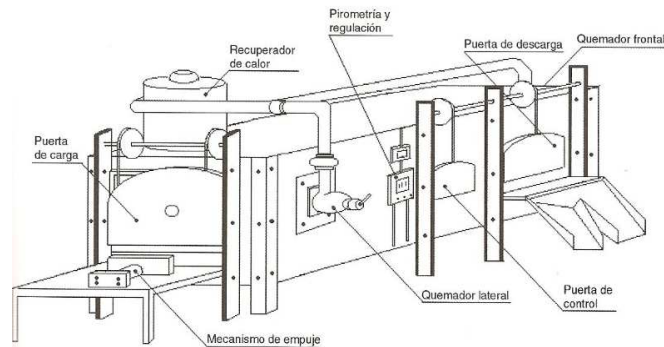


FIGURA 64 : Dibuix esquemàtic d'un forn d'empenta alimentat amb combustible

El funcionament és el següent:

1. Primerament, un robot col·loca el format en el porta – formats, que és el que s'encarregarà del transport de la peça a través de tot el forn, i que resta centrat gràcies a un dispositiu centrador.
2. Tot seguit, es col·loquen el porta – formats, amb el format, al primer espai del forn i, prèvia obertura de la porta, aquests entren al forn. A mesura que el primer espai del forn va quedant lliure, es va repetint el procés d'entrada amb cert marge de temps.
3. El porta – formats i el format es transporten a través del forn, passant per la solera i gràcies als corròns ceràmics, fins que arriben a la sortida a una temperatura de 950°C aproximadament.
4. És en aquest moment quan s'obre la porta de sortida del forn, el porta – formats es separa del format, es desplaça contra un topall, es transporta fins a l'entrada del forn i s'introdueix, un altre cop, en el dispositiu centrador.

Les característiques tècniques d'aquests forns han de respondre, depenent del procés, a un seguit de requisits geomètrics, dimensionals i de potència determinats. És per això que, en la majoria dels casos són fets a mida.

En el nostre cas, haurà de respondre a les característiques següents:

- *MIDES DELS FORMATS* : 1275 x 675 mm
- *TEMPERATURA DE TREBALL* : 950°C

6.3 Premsa

6.3.1 Introducció

La *premsa* és una màquina capaç de proporcionar la pressió necessària per a realitzar, en el nostre cas, l'embotició de la xapa. Està formada per un *bastidor*, una *taula fixa o desplaçable* i una *corredora* que es desplaça verticalment, accionada per algun mecanisme. Normalment, sobre la taula es col·loca la matriu i a la corredora es fixa el punxó, però en el nostre cas serà a l'inrevés.

Per a estampar la nostra peça, podríem considerar dos possibles tipus de premsa:

- *Premsa mecànica*
- *Premsa hidràulica*

En aquest apartat es farà una descripció de cadascuna, s'exposaran els seus avantatges i inconvenients i, prèvia valoració de les alternatives, es triarà la més adequada per al nostre procés.

6.3.2 Descripció de les alternatives

6.3.2.1 Premses Mecàniques

La *premsa mecànica* és aquella que transmet la força o la pressió mecànicament, ja sigui directament o a través d'un sistema d'acumulació d'energia (volant d'inèrcia).

Segons el seu mode d'accionament, poden ser de varis tipus:

- *EXCÈNTRIQUES o DE BIELLA – CIGONYAL* : És aquella que acumula l'energia mitjançant un volant d'inèrcia i la transmet mecànicament, a través d'una excèntrica o sistema de biela – cigonyal.

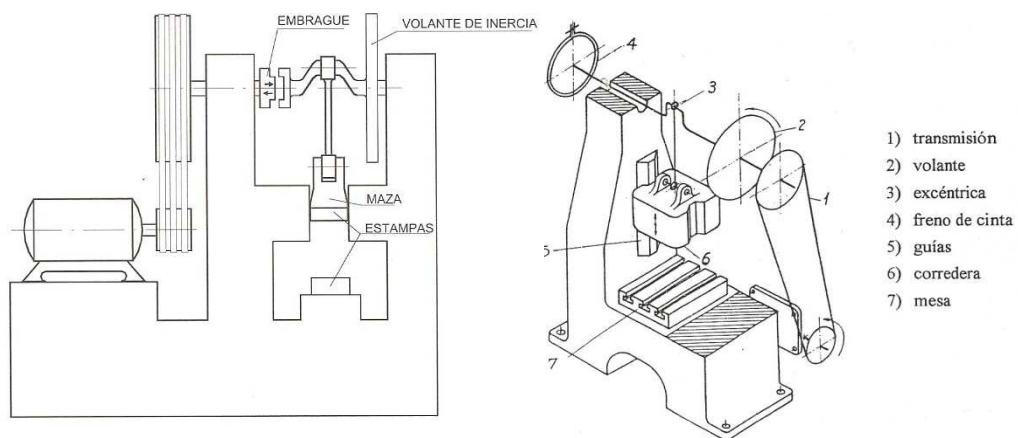


FIGURA 65 : Premsa excèntrica o de biela – cigonyal

Les premses excèntriques, segons la seva construcció i geometria, poden ser de tres tipus diferents:

- *DE COLL DE CIGNE* : El cos de la bancada té forma corbada (de coll de cigne) i permet l'accés a la taula per tres costats. Aquest tipus de premsa es fan servir per a treballs d'entre 10 i 100 Tn.

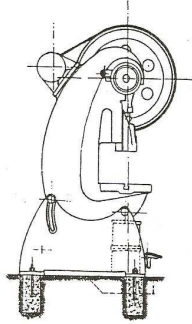


FIGURA 66 : Premsa excèntrica de coll de cigne

- *DE DOS MUNTANTS* : Són molt més robustes però tenen l'inconvenient de que la taula de treball només és accessible per davant i per darrere. Les guies de la corredora són més llargues que les de la de coll de cigne, la qual cosa permet emboticions profundes. Aquest tipus de premsa es fa servir per a treballs d'entre 50 i 500 Tn.

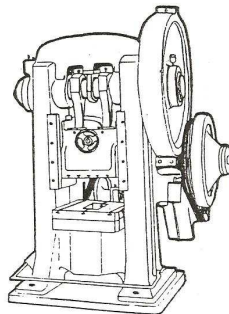


FIGURA 67 : Premsa excèntrica de dos muntants

- *DE VOLANT FRONTAL* : La posició del volant varia de les altres dues (frontal) i també permet l'accés per tres bandes a la taula (1 muntant). Igual que les premses de coll de cigne, aquest tipus de premsa es fa servir per a treballs d'entre 10 i 100 Tn.

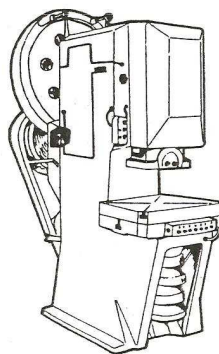


FIGURA 68 : Premsa excèntrica de volant frontal

- *DE CARGOL* : Són aquelles que exerceixen la pressió directament a través d'un cargol.

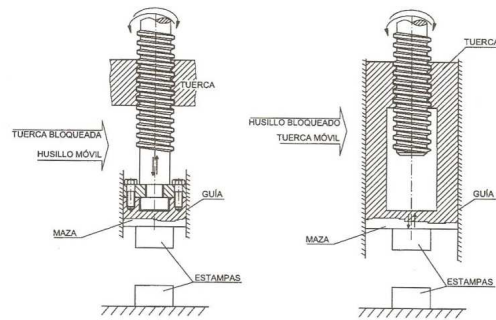


FIGURA 69 : Premsa de cargol

- *DE CUNYA* : La particularitat d'aquestes premses és que exerceixen la pressió a partir d'un mecanisme en forma de cunya, tal i com es veu a la figura 70:

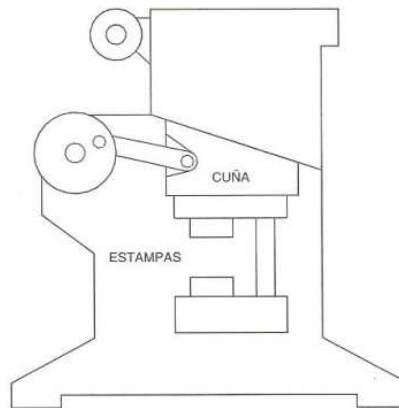


FIGURA 70 : Premsa de cunya

- *DE GENOLLERA* : Són premses poc utilitzades i la seva particularitat també regeix pel seu mecanisme d'accionament.



FIGURA 71 : Premsa de genollera

6.3.2.2 Premses hidràuliques

Les *premses hidràuliques* són aquelles premses en les que l'accionament d'avanç i retorn es realitza mitjançant un cilindre hidràulic. Normalment, aquest tipus de premses són més lentes que les mecàniques i es fan servir per a la fabricació de peces de grans dimensions o quan es necessiten grans esforços.

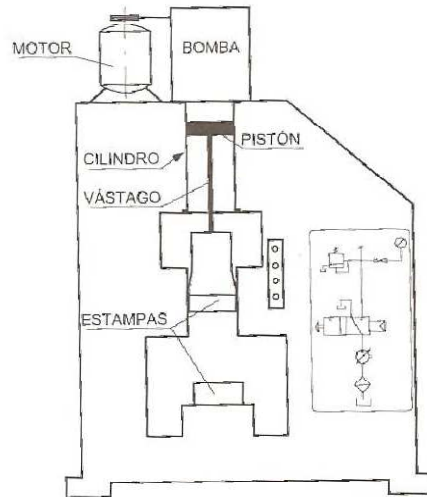


FIGURA 72 : Premsa hidràulica

Com en totes les màquines, en aquest tipus de premses es poden destacar un seguit d'avantatges i inconvenients respecte a les mecàniques:

AVANTATGES:

- *Carrera graduable a criteri de l'operador.*
- *Velocitat graduable i variable segons el punt de carrera on es troba, amb l'objectiu de que el contacte amb la xapa sigui suau.*
- *Pressió constant durant tota la carrera.*
- *Potències elevades.*
- *Reducció de pes (pesen menys que les mecàniques).*

INCONVENIENTS:

- *Velocitat de treball lenta (més lentes que les mecàniques).*
- *Major inversió econòmica, degut a la seva construcció i precisió.*

6.3.3 Valoració de les alternatives

Abans d'escollir la premsa adequada s'ha de tenir en compte els diferents aspectes i aplicacions de cadascuna d'elles i fer-ne una valoració. El plantejament el basariem principalment en aquests aspectes:

- *Dimensions i geometria de la peça.*
- *Característiques mecàniques de la peça.*
- *Quantitat de peces a obtenir.*
- *Temps requerit per a la fabricació de les peces.*
- *Cost de les operacions, de la maquinària necessària i del seu manteniment.*
- *Comoditat i riscos que presenta cada màquina.*
- *Rendibilitat econòmica del procés.*

Finalment, un cop considerats els punts anteriors i plantejades totes les alternatives, procedim a fer la valoració:

- *PREMSA MECÀNICA : Tot i que la inversió és més petita i que són més ràpides, l'elevat desgast i manteniment que requereixen, el baix tonatge d'algunes d'elles i les dimensions de la peça a conformar, ens fa pensar que no és la premsa més adequada per a aquest procés.*
- *PREMSA HIDRÀULICA : Són premses que, per la seva arquitectura, tenen menys desgast mecànic i, per tant, el seu manteniment és menys costós. D'altra banda són premses més precises i amb una alta versatilitat degut a la seva potència i dimensions. Tot i ser més lentes, la possibilitat de regular la velocitat a gust de l'operari i ser més sensibles ens fa pensar que aquesta si és la premsa adequada per al nostre procés. Val a dir, també, que la diferència econòmica que representa la inversió en aquesta maquinària, possiblement, sigui amortitzable a molt curt termini. Finalment, un altre punt a tenir en compte, i no menys important, cal remarcar que són més silencioses i vibren menys, la qual cosa suposa tenir un risc menys acusat per als treballadors.*

6.3.4 Selecció de la premsa adequada

Finalment, i després de valorar les alternatives exposades anteriorment, s'opta per escollir la premsa hidràulica per varis motius:

- *Menys desgast mecànic.*
- *Més precisió i sensibilitat.*
- *Manteniment menys costós.*
- *Més versàtil (dimensions i potència).*
- *Velocitat regulable.*
- *Menys riscos per al treballador (soroll i vibracions).*

CAPÍTOL 7: DISSENY DE LA MATRIU

7.1 Matriu refrigerada

7.1.1 Introducció

En aquest capítol es fa una breu descripció de cadascun dels elements que formen la matriu objecte d'aquest projecte. Degut a que aquesta és refrigerada, el disseny s'ha ajustat a les necessitats i, tant en el punxó com la matriu disposen d'un circuit per a tal fi.

El conjunt consta de varies peces o parts:

- *Disc*
- *Columna*
- *Placa trepitjadora*
- *Placa porta – matriu*
- *Matriu*
- *Guia*
- *Punxó*
- *Tapa de molla*
- *Placa porta – punxó*
- *Elements normalitzats*

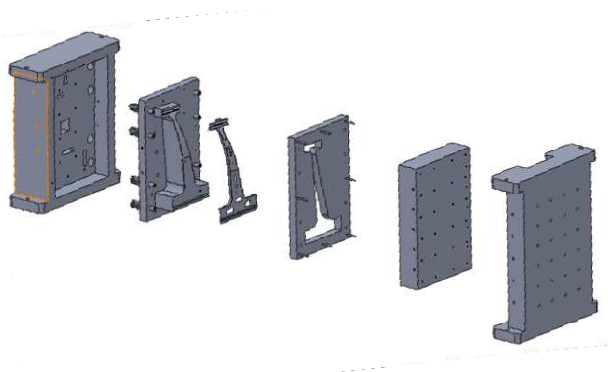


FIGURA 73 : Vista explosionada del conjunt

7.2 Descripció dels elements

7.2.1 Disc

El *disc* (*Plànol 1*) és la peça que va col·locada entre la tapa de la molla i la columna que exerceix pressió a la placa trepitjadora i evita que el conjunt trepitjador (*placa trepitjadora – discs – columnes – guies*) es surti de la seva posició. Té un diàmetre de 100 mm i un grossor 20 mm i n'hi ha un total de 8 discs. Està fabricat amb acer F – 1120.



FIGURA 74 : Disc

7.2.2 Columna

La *columna* (*Plànol 2*) és la peça que hi ha entre el disc i la placa trepitjadora, exercint pressió sobre aquesta mateixa. És cilíndrica, té una longitud de 230 mm i està fabricada amb acer F - 1140.



FIGURA 75 : Columna

7.2.3 Placa trepitjadora

La *placa trepitjadora* (Plànol 3) és la peça que resta en contacte amb la matriu i el punxó i s'encarrega de la de la expulsió del muntant B un cop realitzada la embotició. Junt amb els discs, les columnes i les guies forma el *conjunt extractor / trepitjador*.

El material emprat per a la placa trepitjadora és l'acer F – 5318 (resistent a altes temperatures), ja que està en contacte amb el format directament i conté varis mecanitzats amb diferents funcions:

- 1- Forat per a que s'introdueixi el punxó a l'hora de fer la embotició.
- 2- Orifici passant de varis diàmetres, per a col·locar la columna per un costat i collar-la, per l'altre, amb un cargol M20 x 120.
- 3- Orifici passant de varis diàmetres emprat per a introduir un dels extrems de la guia per un costat i collar aquesta, per l'altre, amb un cargol M8 x 90.

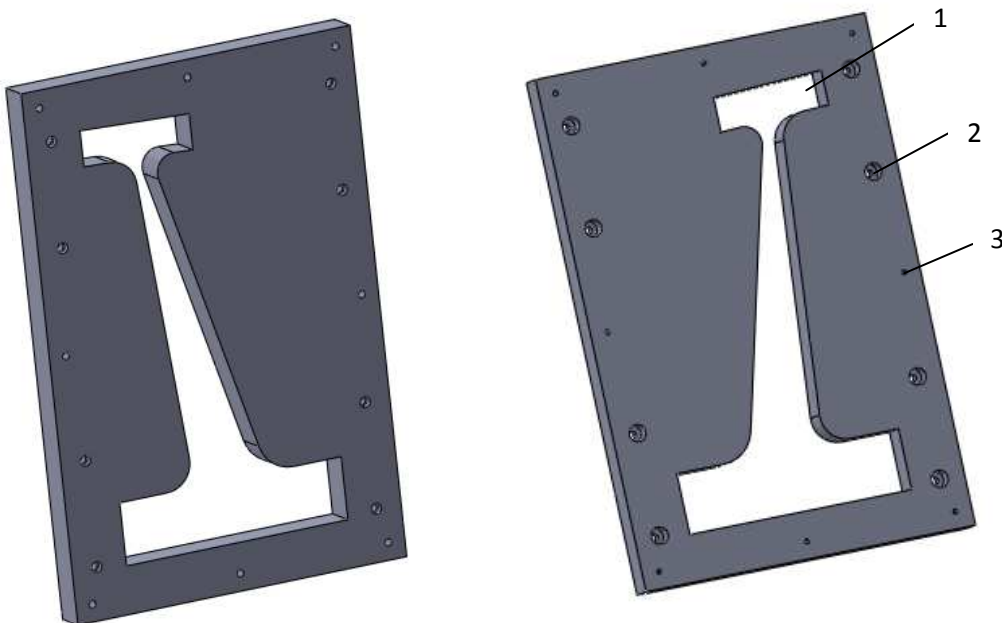


FIGURA 76 : Placa trepitjadora

7.2.4 Placa porta – matriu

La placa porta – matriu (*Plànol 4*) és la part mòbil o superior de la matriu que va fixada a la part inferior del capçal de la premsa. És l'encarregada de mantenir fixada la matriu, que en el nostre cas és mòbil, mentre el punxó resta immòbil a la part fixa de la premsa. Està fabricada amb acer F – 1140 i la seva fixació i centratge a la taula de la premsa es pot realitzar de varies maneres, segons la premsa on vagi muntada.

En ella, s'hi realitzen varis mecanitzats amb diverses funcions:

- 1- *Orificis passants per al transport de la mateixa mitjançant pont – grua.*
- 2- *Orificis passants per a la seva fixació horitzontal, mitjançant cargols M20 x 200.*
- 3- *Orificis passants per a la seva fixació vertical, mitjançant cargols M20 x 200.*

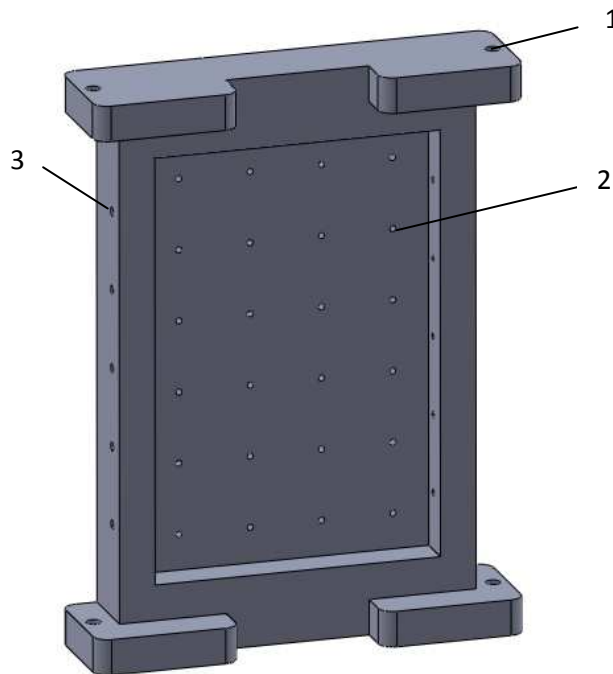


FIGURA 77 : Placa porta - matriu

7.2.5 Matriu

La *matriu* (Plànol 5), junt amb el punxó, és una de les parts que fa possible la embotició de la xapa. Està fabricada amb acer F – 5318 (resistent a altes temperatures), ja que està amb contacte directe amb el reforç muntant B, i va fixada a la placa porta – matriu mitjançant varis cargols.

Un dels aspectes més importants de la nostra matriu és el seu circuit de refrigeració, que farà possible la realització del tremp durant el procés de fabricació de la peça. En ella s'hi realitzen una sèrie de mecanitzats amb diverses funcions:

- 1- *Orificis per als centradors del format.*
- 2- *Mecanitzat del negatiu del reforç muntant B (forma exterior + joc).*
- 3- *Orificis roscats per a la seva fixació horitzontal, mitjançant cargols M20 x 200.*
- 4- *Orificis roscats per a la seva fixació vertical, mitjançant cargols M20 x 200.*

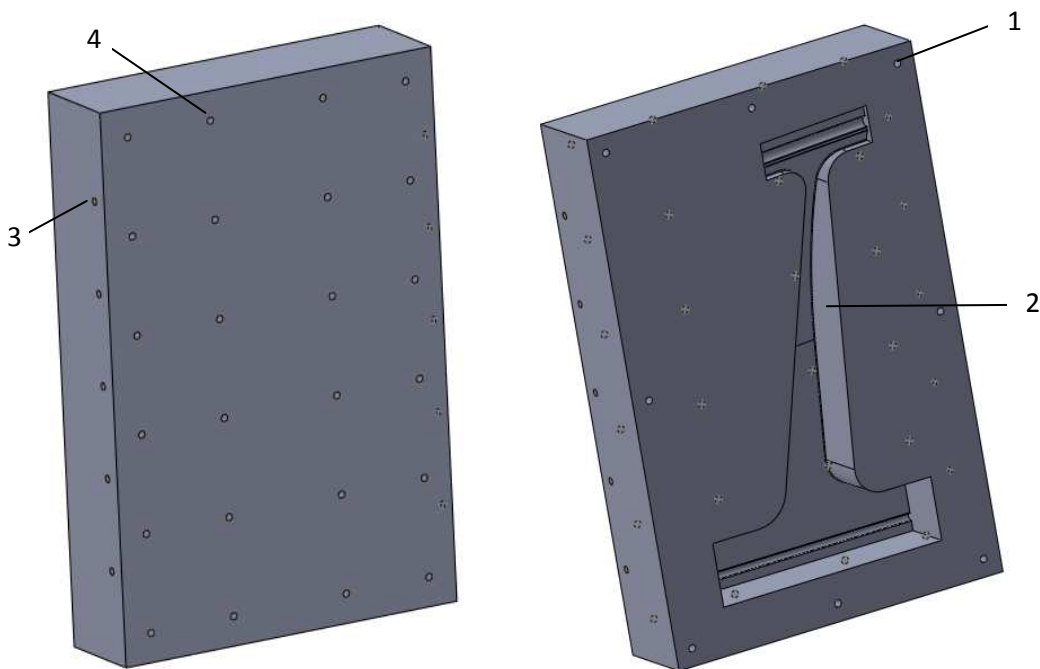


FIGURA 78 : Matriu

7.2.6 Circuits de refrigeració

Els *circuits de refrigeració* (Plànols 6 i 9), tant de la matriu com del punxó, serviran per a refrigerar la peça, permetent així, la realització del tremp.

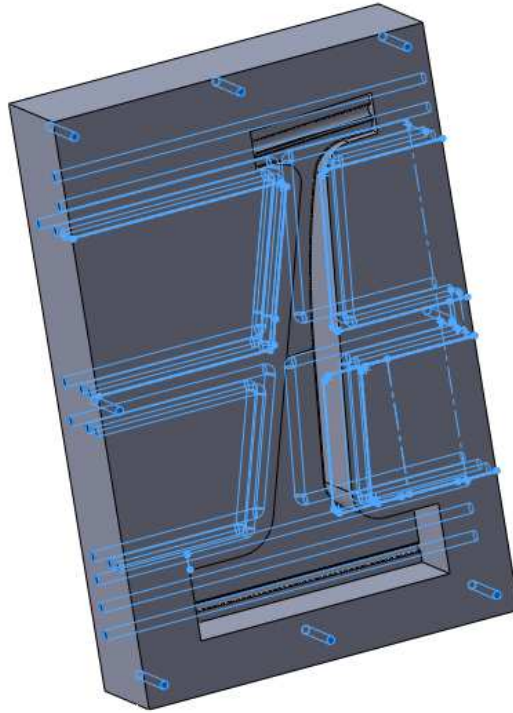


FIGURA 79 : Circuit de refrigeració de la matriu

7.2.7 Guia

La *guia* (Plànol 7) és una peça que va collada a la placa trepitjadora mitjançant un cargol M8 x 90 i, tal i com diu el seu nom, serveix de guia per al recorregut del conjunt mòbil de la matriu, gràcies a la seva introducció dins del forat practicat a la matriu per a aquest fi. És cilíndrica, té un diàmetre de 20 mm i una longitud de 150 mm i està fabricada amb F – 5318 (resistent a altes temperatures).

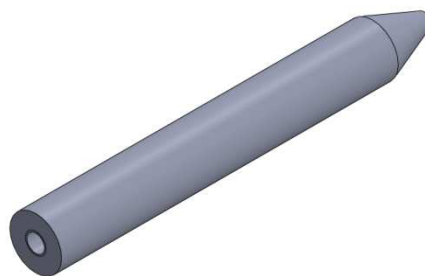


FIGURA 80 : Guia

7.2.8 Punxó

EL *punxó* (*Plànol 8*) és la part del conjunt, junt amb la matriu, que fa possible la embotició del reforç muntant B. Està fabricat amb acer F – 5318 (resistent a altes temperatures), pel seu contacte directe amb la peça a conformar, i va collat a la placa porta – punxó, col·locada a la taula de la premsa, mitjançant varis cargols.

L'aspecte més important del nostre punxó és el seu circuit de refrigeració, que fa possible la realització del tremp a la peça durant el seu procés de fabricació. En ell s'hi realitzen varis mecanitzats amb diferents finalitats:

- 1- *Orificis passants per a la seva fixació vertical, mitjançant cargols M20 x 180.*
- 2- *Orificis passants per a la introducció de les columnes.*
- 3- *Orificis roscats per a la seva fixació horitzontal, mitjançant cargols M20 x 200.*
- 4- *Mecanitzat del positiu del reforç muntant B (forma interior – joc).*
- 5- *Orificis d'entrada i sortida del circuit de refrigeració.*

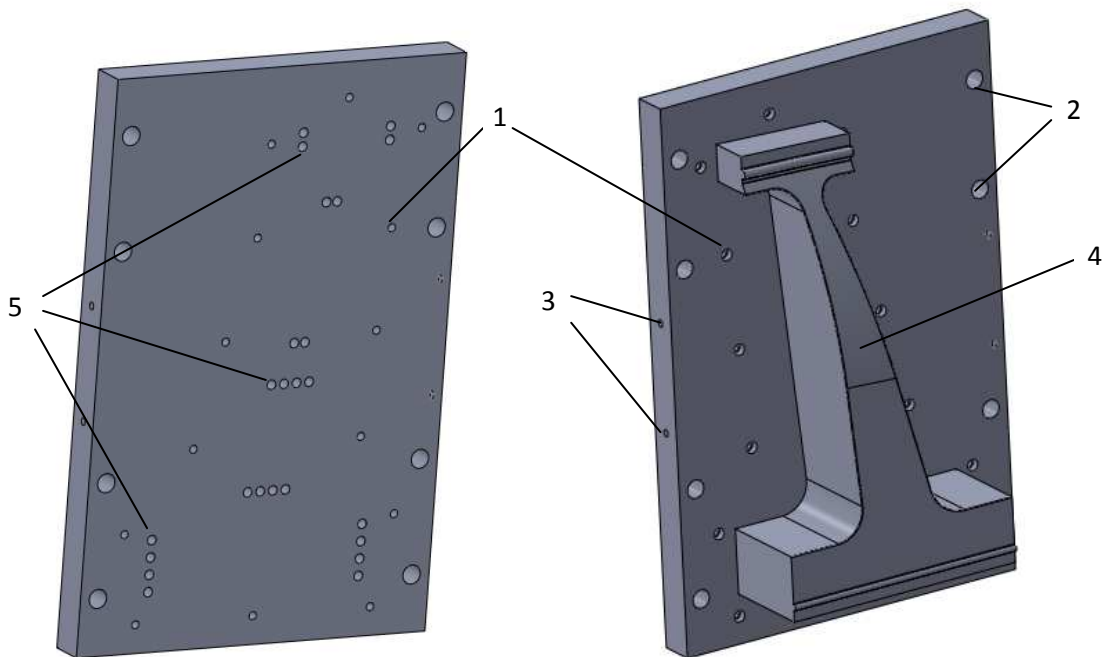


FIGURA 81 : Punxó

7.2.9 Tapa de molla

La *tapa de molla* (Plànol 10) és una peça de forma circular que fa de contacte intermediari entre la molla i el disc, permetent una correcta posició d'aquest i repartint uniformement la pressió exercida per la molla. La tapa de molla resta fabricada amb acer F – 1120.



FIGURA 82 : Tapa de molla

7.2.10 Placa porta – punxó

La *placa porta – punxó* (Plànol 11) és l'encarregada de subjectar el punxó i evitar que aquest es desplaci durant la embotició. Està fabricada amb acer F – 1140 i pot anar fixada a la taula de diverses maneres, segons el tipus de premsa.

En ella es realitzen una sèrie de mecanitzats, amb diverses finalitats:

- 1- Orificis per a la introducció i evacuació dels conductes de refrigeració.
- 2- Orificis passants per a la fixació horitzontal del punxó, mitjançant cargols M20 x 200.
- 3- Orificis roscats per a la fixació vertical del punxó, mitjançant cargols M20 x 180.
- 4- Orificis per al posicionament de les molles.
- 5- Orificis passants per al transport de la placa mitjançant pont - grua.

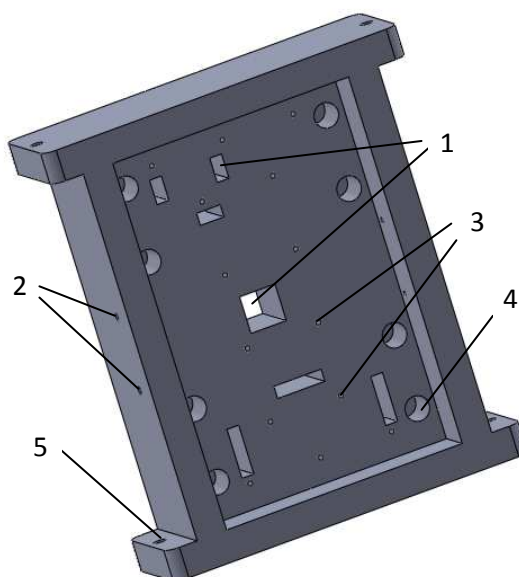


FIGURA 83 : Placa porta - punxó

7.2.11 Elements normalitzats

Els elements normalitzats que conté el conjunt de la matriu són els següents:

- 8 molles DIN 17225 de càrrega forta i fabricades amb acer al Crom – Vanadi.
- 8 cargols DIN 912 M8 x 90.
- 8 cargols DIN 912 M10 x 60.
- 8 cargols DIN 912 M20 x 120.
- 14 cargols DIN 912 M20 x 180.
- 38 cargols DIN 912 M20 x 200



FIGURA 84 : Elements normalitzats

CAPÍTOL 8: PRESSUPOST

8.1 Introducció

L'objectiu d'aquest pressupost és fixar les condicions d'execució del projecte, determinant el cost de cada una de les parts que el componen, especificant els treballs, els materials i els preus, amb la finalitat de trobar l'equilibri entre una solució tècnica, la tecnologia utilitzada i les despeses a generar.

Atès que l'objectiu principal del projecte és dissenyar la matriu d'embotició i les diferents peces que la componen, el pressupost d'aquest projecte es centrarà, única i exclusivament, en aquesta part. Aquest resta detallat en la seva totalitat a la documentació adjunta.

A continuació s'exposa, a mode de resum, un quadre amb cost total del disseny de la matriu, desglossat en:

- *Despeses d'enginyeria.*
- *Despeses de materials.*
- *Despeses de fabricació.*
- *Despeses de muntatge i ajustaments.*
- *Despeses de tractaments tèrmics.*
- *Despeses d'elements normalitzats.*

8.2 Detall del cost total del projecte

| CONCEPTE | TOTAL [€] |
|---------------------------------------|-------------------|
| Enginyeria | 12.600,00 |
| Materials | 74.741,64 |
| Fabricació | 2.160,00 |
| Muntatge i ajustaments | 1.400,00 |
| Tractaments tèrmics | 3.000,00 |
| Elements normalitzats | 242,50 |
| TOTAL SENSE BENEFICIS [€] | 94.144,14 |
| TOTAL AMB BENEFICIS (+10%) [€] | 103.558,55 |

TAULA 6 : Detall del cost total del disseny de la matriu

CAPÍTOL 9: MANTENIMENT DE LA MATRIU

9.1 Introducció

Existeixen moltes i variades causes per les quals una matriu es degrada amb més rapidesa del que és habitual. Algunes d'aquestes causes, molt poques, estan relacionades amb el material a conformar i moltes altres amb la mala construcció, la mala utilització o el mal manteniment. Algunes de les causes de fallida en els útils de conformat poden ser la *l'abrasió, l'adhesió dels útils amb la peça de treball, la fatiga i fissures a la superfície de l'útil, la ruptura o deformació plàstica de l'útil, els errors de construcció, el desgast, les melladures, etc.*

La base principal per a eliminar o reduir els problemes durant la vida d'una matriu és tenir-los controlats i identificats. Per a complir aquest objectiu i portar a terme un control estricte i rigorós del seu estat són necessàries les següents accions:

- *Anotació d'incidències, reparacions, canvis o modificacions de peces en fitxes de treball normalitzades.*
- *Realització periòdica d'un manteniment.*

En aquest capítol es descriuen les pautes i els sistemes duts a terme, que ajudaran en el seguiment de les anomalies detectades abans, durant i després del manteniment de la matriu.



FIGURA 85 : Manteniment dels encunys d'embotició

9.2 Proves de matriu

Qualsevol matriu, per senzilla que sembli, pot generar problemes. S'ha de tenir en compte que totes i cadascuna de les transformacions poden provocar canvis geomètrics i dimensionals a la matriu, si no es posa especial atenció en la forma en que es realitzen. Una mala solució a un problema, en pot causar d'altres pitjors a curt termini que poden ocasionar aturades a la producció i, en definitiva, unes despeses molt elevades.

Es per això que hi ha tot un seguit de proves a realitzar abans de posar en funcionament una matriu. En aquestes proves, sobretot, es presta especial atenció en els punts més crítics, que són els que poden generar problemes més fàcilment. Hi ha una sèrie de pautes a seguir abans i durant la realització de les proves:

- *Disposar del plànol de la peça, de l'útil de control o mostra comparativa, de la matèria prima adequada i dels medis necessaris per a canviar o modificar els paràmetres de màquina.*
- *Verificar la matèria prima abans de les proves.*
- *Fer sempre les proves de manera que treballi tota la matriu i no només una part.*
- *Anotar els resultats obtinguts i analitzar-los després de finalitzar les proves.*
- *Tenir molta cura de que les condicions de treball durant les proves siguin les mateixes que les de la producció posterior.*
- *No prendre decisions sobre els resultats obtinguts si els paràmetres de la matriu o la màquina no són els que marca el full de treball.*
- *No continuar amb les proves si algun element de la matriu es trenca, deforma o es modifica la seva geometria o dimensions.*
- *No plantejar modificacions a la matriu sense haver analitzat tot el procés pas a pas.*



FIGURA 86 : Operari realitzant proves de matriu

9.3 Matrius en producció

Hi ha un seguit de factors relacionats amb la producció que afecten directament a la matriu pel que fa a termes de *desgast, trencament, averies, incidències, etc.* Alguns d'aquests factors són:

- *GEOMETRIA I DIMENSIONS DE LA PEÇA A OBTENIR* : La geometria i les dimensions de la peça influeixen directament en el ritme de producció, com més gran és la peça més baix és el ritme i viceversa. Conseqüentment, com més alt sigui el ritme, més desgast i més probabilitat d'averies, trencaments o incidències.
- *GRAU DE PRECISIÓ REQUERIT* : La mida i les toleràncies sol·licitades per a la peça és un altre factor que ens indica la capacitat productiva de la matriu, condicionada pel seu disseny i una construcció apropiada dels seus components. A més precisió requerida, més desgast i més probabilitat d'averies, trencaments o incidències.
- *CARACTERÍSTIQUES DEL MATERIAL A TRANSFORMAR* : Les característiques del material a conformar, estudiat anteriorment, també ens afectaran en el manteniment requerit per la matriu.
- *QUALITAT I PRECISIÓ DE LA MATRIU* : Com més alta és la qualitat de la matriu i la seva precisió, menys acusat haurà de ser el seu manteniment i els riscos seran molt més baixos. El preu de la mateixa s'encareix, però és objecte d'un bon estudi trobar l'equilibri entre la qualitat i el cost de la mateixa.
- *NOMBRE DE PECES A PRODUÏR* : És evident que la producció afecta, també directament, a la vida, en temps, de la matriu i totes les màquines que la envolten i formen part del procés.

9.4 Manteniment general de matrius

Si volem allargar la vida de la matriu i reduir al màxim les aturades en la producció, el *manteniment* és una de les operacions més importants a realitzar. Una mala o inexistent realització d'aquest manteniment pot fer variar tots els càlculs, tant pel que fa a la qualitat del producte final com de la vida de la matriu i dels costos de fabricació i manteniment que això comporta.

Un bon manteniment ha de tenir caràcter preventiu i ha de prendre com a referència totes les incidències anotades anteriorment en fitxes de treball. Alguns dels punts que s'haurien de tenir en compte durant el manteniment de la matriu són els següents:

- *Fer una revisió completa de la matriu i no només de la part afectada pel “problema”.*
- *Rectificar o canviar tots els punxons, no només els que es cregui que estan més desgastats. En cas de rectificar els punxons, rectificar també la matriu.*
- *Totes les molles han de treballar en les mateixes condicions (alçada, diàmetre i durabilitat).*
- *Eliminar tots els gruixos i suplements o peces addicionals sense identificar en els punxons i matrius.*
- *Després d'una aturada per averia greu i abans de reprendre la producció, fer les proves de matriu esmentades anteriorment.*
- *Procurar que les condicions de treball siguin les mateixes abans i després del manteniment.*
- *Disposar de recanvis dels elements amb major risc de desgast o ruptura.*
- *No fer el manteniment de la matriu sense desmuntar-la totalment.*
- *No aplicar solucions provisionals (exceptuant causes de força major). En cas d'aplicar, supervisar-les.*
- *No deixar a l'atzar tot allò que no estigui assegurat.*
- *No extreure la matriu de la premsa sense haver realitzat un nombre suficient de peces.*
- *Per regla general, un bon esmolat no hauria de requerir més de 0,2 mm de rebaix.*
- *No plantejar modificacions a la matriu sense haver analitzat, abans, tot el procés pas a pas.*

Finalment, i en termes generals, hem de tenir en compte que un *personal preparat*, la *maquinària adequada* i un *bon disseny dels utilatges* ens ajudaran a realitzar un bon manteniment.

9.5 Manteniment preventiu de matrius

L'objectiu del *manteniment preventiu* és assegurar i mantenir, en tot moment, la capacitat de producció de les eines independentment de la seva antiguitat. Aquest manteniment assegura, implícitament, la qualitat de les peces que fabrica l' utilatge.

Un bon manteniment preventiu ha d'assegurar la detecció i reparació de tots els problemes o anomalies que, a curt termini, es puguin produir a l' utilatge. Per a assegurar-ho s'ha de posar especial atenció en revisar i substituir, si fos necessari, tots aquells components de la matriu que, pel seu desgast o deteriorament, poguessin perjudicar les pròximes fabricacions.

És convenient que durant el manteniment preventiu i com a mesura de seguretat es revisin alguns dels següents elements de la matriu:

- *Elements mòbils (desgast o joc entre columnes i casquets guia, carros o cunyes guia, elevadors i extractors, punxons i placa pitjadora, etc.).*
- *Desgast o possible gripatge del punxó.*
- *Toleràncies entre el punxó i la matriu.*
- *Estat de fatiga de les molles.*
- *Desgast i mida dels punxons pilot o centradors.*
- *No existència de cops o marques.*
- *Estat dels limitadors de carrera.*
- *Correcte funcionament de tots els elements de seguretat.*
- *Estat dels conductes de refrigeració.*



FIGURA 87 : Manteniment d'una matriu després de la producció

9.6 Manteniment de xoc

S'anomena *manteniment de xoc* a totes les solucions pràctiques (més o menys temporals) que s'apliquen a la matriu amb la finalitat de reduir o minimitzar els temps d'aturada durant la producció.

Donades les circumstàncies en les que es realitza aquest tipus de manteniment (a peu de màquina i, quasi sempre, amb urgència) els professionals que el realitzen han de tenir molta cura que el més important en aquests casos no és la revisió completa de la matriu, sinó reparar l'element causant del problema i aconseguir que la producció no es pari més temps de l'estrictament necessari.

Reparar aquest component, o components, de la matriu de forma ràpida i a peu de màquina no és una tasca fàcil i l'ideal és que ho faci una persona experimentada. A diferència del manteniment preventiu, el manteniment de xoc ha de ser més ràpid però igual d'eficaç.

Per a poder realitzar un bon manteniment de xoc, és molt important que la matriu hagi estat dissenyada amb uns criteris molt pràctics de manera que l'operari pugui tenir accés a tots els components possibles de la matriu sense necessitat de desmuntar-la en la seva totalitat.

Amb la finalitat d'agilitzar el manteniment de xoc a peu de màquina, és aconsellable tenir en compte alguns d'aquests punts:

- *Disseny de fàcil manteniment.*
- *Facilitat d'accés a tots els components.*
- *Recanvis de tots els elements de fàcil ruptura o desgast.*
- *Disposar dels mitjans necessaris per al manteniment.*
- *Conèixer en profunditat l'eina abans de reparar-la.*
- *Operaris amb experiència i professionalitat.*



FIGURA 88 : Operari realitzant un manteniment de xoc

9.7 Components a revisar a les matrius

Durant el manteniment preventiu o general que es realitzi a les matrius, existeixen una sèrie de components que han de ser revisats amb més atenció, com per exemple els punxons o les matrius de forma, per a controlar el seu grau de desgast o esmolat o bé detectar fissures o ruptures.

A continuació tenim alguns punts que s'han de tenir en compte durant la revisió del manteniment de les matrius:

- *Verificar desgast i alçada del punxó.*
- *Comprovar la vida dels casquets o la matriu.*
- *Revisar la tolerància d'ajust entre els punxons i la placa guia.*
- *Verificar tolerància entre el punxó i la matriu.*
- *Comprovar l'ajust entre les columnes i els casquets guia.*
- *Revisar gripatges dels elements mòbils (carros, guies, casquets, etc.).*
- *Comprovar la fatiga o la ruptura de les molles.*
- *Verificar el desgast dels centradors.*
- *Comprovar el funcionament dels elements canviats de la matriu.*
- *Comprovar estat del circuit de refrigeració.*



FIGURA 89 : Postissos per a matrius de gran producció

9.8 Reparació i recanvis

Les solucions ràpides o temporals provoquen un efecte negatiu pel que fa a les reparacions de qualsevol tipus de matriu. És convenient fer les reparacions correctament, muntant, com a recanvis, elements normalitzats.

El camp de les aplicacions dels productes normalitzats, és cada cop més gran degut a l'estalvi de temps que representa el fet de comprar-los ja fabricats en comptes d'haver-los de fabricar. Alguns dels avantatges dels elements normalitzats són:

- *Rapidesa de recanvi.*
- *Exactitud de mides entre peces.*
- *Estalvi en mecanitzats.*
- *Facilitat de manteniment.*

9.9 Neteja, lubricació i control

No n'hi ha prou en reparar els components fets mal bé o trencats de la matriu, sinó que aquests s'han de netejar i mantenir correctament cada cop que finalitzi la tirada de producció. La neteja i la lubricació de la matriu és fonamental si es desitja que resti en bon estat de funcionament.

La neteja de tots i cadascun dels components, així com el greixatge i lubricació general de tota la matriu, permetrà que els elements que la componen no estiguin sotmesos a possibles oxidacions que podrien afectar a les característiques mecàniques del material i les toleràncies d'ajust o acabat.

Altrament, l'emmagatzematge i control de les matrius en un lloc accessible i adequat és fonamental per a agilitzar el seu muntatge i posada a punt a la màquina. Les matrius han d'estar degudament identificades i numerades permetent, d'aquesta forma, la seva localització i control en tot moment.



FIGURA 90 : Comprovació de les peces després del manteniment de la matriu

9.10 Fitxes de manteniment

Tal com s'ha esmentat al principi d'aquest capítol, l'anotació de tot tipus d'incidències o accions preventives, correctives o de manteniment en fitxes de treball i de manteniment és un bon mètode per a eliminar o reduir problemes durant la vida de la matriu i portar un control estricte i rigorós del seu estat. A la figura següent es mostren alguns exemples:

ASCAMM
Centro Tecnológico

FICHA PARA PRUEBAS DE MATRIZ

Nombre de la Matriz: _____
Referencia: _____
Número de Matriz: _____
Probado por: _____
Responsable: _____
Fecha y firma: _____

Tipo de Matriz: _____
Puente _____
Pisador _____
Coaxial _____

Sistema de transformación: _____
Manual _____
Semiautomático _____
Automático _____
Brazo de carga _____

Sistema de trabajo: _____
Alimentador _____
Bobina _____
Tiras de chepa _____
Mito _____

Piezas por golpe: _____
Una _____
Dos _____
Tres _____
Cuatro o mas _____

Pieza obtenida: _____
O.K. _____
No O.K. _____
Pendiente de informe C.D.C. _____
Otras anomalías _____

Funcionamiento de la Matriz: _____
O.K. _____
No O.K. _____
Irregular _____
Anomalías en banda _____
Anomalías en Pisador _____
Anomalías en punzones _____
Otras _____

Tipo de Matriz: _____
Progresiva _____
Manual _____
Transfer _____

Ciclo de producción: _____
Pruebas _____
Prototipos _____
Producción _____
Otros _____

Tipos de material: _____
Acero _____
Aluminio _____
Cobre _____
Inoxidable _____

Defectos en pieza: _____
Rebabas de corte _____
Rebabas en material _____
Defectos en doblado _____
Grietas _____
Tolerancia inadecuada _____
Doblado deficiente _____
Material inadecuado _____
Defectos de embutición _____
Descentramientos _____
Otras anomalías _____

FICHA CONTROL MANTENIMIENTO

Ref: _____

DENOMINACIÓN

| Ítem | Componente | Ítem | Componente |
|-------|--|-------|----------------------------------|
| MA | MATRIZ | VA | VARIOS |
| MA1 | Abrir matriz | VA1 | |
| MA2 | Limpieza exterior parte superior | VA2 | |
| MA3 | Limpieza exterior parte inferior | VA3 | |
| MA4 | | | |
| PSM | PARTE SUPERIOR MATRIZ | PIM | PARTE INFERIOR MATRIZ |
| PSM1 | Deformaciones base superior | PIM1 | Deformaciones en base inferior |
| PSM2 | Marcas en sufrideras | PIM2 | Marcas en sufridera inferior |
| PSM3 | Deformaciones en porta punzones | PIM3 | Deformaciones en placa matriz |
| PSM4 | Alojamiento de punzones | PIM4 | Desgaste segmentos de matriz |
| PSM5 | Tolerancias de ajuste | PIM5 | Vista de matriz |
| PSM6 | Punzones de corte | PIM6 | Afilado de elementos cortantes |
| PSM7 | Afilados de punzones | PIM7 | Radios de elementos de doblar |
| PSM8 | Punzones de doblar | PIM8 | Radios casquillo de embutir |
| PSM9 | Crietas en punzones | PIM9 | Desgaste regatas guía |
| PSM10 | Punzones de embutir | | |
| PSM11 | Radios de punzones | | |
| PSM12 | Pulido de punzones | | |
| PSM13 | Punzones de figura | | |
| PSM14 | Pilotos centradores | | |
| PP | PLACA PISADOR | PM | PLACA MATRIZ |
| PP1 | Deformaciones de placa | PM1 | Deformaciones de placa |
| PP2 | Ajuste de punzones | PM2 | Ajuste de segmentos |
| PP3 | Postizos limpiados | PM3 | Calda de retales |
| PP4 | Aislados resacas | PM4 | Calda de piezas |
| PP5 | Roscas limitadores | | |
| PP6 | Topes limitadores | | |
| CCG | COLUMNAS Y CASQUILLOS GUÍA | EEX | ELEMENTOS EXTRACTORES |
| CCG1 | Fijación de columnas | EEX1 | Ajuste y guiado |
| CCG2 | Tolerancias de ajuste | EEX2 | Resortes |
| CCG3 | Fijación de casquillos | EEX3 | Barras extractoras |
| CCG4 | Tolerancias | EEX4 | Gomas adrienas |
| CCG5 | Jaulas de botas | EEX5 | Cilindros de gas |
| | | EEX6 | Deformaciones o marcas |
| PU | PUNZONES | EPCJ | ELEMENTOS DE POSICIÓN O CENTRAJE |
| PU1 | Verificar figura | EPCJ1 | Alturas de contraje |
| PU2 | Verificar afilado | EPCJ2 | Posicionamiento de prensa |
| PU3 | Desgaste centradores | EPCJ3 | Desgaste de centradores |
| PU4 | Comprobar gripajes o marcas | | |
| AMF | AJUSTE Y MONTAJE FINAL | | |
| AMF1 | Comprovar de elementos móviles (carros, cuñas, cilindros, etc) | | |
| AMF2 | Comprovar de elementos de transporte (Tamaño, sujeción, etc) | | |
| AMF3 | Verificación limpieza y engrase grai | | |
| AMF4 | Montaje etiquetas de identificación | | |
| AMF5 | Rampas y elementos auxiliares | | |

Describir el trabajo realizado que no figure en ficha: _____

Horas invert: _____
Total M.O.: _____
Importe Mat: _____
COSTE TOTAL: _____

Materia Empleado: _____
O.K. _____
FECHA: _____

FICHA DE CONTROL MATRIZ ACABADA

MATRIZ N°: _____ CLIENTE: _____
FECHA: _____

| Nº | PARTE SUPERIOR MATRIZ | OK | Nº | PARTE INFERIOR MATRIZ | OK |
|----|----------------------------------|----|----|----------------------------------|----|
| 1 | Espiga de amarre | | 1 | Columnas guía | |
| 2 | Diámetro espiga según prensa | | 2 | Topes de cierre | |
| 3 | Pernos de transporte | | 3 | Reglas guía | |
| 4 | Topes finales de carrera | | 4 | Placa matriz | |
| 5 | Topes almacenaje | | 5 | Segmentos de corte | |
| 6 | Centradores para prensa | | 6 | Detectores | |
| 7 | Sufrideras | | 7 | Conectores detectores | |
| 8 | Porta punzones | | 8 | Anagramas cliente | |
| 9 | Punzones de corte | | 9 | Rampas para caídas de retales | |
| 10 | Punzones de doblar | | 10 | Logos cliente | |
| 11 | Punzones de embutir | | 11 | Fechadores | |
| 12 | Sujeción de punzones | | 12 | Noyos de doblar | |
| 13 | Baixas de lubricación en pisador | | 13 | Caídas de retales | |
| 14 | Postizos en placa pisador | | 14 | Caídas de pieza | |
| 15 | Soporte entrada banda | | 15 | Topes de paso | |
| 16 | Regatas embriajase base superior | | 16 | Casquillos de embutir | |
| 17 | Afilado de punzones | | 17 | Regatas embriajase base inferior | |
| 18 | Radios de punzones | | 18 | Etiqueta identificación | |
| 19 | Cuchillas trocadoras | | 19 | Sufrideras inferiores | |
| 20 | Alturas de punzones | | 20 | Calendarios, marcas, etc. | |
| 21 | Placa pisador | | 21 | Expulsores | |
| 22 | Tratamientos térmicos | | 22 | Elevadores | |
| 23 | Acabados superficiales | | 23 | Extractores | |
| 24 | Resortes | | 24 | Guías de banda | |
| 25 | Tornillos limitadores | | 25 | Resortes | |
| 26 | Casquillos guía | | 26 | Bridas de transporte | |
| 27 | Jaulas de botas | | 27 | Tratamientos térmicos | |
| 28 | Elementos lubricadores | | 28 | Acabados superficiales | |
| 29 | Columnas y casquillos auxiliares | | 29 | Recubrimientos | |
| 30 | | | 30 | | |

OBSERVACIONES: _____

Vº BUENO FECHA _____

FICHA CONTROL MANTENIMIENTO PREVENTIVO 1º Nivel

Nº de Matriz: _____
Denominación: _____
Conector: _____
Ref. Pieza: _____

Frecuencia: _____ Mes
Inicio: _____ Año

| RESPONSABLE | REFERENCIA | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | |
|-------------------------------|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| LIMPIEZA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CONTROL / VERIFICACION VISUAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PNGRASE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Control realizado por: _____
Firma: _____

Aprobado por: _____
Firma: _____

FIGURA 91 : Fitxes de manteniment

CAPÍTOL 10: ASPECTES AMBIENTALS

10.1 Introducció

És important, a qualsevol activitat o procés productiu, identificar i tenir en compte tots els *aspectes* i *impactes ambientals* que es puguin generar. Hem de tenir en compte que un mateix aspecte ambiental pot crear varis impactes, *significatius* o *no*, i que aquests han de ser, almenys, considerats per a desenvolupar una activitat de manera diferenciada i sostenible.

A l'hora de valorar els aspectes ambientals, s'ha de tenir en compte que aquests poden succeir en *condicions normals de treball* o en *condicions d'emergència* (*incendis, abocaments d'oli per averies, etc.*). Per a evitar impactes imprevistos causats per una possible situació d'emergència, s'haurà de dissenyar un *pla d'emergència ambiental*.

Tot i no ser una tasca d'obligat compliment, una bona gestió ambiental de la nostra activitat ens pot ajudar a reduir tota una sèrie de danys irreversibles i ser, al mateix temps, respectuosos amb el medi ambient.

10.2 Aspectes ambientals

10.2.1 Aspectes a tenir en compte

S'entén com a *aspecte ambiental* qualsevol element de les activitats, productes o serveis d'una organització que pot interactuar amb el medi ambient. Els aspectes ambientals es poden classificar en tres categories diferents:

- *ASPECTES RELATIUS A L'ACTIVITAT D'UNA EMPRESA :*
 - *Energia (gas natural, electricitat, combustible fòssil, ...).*
 - *Materials (matèries primes, materials processats, materials reciclats, materials reutilitzats, ...).*
 - *Recursos naturals (aigua, utilització del terreny, ...)*
 - *Productes químics.*
 - *Embalatge (Paper, cartró, plàstic, alumini, acer, fusta, ...).*
 - *Instal·lacions i equipament (disseny, activitat, manteniment, ...).*
 - *Oficines d'administració (paper, cartutxos de tòner, ...).*

- *ASPECTES RELATIUS ALS SERVEIS OFERTS O UTILITZATS PER UNA EMPRESA :*
 - *Neteja i higiene (detergents, aerosols, aigua, paper, draps, ...).*
 - *Manteniment (dissolvents, olis, greixos, ...).*
 - *Transport i distribució (gasolina, olis, greix, refrigerants, ...).*
 - *Menjar / restauració (plats i coberts de paper o plàstic, embalatge, menjar, escalfadors i forns, forns microones, rentavaixelles, ...).*
 - *Sistemes de prevenció d'incendis.*
 - *Instal·lacions (edificis, aparcaments, desaignes, ...).*

- *ASPECTES RELATIUS ALS PRODUCTES DE L'EMPRESA :*
 - *Fonts d'energia (piles, electricitat, combustible fòssil, solar, ...).*
 - *Embalatge (paper, cartró, plàstic, alumini, acer, fusta, ...).*
 - *Transport i distribució (gasolina, oli, greix, refrigerants, ...).*
 - *Comunicació (paper, tinta, ...).*
 - *Ús i disposició.*

En aquest projecte hi ha varis punts a tenir en compte, tant en condicions normals de treball com en condicions d'emergència:

- **CONDICIONS NORMALS DE TREBALL :**
 - *Residus no perillosos, assimilables a urbans, generats per l'embalatge de la matèria prima (palets, plàstics, etc...).*
 - *Residus perillosos generats pel manteniment de les màquines (ampolles buides de netejadors i lubricants, draps bruts, etc.).*
 - *Contaminació acústica.*
 - *Consum energètic.*
 - *Productes químics.*

- **CONDICIONS D'EMERGÈNCIA :**
 - *Emissions contaminants i residus generats en cas d'incendi.*
 - *Abocament de lubricants, greixos o líquid refrigerant en cas d'avaria.*

10.2.2 Aspectes ambientals en condicions normals de treball

10.2.2.1 Residus no perillosos

Els *residus no perillosos* generats per les activitats industrials es poden classificar en els següents tipus:

- **RESIDUS INERTS :** *Són aquells que no experimenten transformacions físiques, químiques o biològiques significatives (enderrocs, sorra, pols, totxanes refractàries, palets de fusta o ferralla). En el nostre cas, hauríem de considerar residu inert els palets de fusta.*

- **RESIDUS ASSIMILABLES A URBANS :** *Són aquells que posseeixen les mateixes característiques que els residus urbans, la gestió dels quals es pot fer de manera conjunta (restes d'aliments, paper, cartró, embalatges de plàstic, etc.). En el nostre cas, hauríem de considerar com a residu assimilable a urbà l'embalatge de plàstic que protegeix els formats del reforç muntant B rebuts.*

10.2.2.2 Residus perillosos

Els *residus perillosos* són tots aquells que poden provocar danys a la salut i el medi ambient. Aquests poden presentar toxicitat, inflamabilitat, reactivitat química, corrosivitat, explosivitat, radioactivitat, etc.

En el nostre procés, hem de considerar com a residus perillosos els generats, inevitablement, pel manteniment de les matrius i les màquines (*ampolles o llaunes buides de netejadors i lubricants o envasos contaminats, draps bruts, elements de filtració, etc.*). És important, també, tenir en compte la quantitat de residus generats.

10.2.2.3 Contaminació acústica

Hem de tenir en compte que el nostre procés és un dels que emet, especialment, més soroll. Existeixen certs requeriments al respecte de l'emissió acústica d'activitats i aquests es recullen dins la llei autonòmica de cada comunitat (*Decret 176/2009*, a Catalunya) o les ordenances de cada municipi. Suposant que estiguéssim parlant d'un polígon industrial a Barcelona, la *Ordenança del Medi Ambient (OMA) 2011, del 19 de maig de 2011*, en el seu *annex II.7.A*, s'especifica que per a zones de sensibilitat acústica baixa amb predomini de sòl d'ús industrial el límit d'*immissió* no pot superar els *65 dB* en horari diürn i els *55 dB* en horari nocturn.

| Usos del sòl | Valors límit d'immissió en dB(A) | | |
|---|---|---|---|
| | L_{Ar} Període diürn (7h - 21h) | L_{Ar} Període vespre (21h - 23h) | L_{Ar} Període nocturn (23h - 7h) |
| ZONA DE SENSIBILITAT ACÚSTICA ALTA (A) | | | |
| (A1) Espais d'interès natural i altres. | 50 | 50 | 40 |
| (A1.1) Parcs d'especial protecció acústica | 50 | 50 | 40 |
| (A1.2) Parcs, jardins i platges | 52 | 52 | 42 |
| (A2) Predomini del sòl d'ús sanitari, docent i cultural | 50 | 50 | 40 |
| (A4) Predomini del sòl d'ús residencial. | 55 | 55 | 45 |
| ZONA DE SENSIBILITAT ACÚSTICA MODERADA (B) | | | |
| (B1) Coexistència de sòl d'ús residencial amb activitats i/o infraestructures de transport existents | 60 | 60 | 50 |
| (B2) Predomini del sòl d'ús terciari diferent a (C1) | 60 | 60 | 50 |
| (B3) Àrees urbanitzades existents afectades per sòl d'ús industrial | 60 | 60 | 50 |
| ZONA DE SENSIBILITAT ACÚSTICA BAIXA (C) | | | |
| (C1) Recreatius i d'espectacles | 63 | 63 | 53 |
| (C2) Predomini de sòl d'ús industrial | 65 | 65 | 55 |
| (C3) Àrees del territori afectades per sistemes generals d'infraestructures de transport, o altres equipaments públics que els reclamin | 65 | 65 | 55 |

TAULA 7: OMA 2011 – Annex II.7.A

Val a dir que, un bon reglatge i manteniment de les màquines i una bona insonorització de l'activitat o procés, ens ajudaran a no sobrepassar els nivells de contaminació acústica establerts.

Sobre el soroll que emetrà la nostra línia de producció en general, s'hauria de mesurar un cop instal·lada i en funcionament amb un sonòmetre homologat i correctament calibrat.

10.2.2.4 Consum energètic

En el nostre procés, la maquinària que més potència consumeix és el forn (*300 kW aproximadament*) i la premsa (*40 kW aproximadament*). Pel que fa al consum energètic, no hi ha cap requeriment legal al respecte. Un consum òptim i responsable, respectant estrictament les hores de funcionament del forn i assegurant-nos que aquest funcioni correctament en tot moment (obertura alternada de portes, aïllaments tèrmics, etc.), farà que l'impacte generat per aquest aspecte disminueixi.

10.2.2.5 Productes químics

En el nostre procés, per al manteniment de les matrius i la maquinària, es faran servir productes químics que han de ser degudament emmagatzemats. Aquests productes (*netejadors* i *lubricants*), poden comportar riscos per sí mateixos, o en contacte amb altres productes, i produir reaccions perilloses ocasionant danys a les persones o al medi ambient. Per a evitar aquests problemes és necessari tenir en compte certes precaucions i mesures de seguretat.

10.2.3 Aspectes ambientals en condicions d'emergència

10.2.3.1 Incendis

Un *incendi* causat per una sobrecàrrega elèctrica o un reescalfament ens pot provocar aspectes ambientals no previstos i, per aquest motiu, també els hem de tenir en compte. Alguns dels aspectes poden ser:

- *Emissió de gasos contaminants per la combustió d'un producte tòxic i/o inflamable.*
- *Residus posteriors generats per les matèries cremades i/o les substàncies extintores.*

Una bona gestió d'aquests aspectes, ens permetrà evitar possibles danys o impactes significatius.

10.2.3.2 Abocaments

Ja sigui per avaria, trencament, accident o distracció, l'*abocament* de qualsevol *producte químic* de neteja, *lubricant* o *líquid refrigerant* ens pot generar un impacte no previst. Un cop més minimitzarem la gravetat d'aquest impacte amb una bona gestió.

10.3 Impactes ambientals

10.3.1 Possibles impactes

S'entén com a impacte ambiental l'efecte que produeix un determinat aspecte ambiental. A continuació es s'exposen els impactes que poden provocar els aspectes esmentats anteriorment:

| <i>ASPECTES</i> | <i>IMPACTES</i> |
|--|---|
| <i>Palets de fusta</i> | <i>Pèrdua de recursos naturals</i> |
| <i>Embalatge de plàstic</i> | <i>Pèrdua de recursos naturals</i> <i>Contaminació ambiental</i> |
| <i>Envasos contaminants, draps bruts i elements de filtració</i> | <i>Contaminació ambiental</i> <i>Contaminació del sòl</i> |
| <i>Contaminació acústica</i> | <i>Alteració de l'ecosistema</i> |
| <i>Consum energètic</i> | <i>Contaminació ambiental</i> |
| <i>Productes químics</i> | <i>Contaminació ambiental</i> <i>Contaminació del sòl</i> |

TAULA 8 : Aspectes i impactes ambientals

10.4 Gestió ambiental

10.4.1 Necessitat de gestió

La gestió ambiental és el conjunt d'accions o diligències, la finalitat de les quals és controlar els aspectes i minimitzar els impactes ambientals. L'establiment d'un sistema de gestió ambiental es realitza per a obtenir millores en aquest sentit i la *Norma ISO 14001 de Sistemes de Gestió Ambiental*, es recull tot un seguit d'especificacions i directrius per a la seva implantació i ens pot ajudar a determinar si un impacte és *significatiu* o *no significatiu*.

Com ja s'ha esmentat anteriorment, i exceptuant una *Avaluació d'Impactes Ambientals (EIA)* per part de l'administració abans d'executar el projecte, no hi ha cap obligatorietat per part de les empreses d'implantar un sistema de gestió ambiental, tot i així, en alguns aspectes hi ha una sèrie de requeriments legals (especificats en el següent capítol) i recomanacions a seguir. A continuació es fa un resum de les accions a prendre en el nostre procés.



FIGURA 92 : Gestió ambiental certificada

10.4.2 Gestió de residus

Com ja s'ha esmentat anteriorment, els residus es poden classificar segons la seva naturalesa en *perillosos* i *no perillosos* i depenent de la quantitat que se'n generi una empresa es pot considerar:

- *PETIT PRODUCTOR => Producció anual de residus perillosos < 10.000 kg*
- *GRAN PRODUCTOR => Producció anual de residus perillosos > 10.000 kg*

És important que tots aquests residus siguin tractats i gestionats degudament, ja sigui directament o per empreses especialitzades, sempre amb una autorització per a la gestió dels mateixos. La gestió es pot realitzar de 3 maneres:

- *RECUPERACIÓ : Es torna a utilitzar el residu generat per al mateix procés productiu.*
- *TRACTAMENT : Es tracta o recicla el residu en una planta especialitzada.*
- *ABOCADOR : És el pitjor dels casos, els residus no es poden tractar ni recuperar.*

L'impacte generat per aquests residus dependrà directament de la seva gestió, essent gairebé nul per a residus recuperats i arribant a ser significatius per a residus abocats.

10.4.3 Contaminació acústica

Per a gestionar la contaminació acústica, simplement ens haurem d'atendre a la *ordenança municipal o llei autonòmica* corresponent al lloc on s'implanti el projecte. En cas de sobrepassar els nivells de soroll establerts per a cada municipi, s'haurà d'instal·lar l'aïllament adequat.

10.4.4 Consum energètic

Sobre la gestió del *consum energètic*, les alternatives o mesures a aportar són poques, ja que la gran quantitat d'energia a aportar és intrínseca al procés d'estampació en calent i el propi fabricant de les màquines ja ha previst totes les mesures a adoptar (*aïllants tèrmics i obertura de portes alternada en el forn, etc.*). No obstant, on si que podem actuar és en el rendiment per peça en el cas del forn ja que, si ajustem la seva potència en funció de la producció, l'energia consumida per peça fabricada disminueix i la eficiència augmenta.

$$\text{LÍMIT TREBALL FORN} = 400 \text{ kg/h} = 6,66 \text{ kg/min}$$

$$\text{PES FORMAT APROXIMAT} = 8 \text{ kg}$$

$$\text{TEMPS OPERATIU DIARI} = 1310 \text{ min}$$

$$\text{PRODUCCIÓ DIÀRIA} = 1000 \text{ peces/dia} = 0,76 \text{ peces/min} = 6,08 \text{ kg/min}$$

$$\text{EFICIÈNCIA (\%)} = (\text{PRODUCCIÓ DIÀRIA} / \text{LÍMIT FORN}) \times 100 = 91\%$$

En aquest cas, per a aconseguir un 91% d'eficiència energètica en el forn, hauríem de treballar molt a prop del seu límit. Una millora de l'eficiència energètica i aprofitament del temps, passaria per prendre mesures en els següents aspectes:

- *Evitar o disminuir el temps d'espera per averies i les aturades de treball.*
- *Disminució del temps de posada en marxa de la línia.*

Una bona preparació i planificació del treball i una preparació a temps de les eines, ens ajudarà a aconseguir aquest objectiu.

10.4.5 Productes químics

Sobre els *productes químics*, val a dir que una bona gestió pel que fa al seu *emmagatzematge, classificació, envasat i etiquetatge*, complint, com a mínim, amb la legislació vigent al respecte (especificada en el següent capítol), ens ajudaran a evitar possibles impactes greus o significatius.

10.4.6 Impactes en cas d'emergència

Sembla evident que, els aspectes ambientals en cas d'emergència són, gairebé sempre, inevitables. Tot i així, és convenient establir un *Pla d'Emergència Ambiental*, la finalitat del qual és controlar els aspectes ambientals en situacions d'emergència, marcar unes actuacions a dur a terme per a controlar possibles impactes i disposar dels mitjans adequats per a gestionar aquests tipus d'aspectes.

CAPÍTOL 11: NORMATIVA APLICABLE

11.1 Directives, normativa i legislació

La normativa aplicable i legislació a complir pel que fa a la matriu i la resta de les màquines tenim el següent:

- *Directiva 2006/42/CE del 17 de Maig del 2006 relativa a les màquines.*
- *Directiva 89/655/CEE del 30 de novembre del 1989 relativa a les disposicions mínimes de seguretat i salut per a la utilització dels treballadors en el treball dels equips de treball.*
- *Directiva 2004/108/CE del 15 de Desembre de 2004 relativa a la aproximació de les legislacions dels Estats membres en matèria de compatibilitat electromagnètica.*

Tot seguit, i pel que fa als requeriments de seguretat per al disseny, utilització i manteniment de premses excèntriques, tenim la següent normativa espanyola i legislació a complir:

- *UNE 81-602-86, en els seus apartats:*
 - *“6.4.1” i “5.14”, per al resguard mòbil.*
 - *“6.1.2”, “6.1.3” i annexes “C.2.1” i “C.2.2”, per al resguard fix.*
 - *“6.6.1”, per a la barrera immaterial fotoelèctrica*
 - *“6.5.1”, per a l'allunya – cossos*
 - *“Prescripcions per a la premsa”, “Prescripcions per al comandament a dues mans”, “Prescripcions relatives al funcionament”, “Prescripcions relatives al muntatge” i “Cas de premses servides per varis operaris”, per al comandament a dues mans*

Pel que fa la màquina làser, tenim la següent normativa específica a complir:

- *EN 60 825 (basada en la norma CEI 825 1ª).*

Pel que fa a la producció, gestió i tractament de residus, la legislació específica a complir és la següent:

- *Reial Decret 93/1999, del 6 d'Abril, sobre procediments de gestió de residus.*
- *Reial Decret 1481 / 2001, del 27 de Desembre, pel que es regula l'eliminació de residus mitjançant el seu dipòsit a l'abocador.*
- *Llei 22/2011, del 28 de Juliol, de residus i sòls contaminats.*
- *Reial Decret 833 / 1988, del 20 de Juliol, pel que s'aprova el Reglament per a l'execució de la Llei 20 / 1986, Bàsica de Residus Tòxics i Perillosos.*

I, finalment, pel que fa als requeriments legals referits a l'emmagatzematge, classificació i etiquetatge de productes químics, haurem de complir la següent legislació:

- *Reial Decret 668 / 1980, del 8 de febrer, sobre l'Emmagatzematge de Productes Químics (i la seva modificació de l'article 3er. En el Reial Decret 3485 / 83 i complementació a les Instruccions Tècniques Complementaries MIE – APQ – 001 a 006).*
- *Instrucció Tècnica Reglamentaria ITC – MIE – APQ 001, referent a l'emmagatzematge de líquids inflamables.*

CAPÍTOL 12: CONCLUSIONS

12.1 Conclusions sobre el projecte

Aquest projecte conclou amb el disseny d'una matriu d'embotició refrigerada per a fabricar el reforç muntant B d'un model actual d'automòbil i la definició, a mode de funcionament i proposta, d'alguns punts del seu procés de producció i, al mateix temps, assenta les bases necessàries per al disseny d'altres matrius de característiques similars.

Tot i l'acotació de certs aspectes, pel que fa a l'abast d'aquest projecte, han sigut necessàries moltes hores de dedicació per a la seva realització, a més a més de certs coneixements en matèria de matriceria i materials metàl·lics, adquirits durant els estudis i la realització del mateix.

Pel que fa a l'estudi del material, cal mencionar que no s'ha pogut disposar de cap mostra per a realitzar les proves i analitzar-la in situ, per aquest motiu, totes les dades s'han extret de la pàgina web del fabricant.

Tot i no ser un procés que repercuteixi significativament sobre el medi ambient, s'ha fet un petit estudi de tots els seus *aspectes ambientals* a tenir en compte i d'alguns dels *impactes* que aquests poden generar. Com ja s'ha esmentat anteriorment, no hi ha requeriments legals al respecte d'una gestió integral en aquest sentit però les greus repercussions, a curt o a llarg termini, que pot tenir una mala gestió dels aspectes ambientals generats fan que aquest capítol prengui certa rellevància en qualsevol tipus de projecte dut a terme.

Aquest projecte ha permès a l'autor entendre certs aspectes pel que fa a la producció en sèrie d'un producte o peça dins del sector industrial, com la necessitat de reduir costos o gestionar d'una manera òptima el procés, punts principals que es tindran en compte a l'hora de mencionar una proposta de millora.

D'altra banda, i pel que fa al disseny de la matriu, la realització d'aquest projecte ha permès a l'autor posar en pràctica un seguit de coneixements adquirits durant els estudis i veure l'efecte dels diferents canvis en el disseny motivats per aquests mateixos coneixements.

Finalment, i a mode de reflexió, crec que em sento mínimament preparat per a la realització de qualsevol altre projecte de disseny, o almenys per a plantejar-lo i enfocar-lo correctament.

12.2 Proposta de millora

12.2.1 Introducció

Després de realitzar aquest projecte i analitzar-lo críticament s'ha observat que certs canvis pel que fa al procés de producció poden provocar una millora substancial de la eficiència del mateix.

La base d'aquests canvis està fonamentada en la implantació d'un sistema de millora contínua, l'objectiu del qual és provocar una millora en el rendiment de la línia de producció sense la necessitat de fer grans inversions. Per a aconseguir aquesta millora, es marquen una sèrie d'indicatius de rendiment que, en el nostre cas, són els següents:

- *Augmentar el temps de disponibilitat de les màquines.*
- *Minimitzar el percentatge de rebutjos.*
- *Reduir el nivell d'absentisme per accidentalitat.*

12.2.2 Temps de disponibilitat de les màquines.

L'objectiu d'aquest indicatiu és augmentar el temps de disponibilitat de les màquines, tot reduint o optimitzant el temps d'aturades per avaries o canvis de matriu. El valor a aconseguir és el següent:

$$\text{TEMPS ATURADES} / \text{TEMPS FUNCIONAMENT} \leq 5 \%$$

Per a aconseguir complir aquest valor, algunes de les accions a planificar i dur a terme serien les següents:

- *Adequar o millorar el manteniment preventiu i disminuir el correctiu.*
- *Formació i qualificació del personal de maquinària.*
- *Motivació del personal (Satisfacció del client intern).*

12.2.3 Percentatge de rebutjos

L'objectiu d'aquest indicatiu és minimitzar el percentatge de rebutjos a la màquina i, conseqüentment, el cost de la "no qualitat". El valors a aconseguir són els següents:

$$N^{\circ} \text{ PECES DEFECTUOSES} / N^{\circ} \text{ DE PECES ACABADES} < 5 \%$$

$$\text{COST DE LA "NO QUALITAT" ANUAL} \leq 2 \% \text{ DE LA FACTURACIÓ}$$

Per a aconseguir complir aquests valors, algunes de les accions a planificar i dur a terme serien les següents:

- *Optimitzar el procés de fabricació, pel que fa a temps i despeses energètiques.*
- *Controlar i supervisar l'estat de la matèria prima a la seva recepció i abans d'entrar a la línia de producció.*
- *Adequar el manteniment a les necessitats de la línia.*
- *Qualificació del personal.*

12.2.4 Absentisme per accidentalitat

L'objectiu d'aquest últim indicatiu és aconseguir reduir el nivell d'absentisme per accidentalitat del personal de la línia i el valor a aconseguir és el següent:

$$N^{\circ} \text{ DE DIES DE BAIXA ANUALS} / N^{\circ} \text{ DE DIES LABORABLES ANUALS} \leq 2 \%$$

Per a aconseguir complir aquest valor, algunes de les accions a planificar i dur a terme serien les següents:

- *Correcte disseny, instal·lació, funcionament i manteniment de tots els elements de seguretat de la línia.*
- *Formació del personal en matèria de Prevenció de Riscs Laborals.*
- *Avaluació adequada dels riscos en el lloc de treball.*
- *Supervisió, control i comprovacions periòdiques, mitjançant auditories internes, de tots els sistemes de seguretat i la correcta utilització dels mateixos.*

CAPÍTOL 13:

BIBLIOGRAFIA

13.1 Referències bibliogràfiques

- Jesús del Río, “Conformación plástica de materiales metálicos (en frío y en caliente)”, Cie Inversiones Editoriales Dossat 2000, S. L. 2005.
- Julián Camarero de la Torre y Arturo Martínez Parra. “Matrices, moldes y utillajes”. Cie Inversiones Editoriales Dossat 2000 S. L., 2003.
- Robert Lehnert. “La construcción de herramientas”. Editorial Reverte, S. A. 1979.
- William D. Callister Jr., “Ciencia e Ingeniería de los Materiales”, Editorial Reverté S. A., 1995.
- José Luis García Jiménez, Tomás Gómez Morales, José Martín Navarro y Eduardo Águeda Casado, “Estructuras del vehículo”, International Thomson Editores Spain Paraninfo S. A., 2002.
- Marilyn R. Block, “Identificación de aspectos e impactos medioambientales”, AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación), 2000.

13.2 Apunts

- Miquel Serra Gasol, “Fabricació de peces per emmotllament i deformació plàstica”, Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica de Barcelona, 2010.
- Centre Tecnològic Ascamm, “Estampación en caliente”, 2011.
- Centre Tecnològic Ascamm, “Diseño de piezas de chapa”, 2011.
- Centre Tecnològic Ascamm, “Diseño de piezas de chapa 2”, 2011.
- Centre Tecnològic Ascamm, “Diseño de Componentes de Chapa Metálica”, 2011.
- Centre Tecnològic Ascamm, “Mantenimiento de matrices”, 2011.
- Centre Tecnològic Ascamm, “Teoría de la embutición”, 2011.
- Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, “Conformado de metales”, 2008.
- Observatorio Tecnológico del Metal, “Aceros Avanzados de Alta Resistencia AHSS”, 2008.
- University of Waterloo, “Hot Stamping”, 2012.
- Universidad de Costa Rica, “Procesos de Fabricación”, 2012.

13.3 Enllaços web

- <http://www.arcelormittal.com>
- <http://www.monografias.com/trabajos23/embutido-chapas/embutido-chapas.shtml>
- <http://www.measurecontrol.com/estampacion-en-caliente-y-los-utiles-de-control/>
- http://www.acerosuddeholm.com/spanish/files/Forum_Tecnico_Estampacion_en_Caliente.pdf
- <http://www.measurecontrol.com/estampacion-en-caliente-y-los-utiles-de-control/>
- <http://azterlan.blogspot.com.es/2010/09/estampacion-en-caliente.html>
- http://www.centro-zaragoza.com:8080/web/sala_prensa/revista_tecnica/hemeroteca/articulos/R36_A2.pdf
- http://www.mapfre.com/documentacion/publico/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=1062612
- <http://congreso.pucp.edu.pe/cibim8/pdf/15/15-02.pdf>
- <http://www.elchapista.com>
- http://www.forma0.es/?page_id=17
- <http://revistademetalurgia.revistas.csic.es/index.php/revistademetalurgia>
- <http://es.scribd.com/doc/37112430/Robot-Manipulador-Industrial>
- http://www.dynalook.com/8th-european-1s-dyna-conference/session-14/Session14_Paper4.pdf
- http://incar.thyssenkrupp.com/2_00_000_Methodik.html?lang=en
- <http://boronextrication.com/>
- <http://tis.spaghetticoder.org/s/view.pl?1/01/43/81>
- http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.net/r49-4892/es/contenidos/informacion/resid_no_peligrosos/es_1005/definicion_rnp_c.html
- <http://www.boe.es/>
- <https://www.gencat.cat/>
- <http://w110.bcn.cat/portal/site/MediAmbient>



Escola Universitària d'Enginyeria
Tècnica Industrial de Barcelona
Consorci Escola Industrial de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Plànols



"DISSENY D'UNA MATRIU D'EMBOTICIÓ PER A LA FABRICACIÓ DE PECES D'AUTOMÒBIL"

PFC presentat per optar al títol d'Enginyeria Tècnica
Industrial especialitat MECÀNICA
per **Carles Soteras Villalonga**

Barcelona, 14 de Juny de 2012

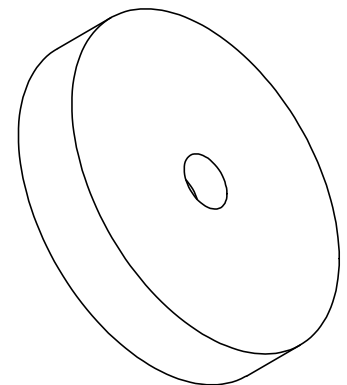
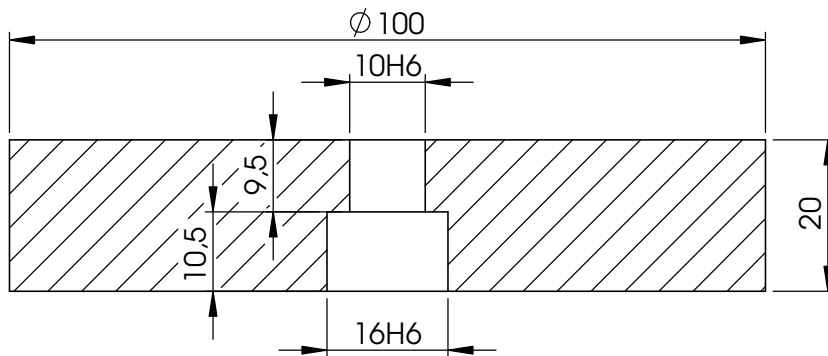
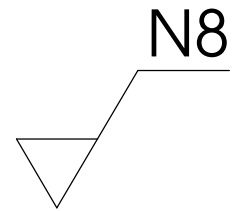
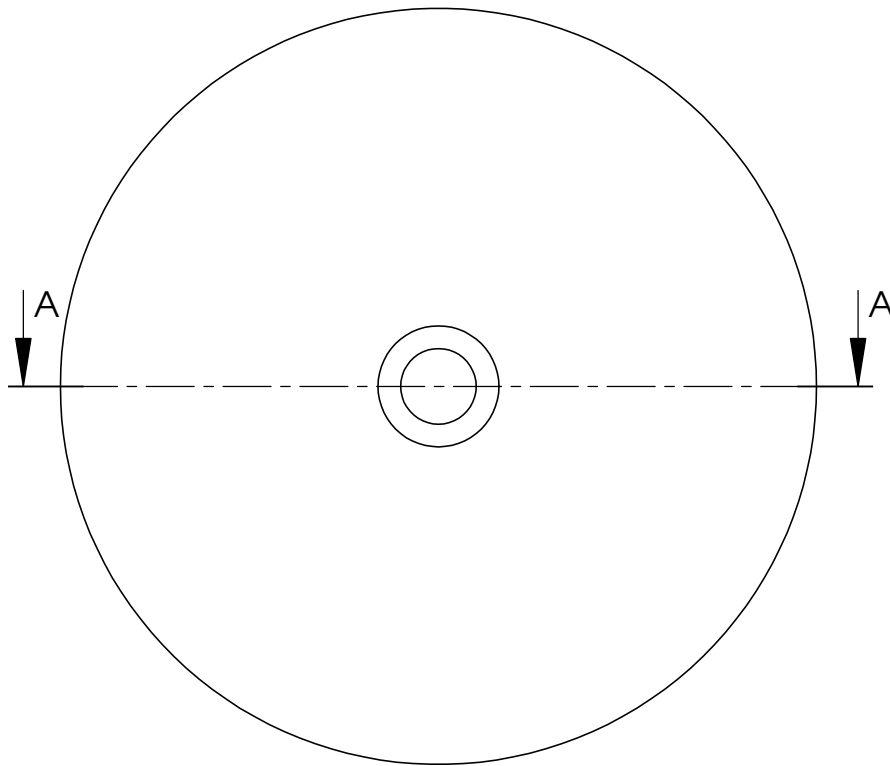
Director: Miquel Serra Gasol
Departament de Mecànica (EM)
Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)

ÍNDEX

| | |
|--|-----------|
| DISC | 1 |
| COLUMNA..... | 2 |
| PLACA TREPITJADORA..... | 3 |
| PLACA PORTA-MATRIU | 4 |
| MATRIU | 5 |
| CIRCUIT DE REFRIGERACIÓ DE LA MATRIU..... | 6 |
| GUIA | 7 |
| PUNXÓ | 8 |
| CIRCUIT DE REFRIGERACIÓ DEL PUNXÓ (1) | 9 |
| CIRCUIT DE REFRIGERACIÓ DEL PUNXÓ (2) | 10 |
| TAPA DE MOLLA | 11 |
| PLACA PORTA-PUNXÓ..... | 12 |
| REFORÇ MUNTANT B | 13 |
| VISTA EXPLOSIONADA | 14 |
| CONJUNT COMPLET | 15 |

| | | | | | |
|------------|-----------|--------|----------|-----------|------------|
| Mida | 0,5 + 0,6 | 6 + 30 | 30 + 120 | 120 + 315 | 315 + 1000 |
| Tolerància | ± 0,1 | ± 0,2 | ± 0,3 | ± 0,5 | ± 0,8 |

TOLERÀNCIES GENERALS DE FABRICACIÓ

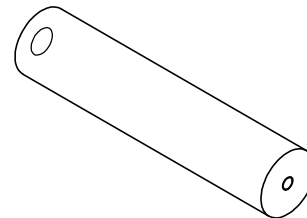
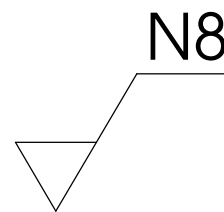
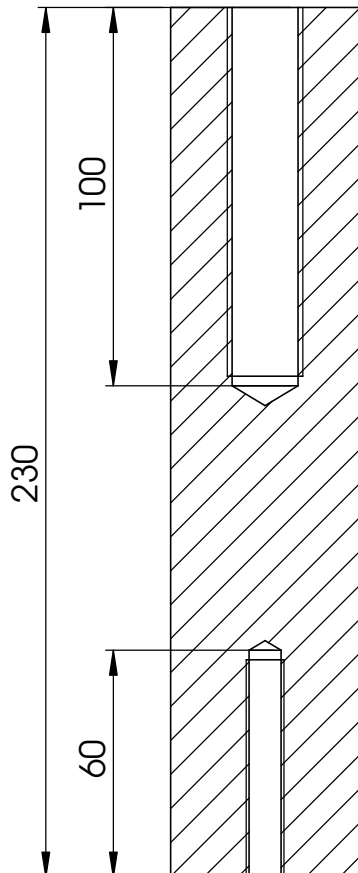
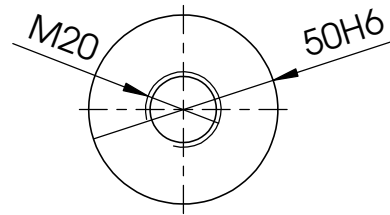
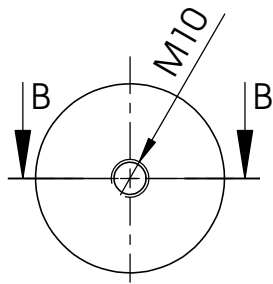


SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 1

| | | |
|--|------------------------------|--|
| Designació del Plànol : DISC | | Nº de Plànol : 1 |
| Material : F - 1120 | Tractament : | Escala : 1 : 1 |
| | | Format : DIN A4 |
| Projecte de Final de Carrera : DISSENY D'UNA Matriu d'Embotició per a la fabricació de peces d'automòbil | | |
| Realitzat per : CARLES SOTERAS VILLALONGA | Data : 14 - 06 - 2012 |   Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Barcelona Consorci Escola Industrial de Barcelona UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA |
| Revisat per : MIQUEL SERRA GASOL | Data : 14 - 06 - 2012 | |

| Mida | 0,5 - 6 | 6 - 30 | 30 - 120 | 120 - 315 | 315 - 1000 |
|------------|---------|--------|----------|-----------|------------|
| Tolerància | ±0,1 | ±0,2 | ±0,3 | ±0,5 | ±0,8 |

TOLERÀNCIES GENERALS DE FABRICACIÓ

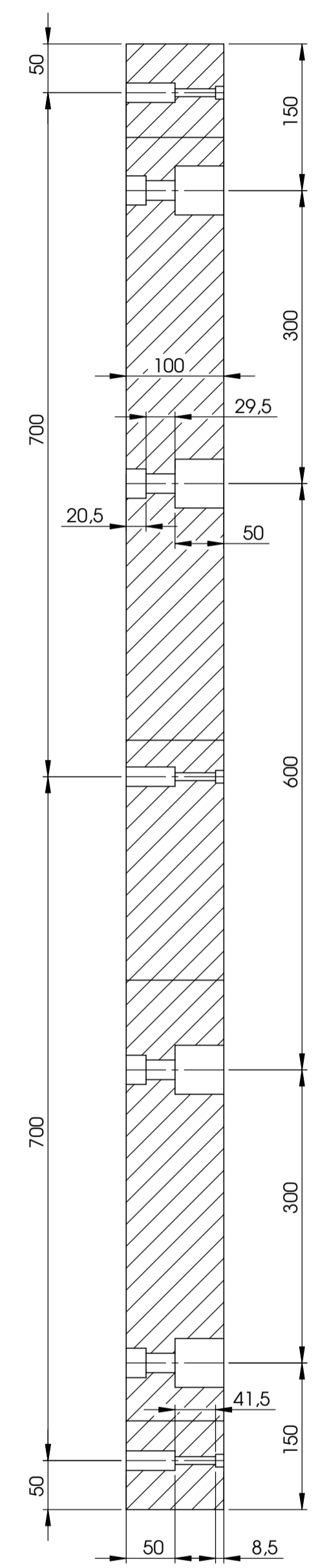
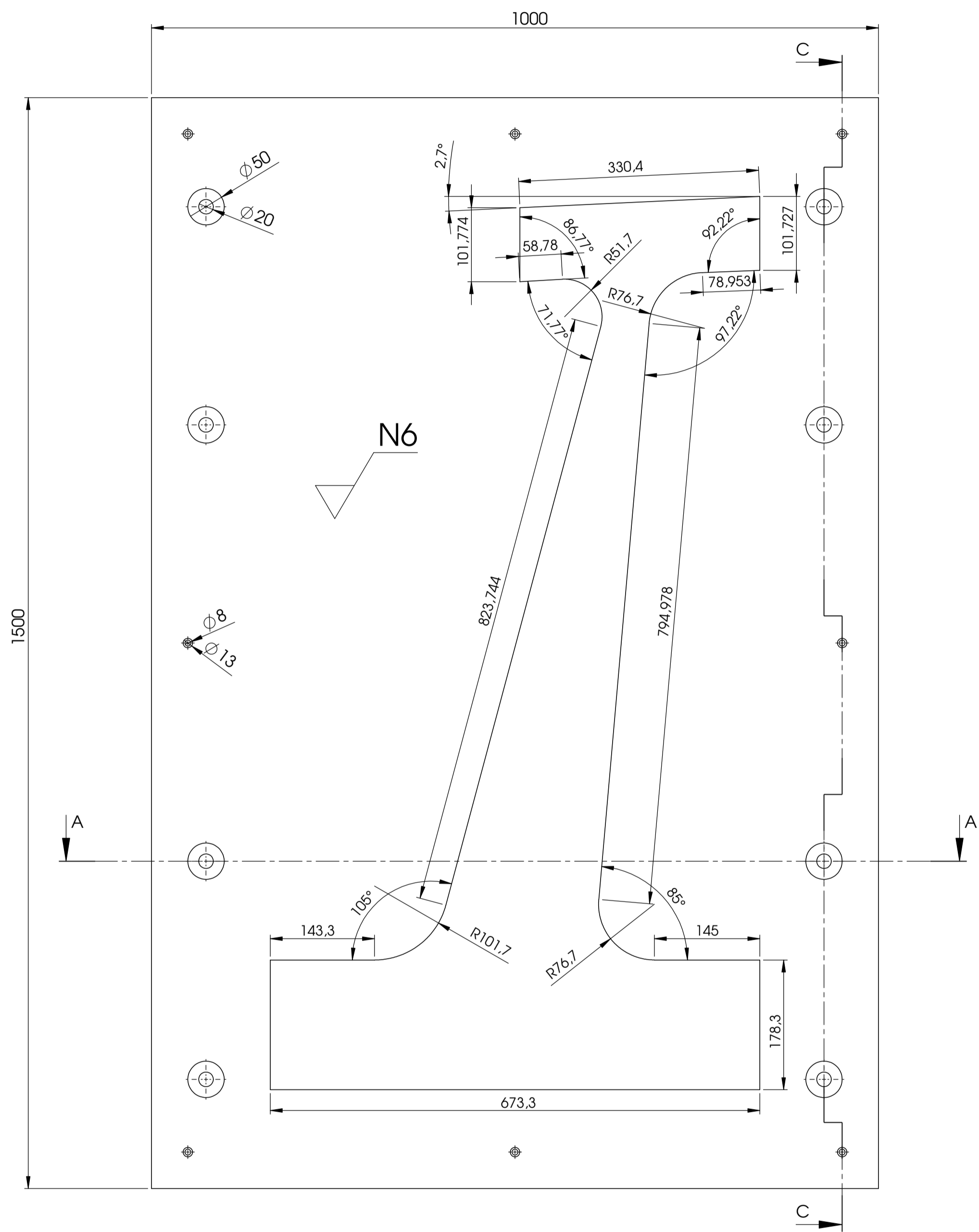


SECCIÓ B-B
ESCALA 1 : 2

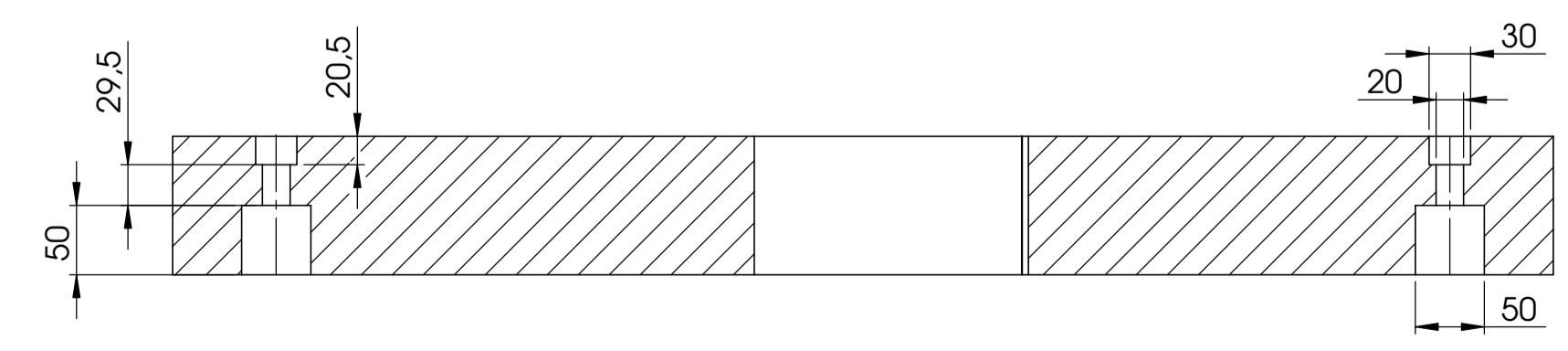
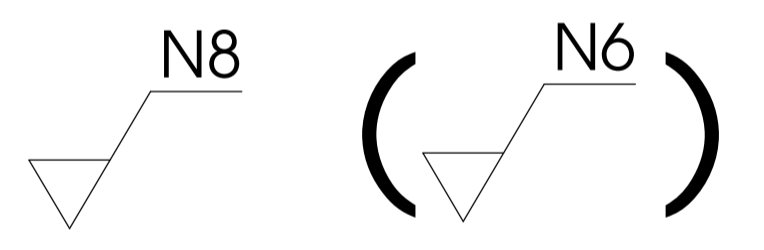
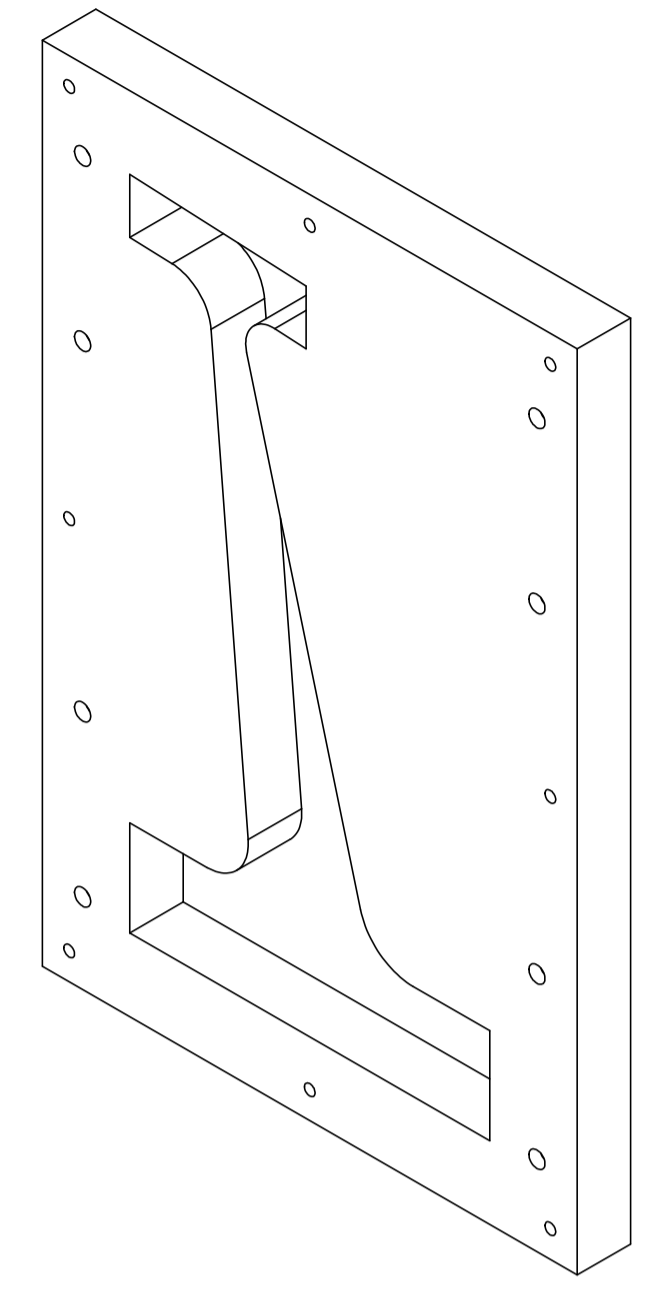
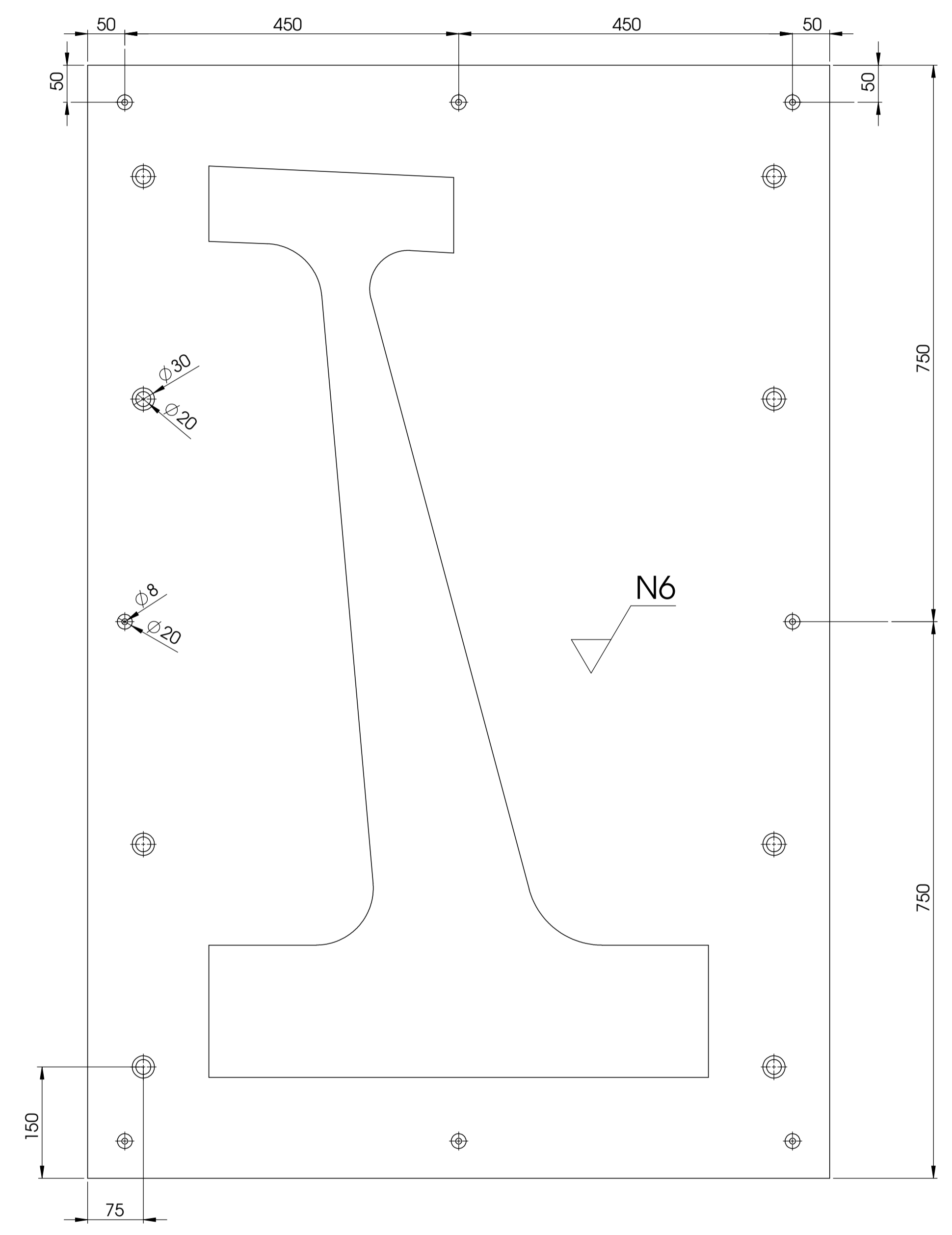
| | | | | |
|--|----------------------------------|----------------|---------------------------|---------------|
| Designació del Plànol : | | COLUMNA | Nº de Plànol : | 2 |
| Material : | F - 1140 | Tractament : | TREMPAT / REvingut | |
| | | | Escala : | 1 : 2 |
| | | | Format : | DIN A4 |
| Projecte de Final de Carrera : | | | | |
| DISSENY D'UNA MATRIU D'EMBOTICIÓ PER A LA FABRICACIÓ DE PECES D'AUTOMÒBIL | | | | |
| Realitzat per : | CARLES SOTERAS VILLALONGA | Data : | 14 - 06 - 2012 | |
| Revisat per : | MIQUEL SERRA GASOL | Data : | 14 - 06 - 2012 | |



Escola Universitària d'Enginyeria
Tècnica Industrial de Barcelona
Consorci Escola Industrial de Barcelona
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA



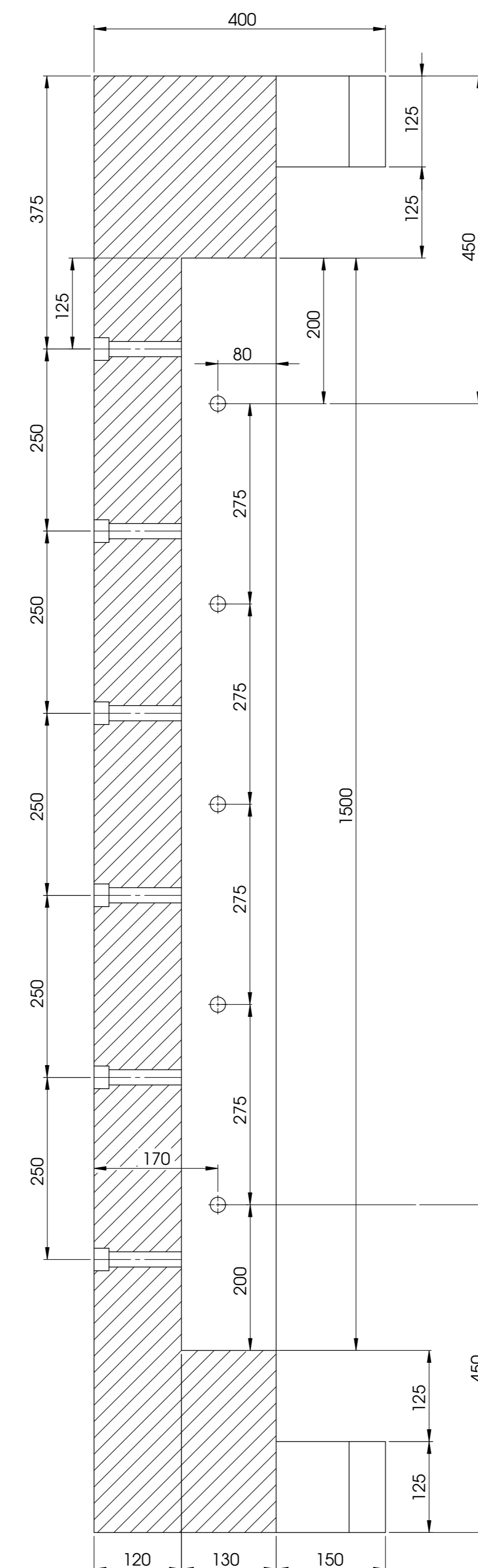
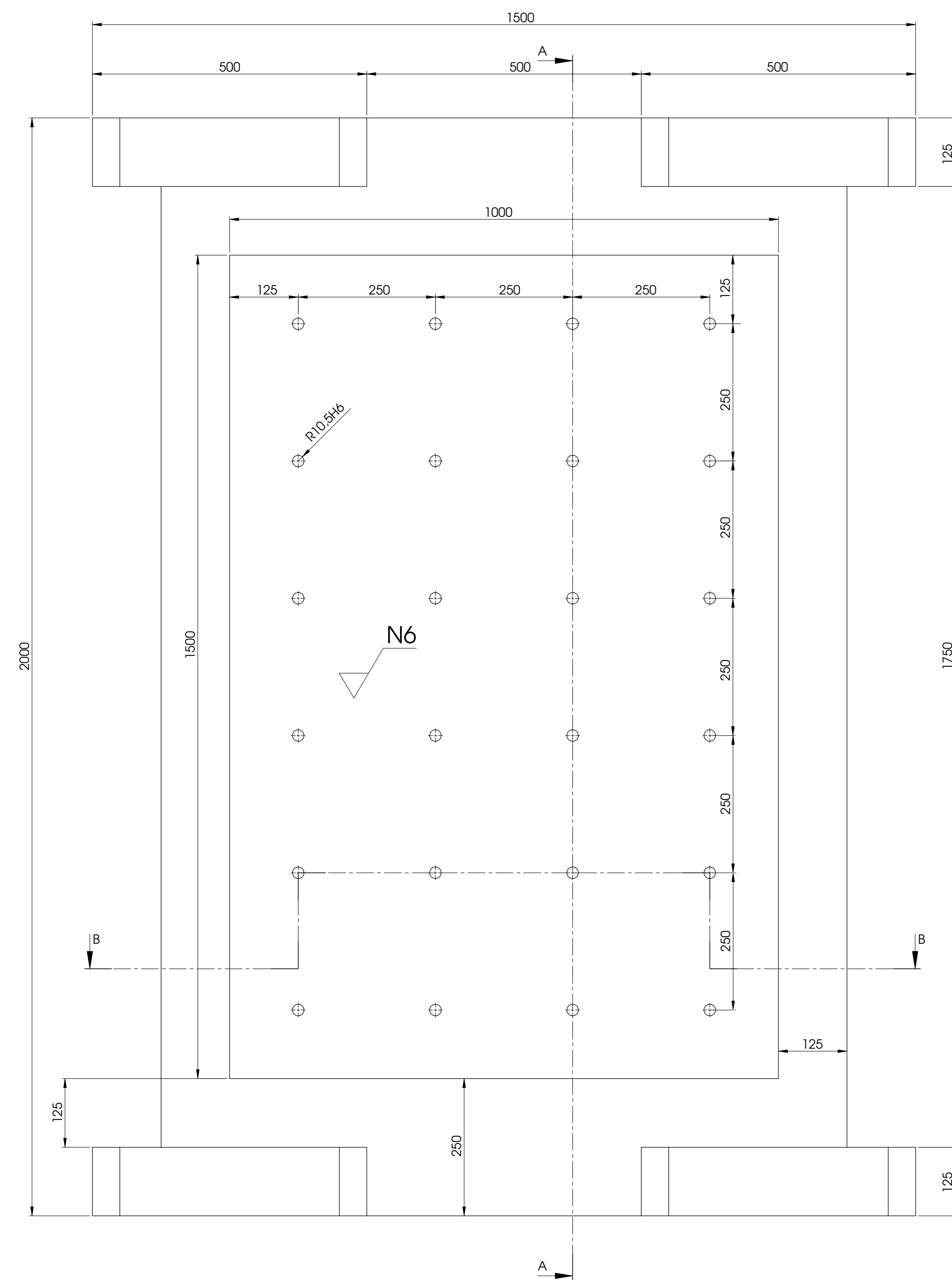
SECCIÓN C-C



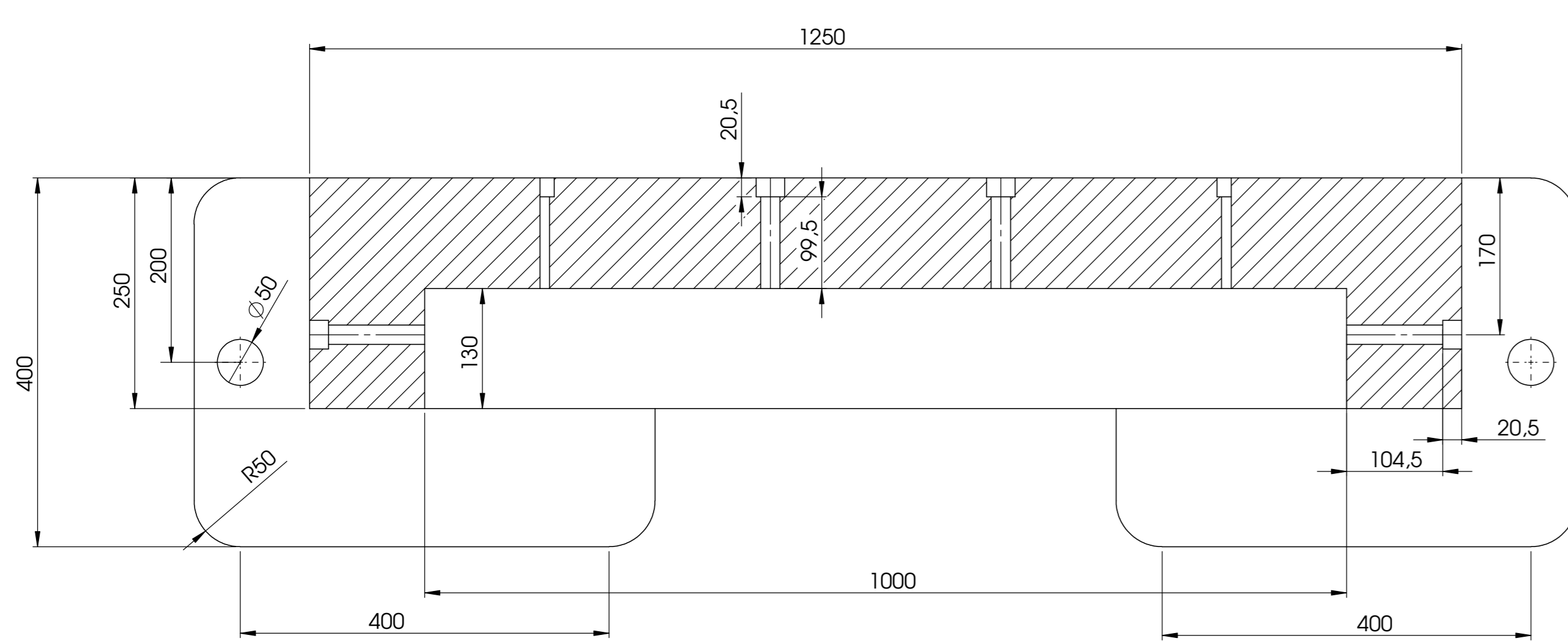
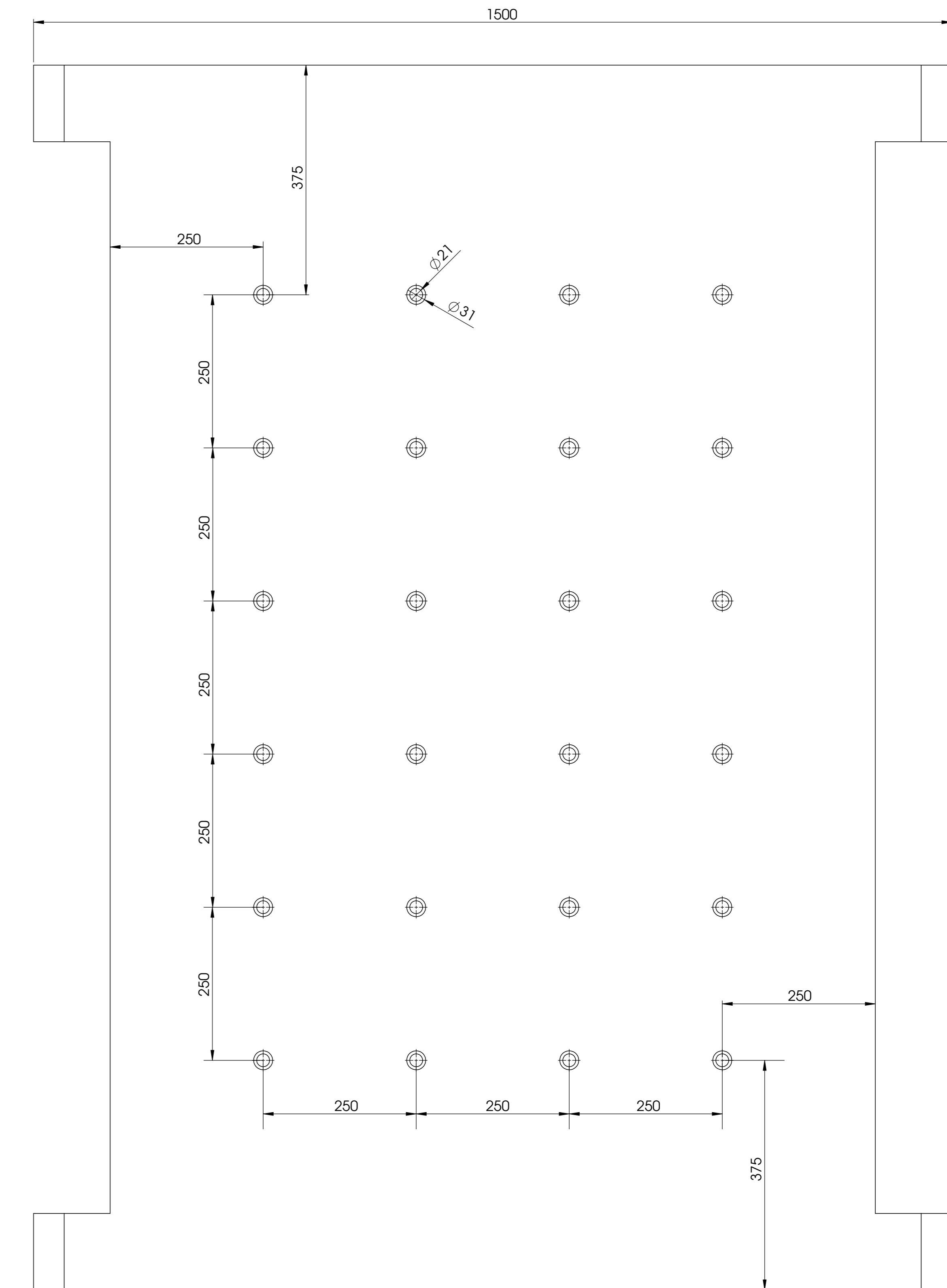
SECCIÓN A-A

Licencia educacional de SolidWorks
Sólo para uso académico

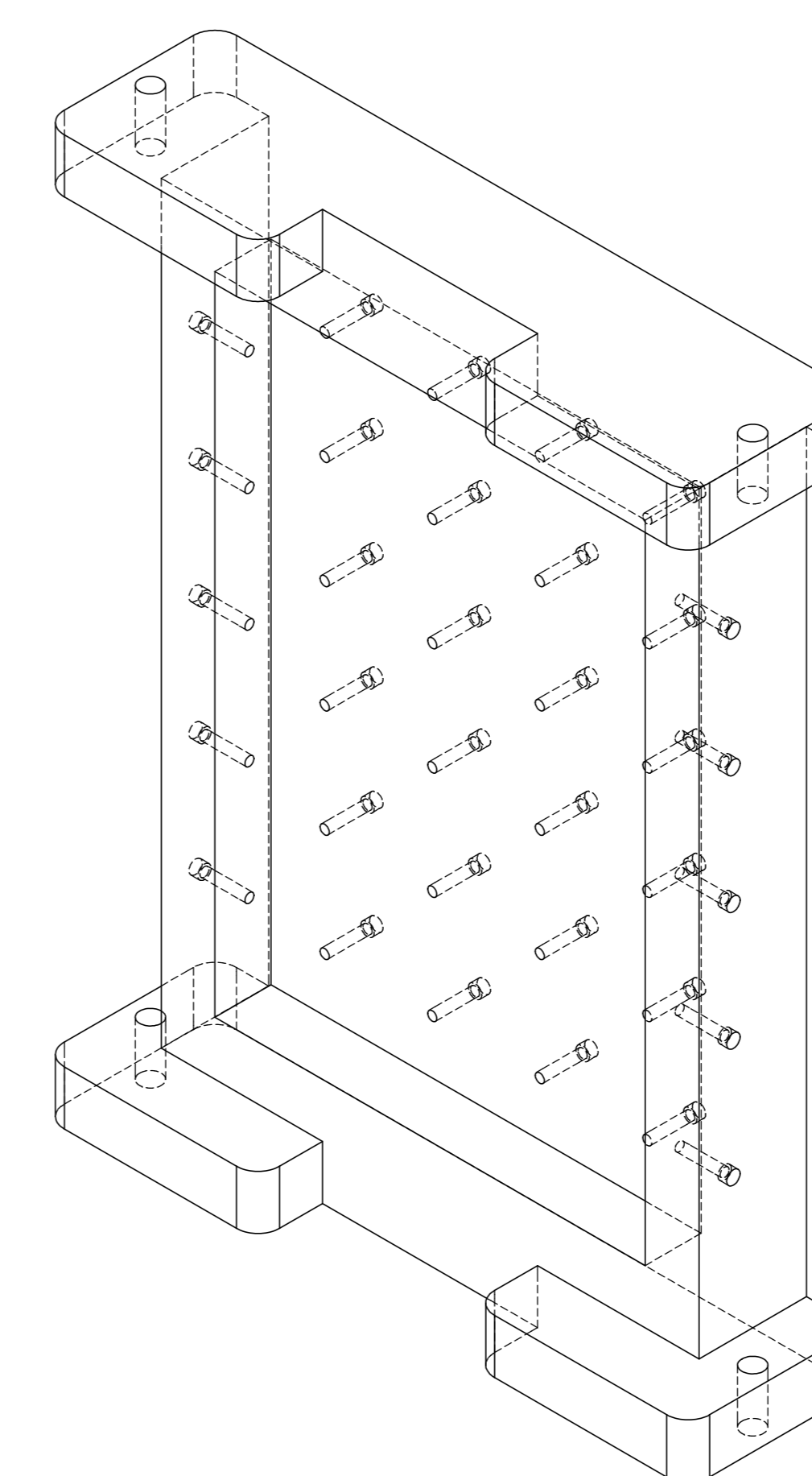
| | | |
|---|--|-------------------------|
| Designació del Plànol : PLACA TREPITJADORA | | Nº de Plànol : 3 |
| Material : F - 5318 | Tractament : TREMPAT / REvingut | Escala : 1 : 5 |
| Projecte de Final de Carrera : DISSENY D'UNA MÀTRIU D'EMBOTICIÓ PER A LA FABRICACIÓ DE PECES D'AUTOMÒBIL | | Format : DIN A1 |
| Realitzat per : CARLES SOTERAS VILLALONGA | Data : 14 - 06 - 2012 | |
| Revisat per : MIQUEL SERRA GASOL | Data : 14 - 06 - 2012 | |



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 5

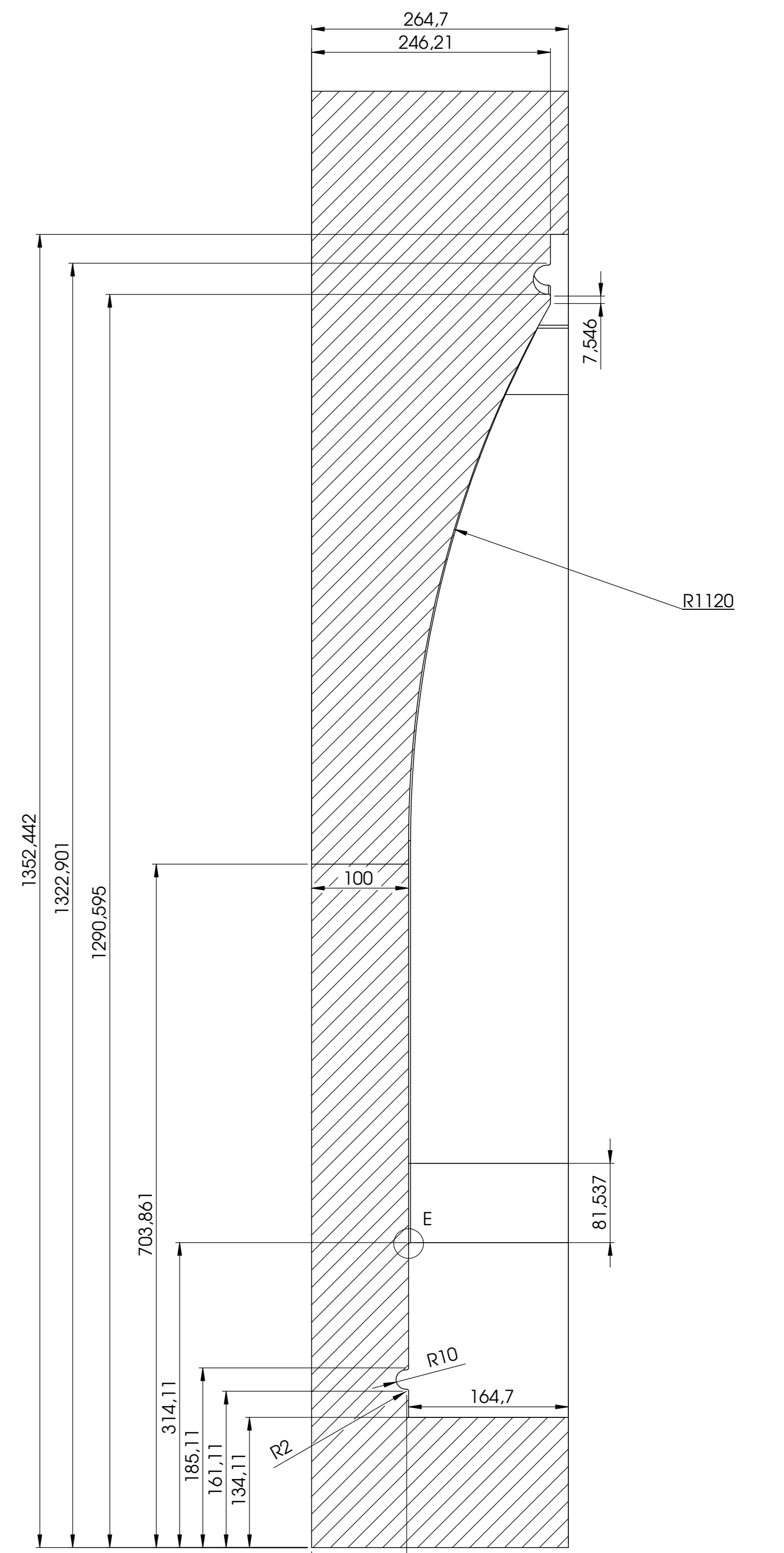
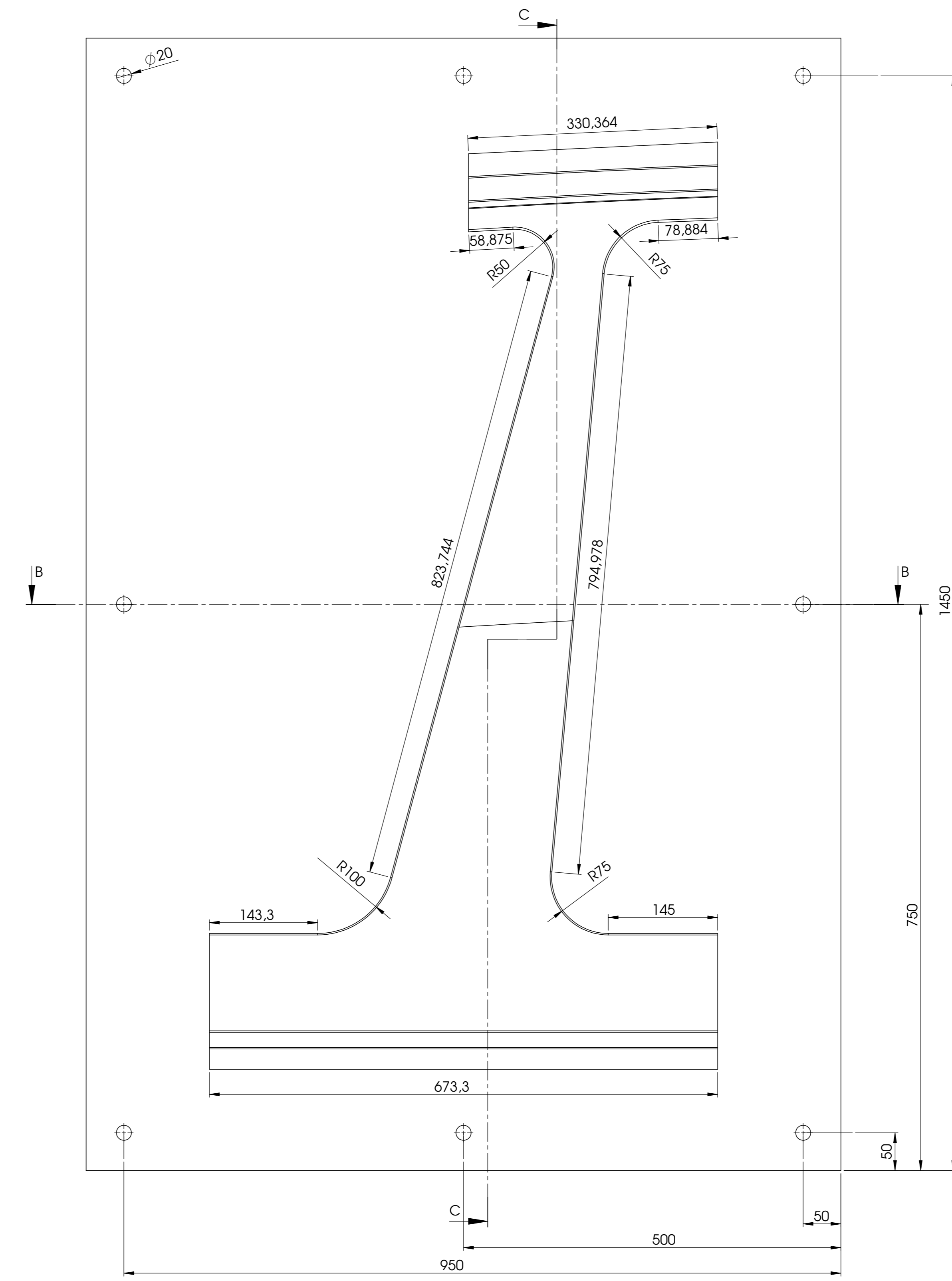
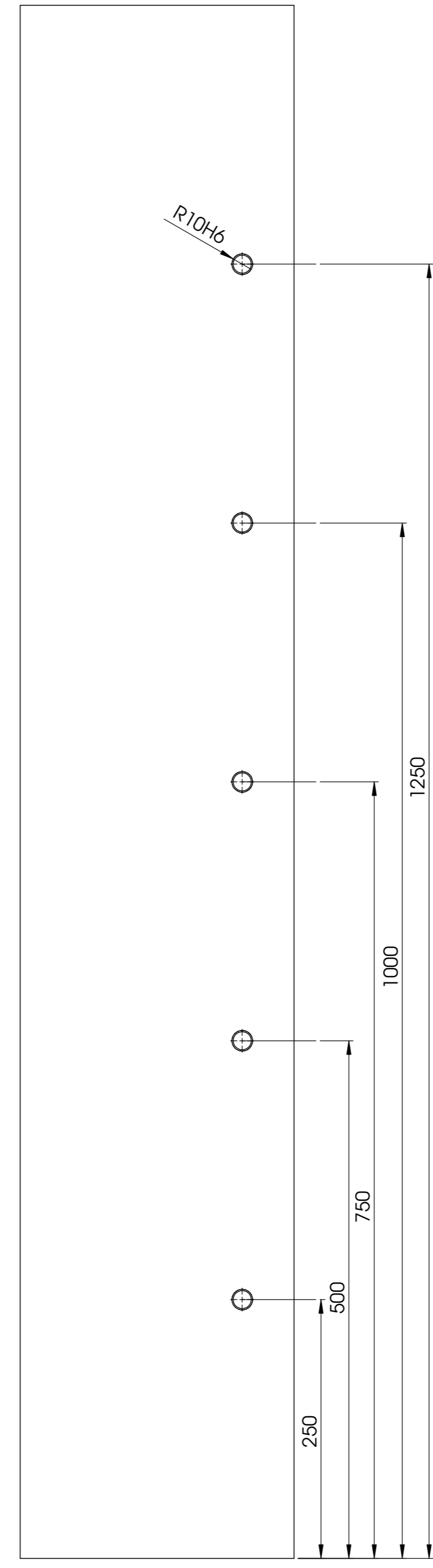
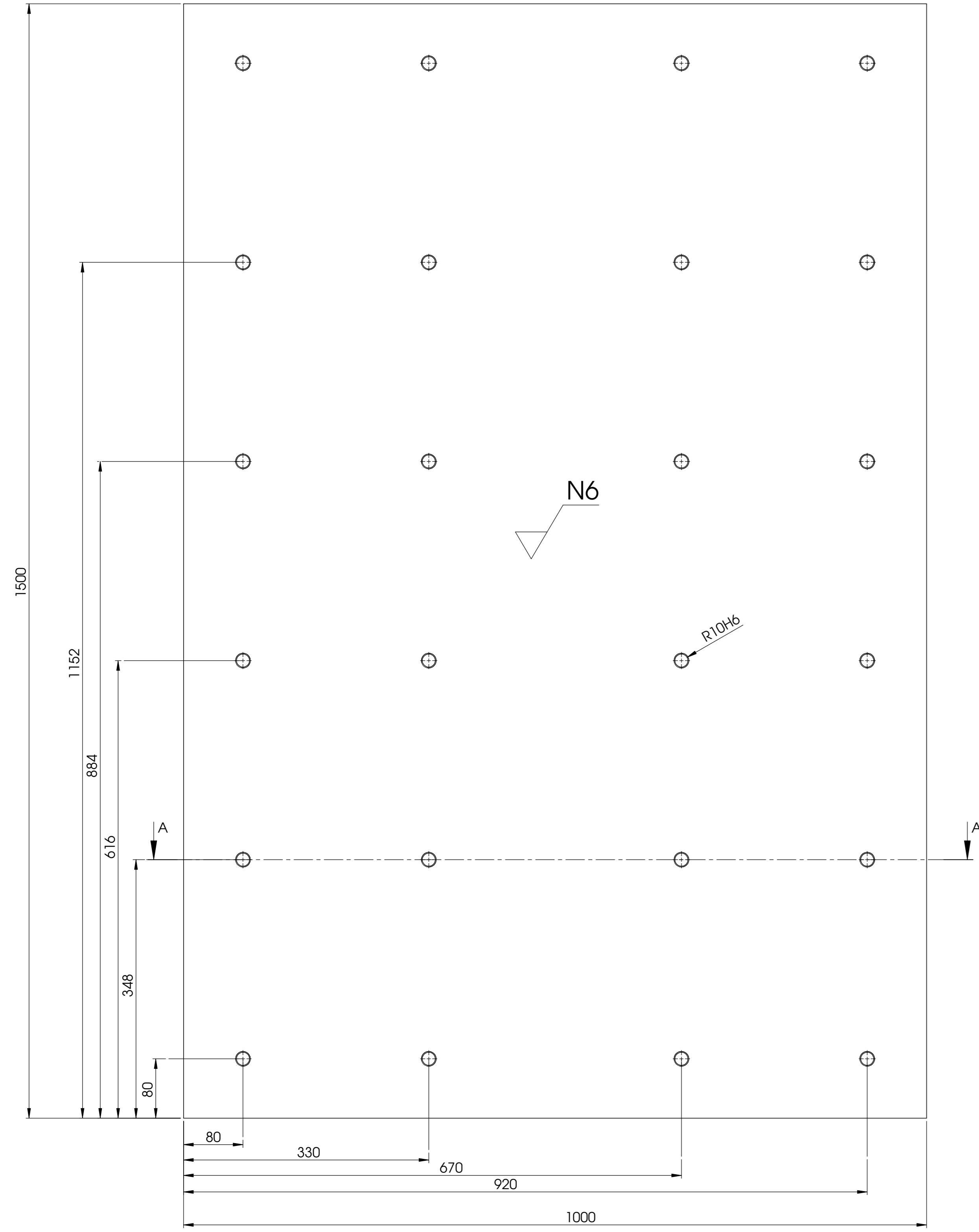


SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 5

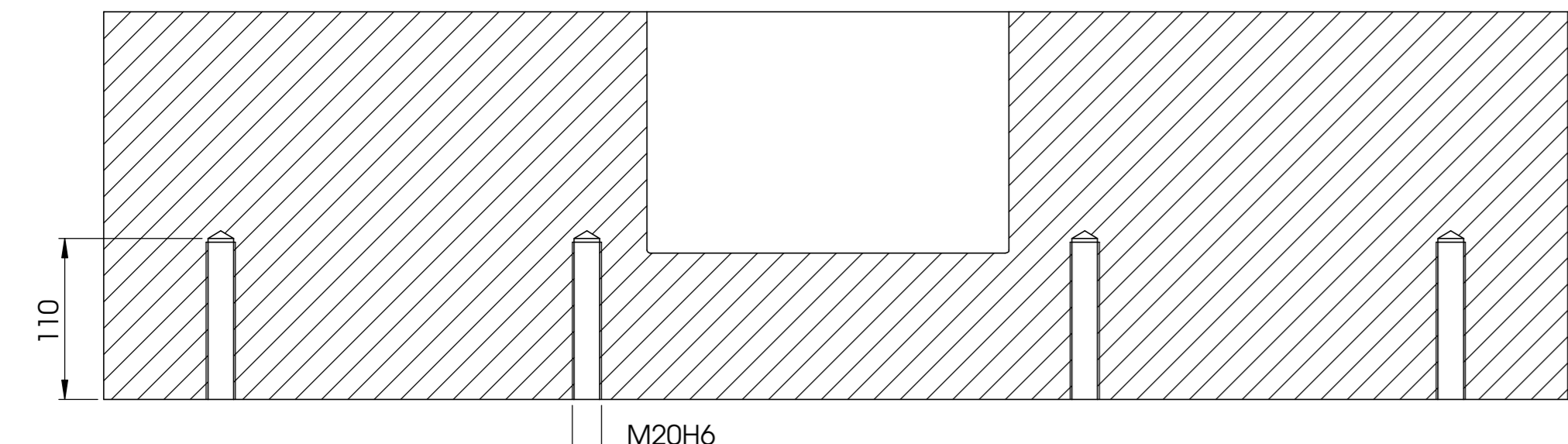


Licencia educacional de SolidWorks
Sólo para uso académico

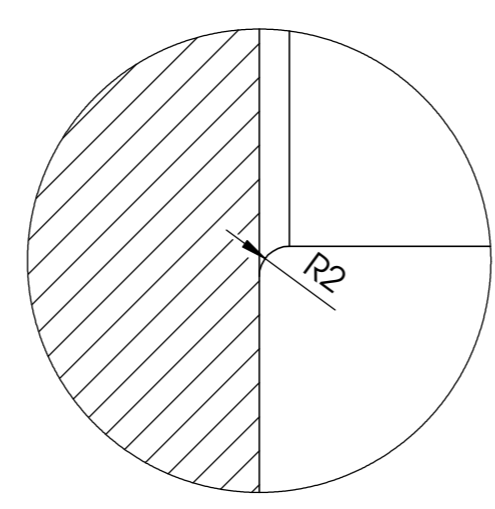
| | | |
|--|-----------------------------|------------------------|
| Designació del Plànol: PLACA PORTA - MATRIU | | Nº de Plànol: 4 |
| Material: F - 1140 | Tractament: | Escala: 1 : 5 |
| Projecte de Final de Carrera: | | Format: DIN A0 |
| DISSENY D'UNA MATRIU D'EMBOTICIÓ PER A LA FABRICACIÓ DE PECES D'AUTOMÒBIL. | | |
| Realitzat per: CARLES SOTERAS VILLALONGA | Data: 14 - 06 - 2012 | |
| Revisat per: MIQUEL SERRA GASOL | Data: 14 - 06 - 2012 | |



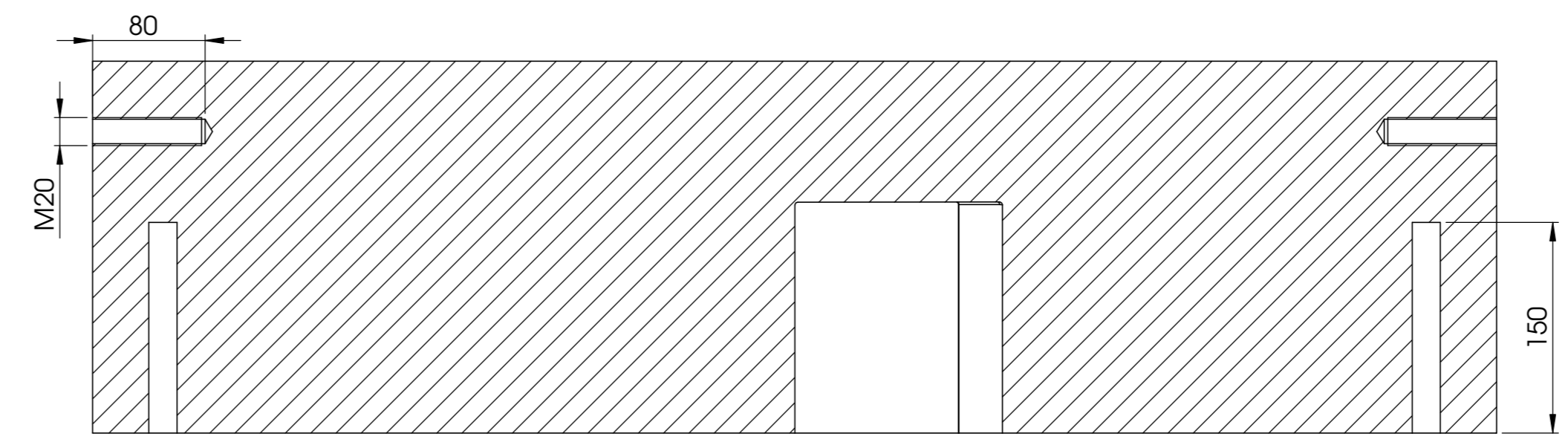
SECCIÓ C-C
 ESCALA 1 : 4



SECCIÓ A-A
 ESCALA 1 : 4

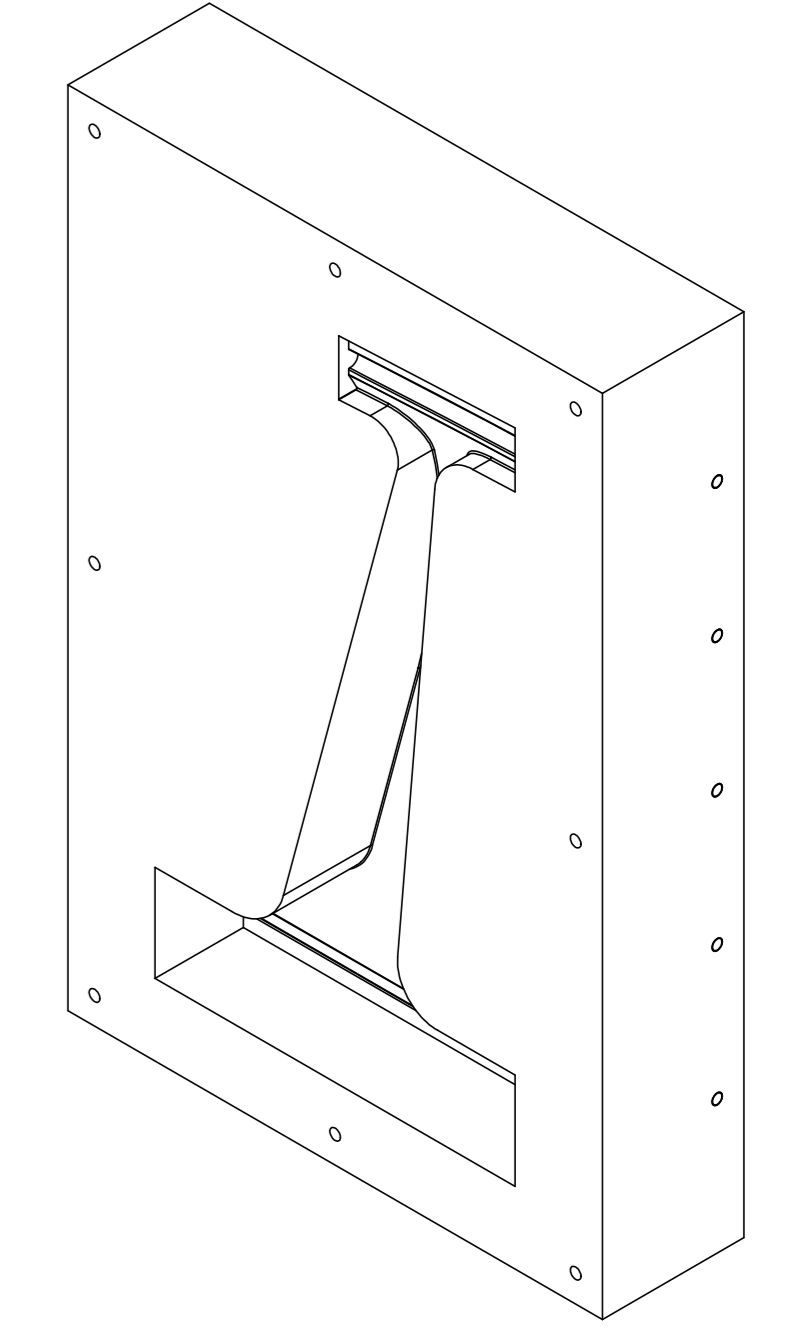


DETALLE E
 ESCALA 2 : 1

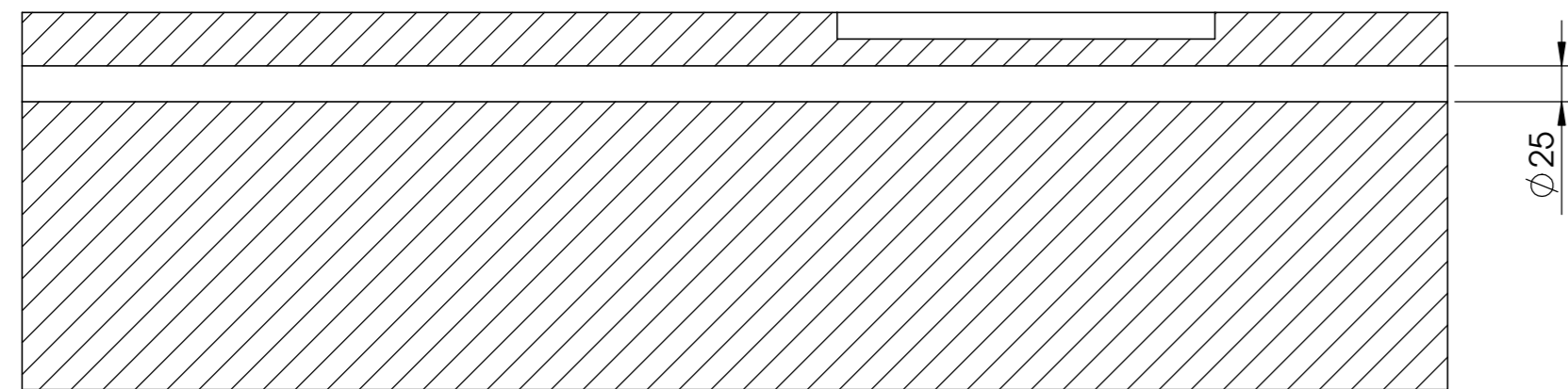


SECCIÓ B-B
 ESCALA 1 : 4

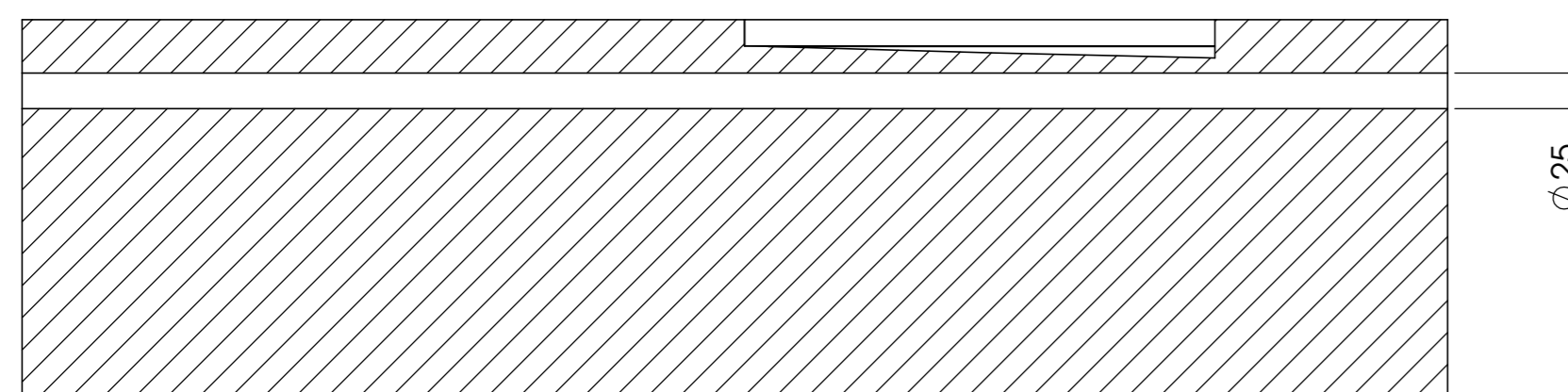
N8 (N6)



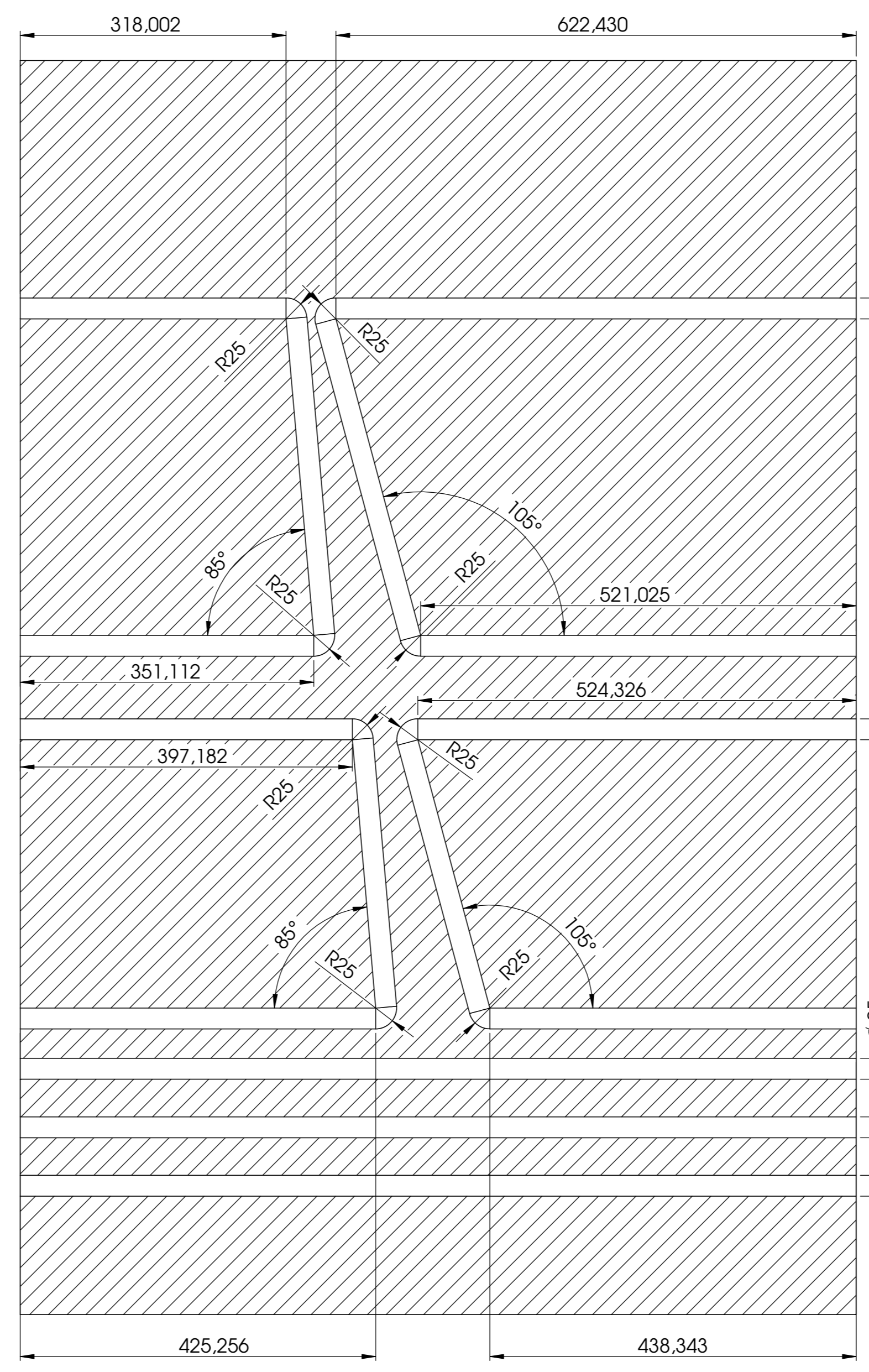
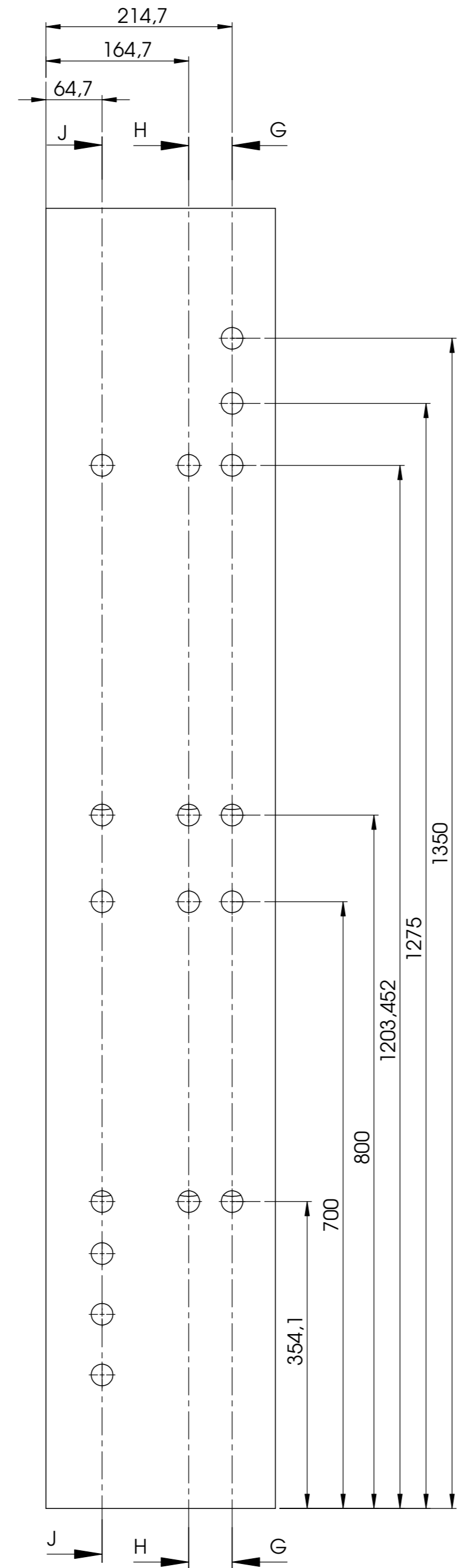
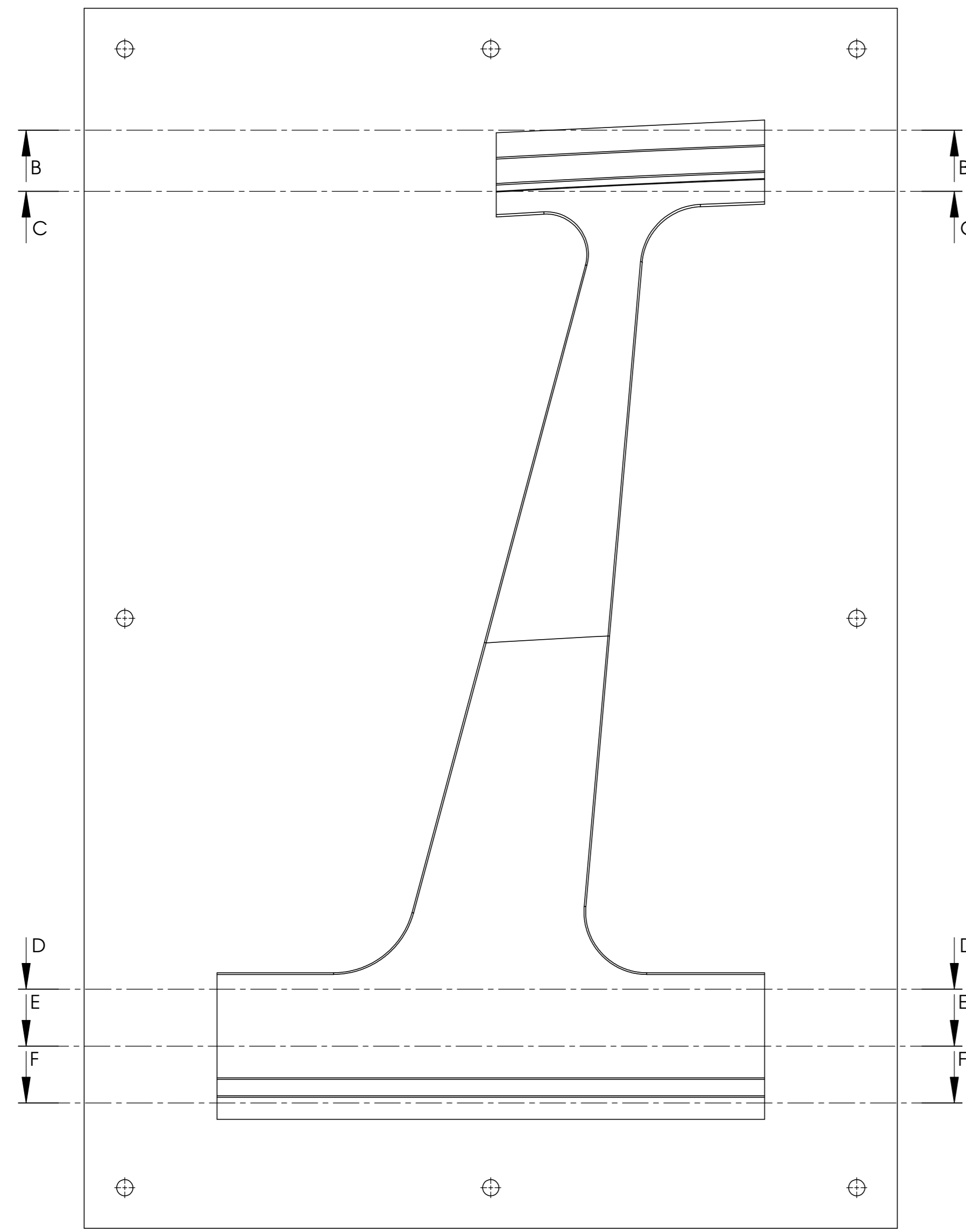
| | | |
|---|---------------------------------------|------------------------|
| Designació del Plànol: MATRIU | | Nº de Plànol: 5 |
| Material: F - 5318 | Tractament: TREMPAT / REvingUT | Escala: 1 : 4 |
| Format: DIN A0 | | |
| Projecte de Final de Carrera: DISSENY D'UNA MATRIU D'EMBOTICIÓ PER A LA FABRICACIÓ DE PECES D'AUTOMÒBIL | | |
| Realitzat per: CARLES SOTERAS VILLALONGA | Data: 14-06-2012 | |
| Revisat per: MIQUEL SERRA GASOL | Data: 14-06-2012 | |



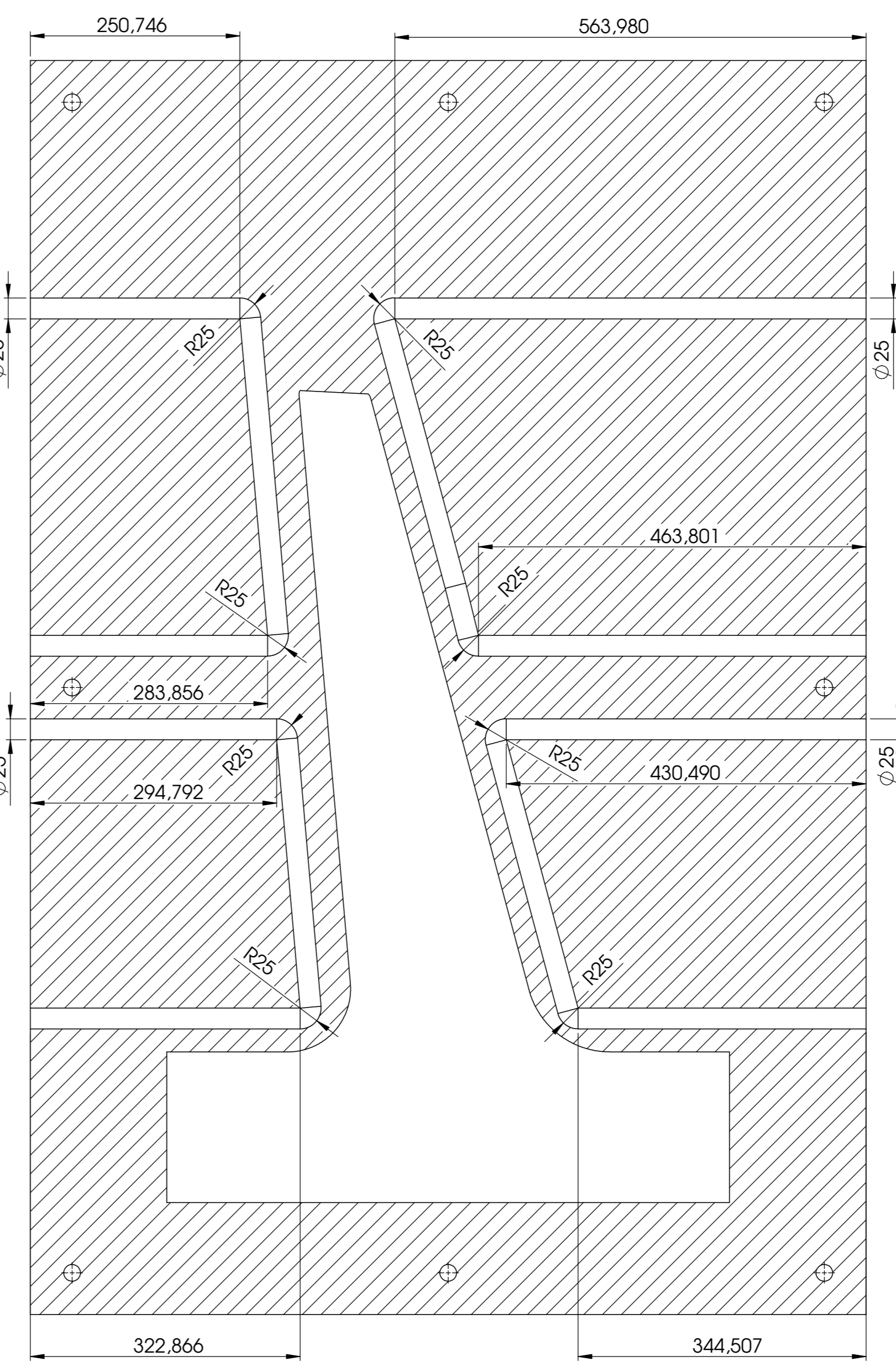
SECCIÓ B-B



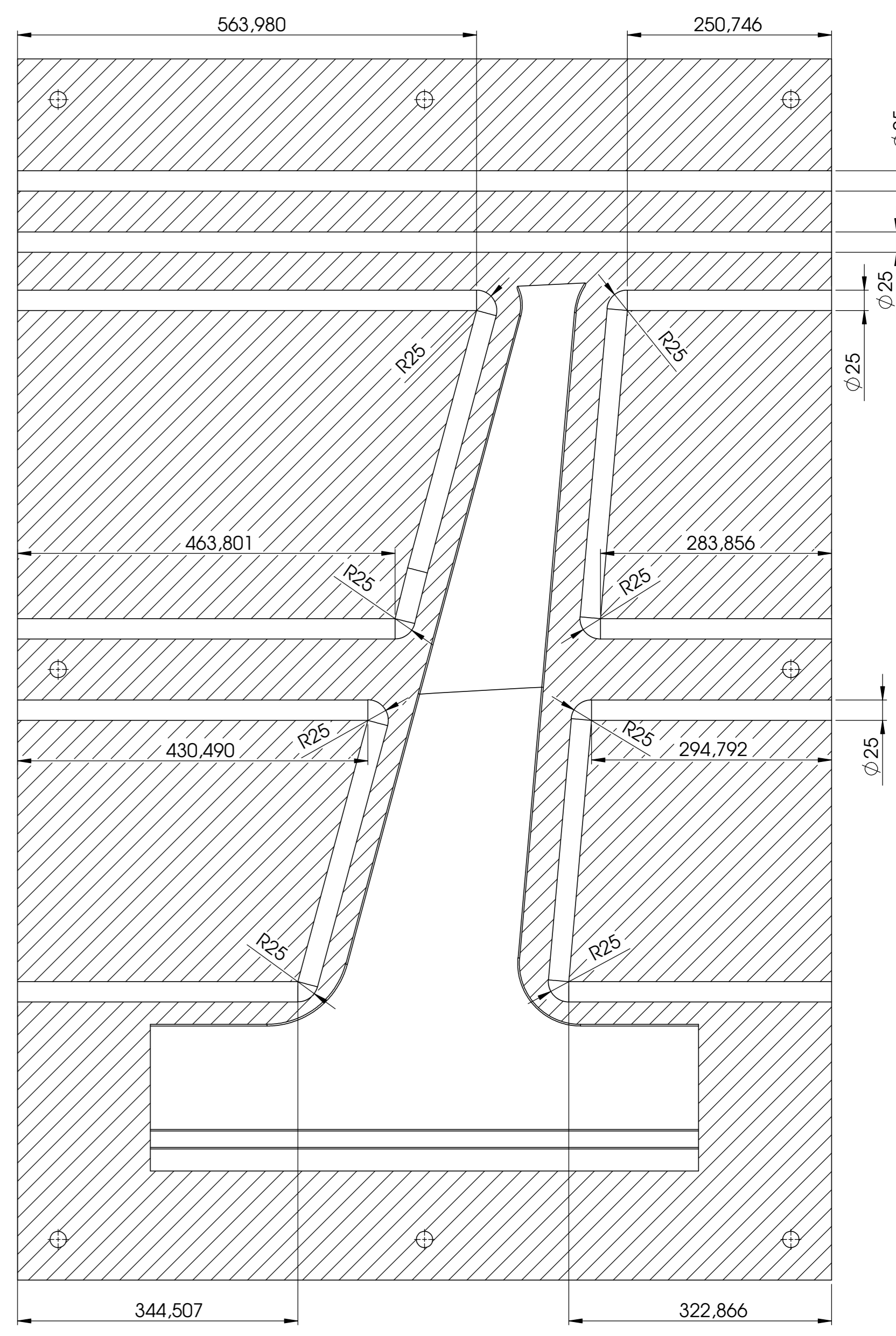
SECCIÓ C-C



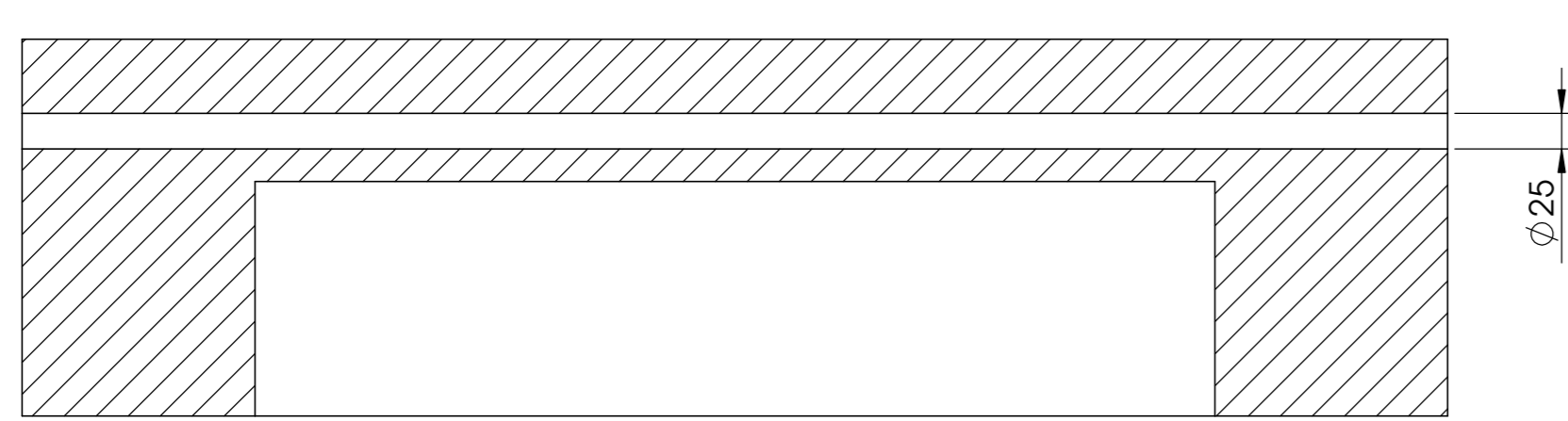
SECCIÓ J-J



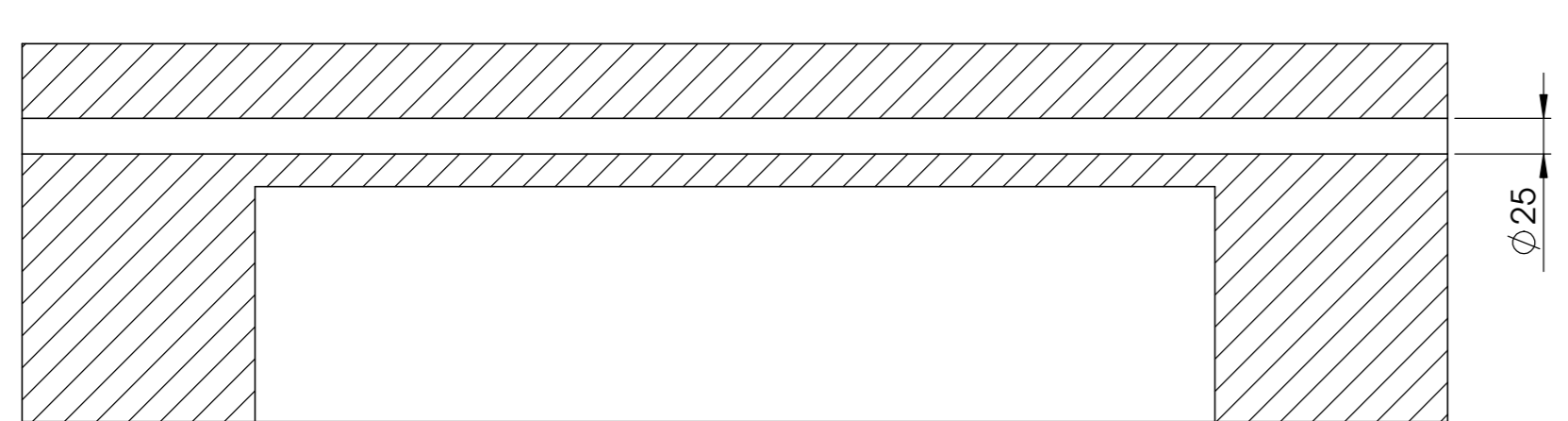
SECCIÓ H-H



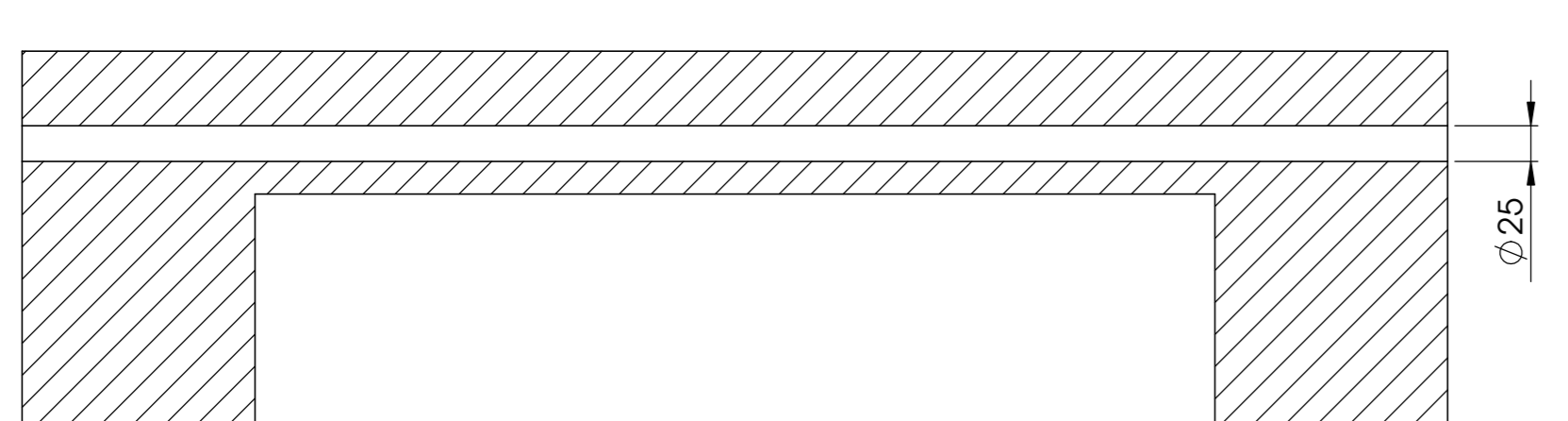
SECCIÓ G-G



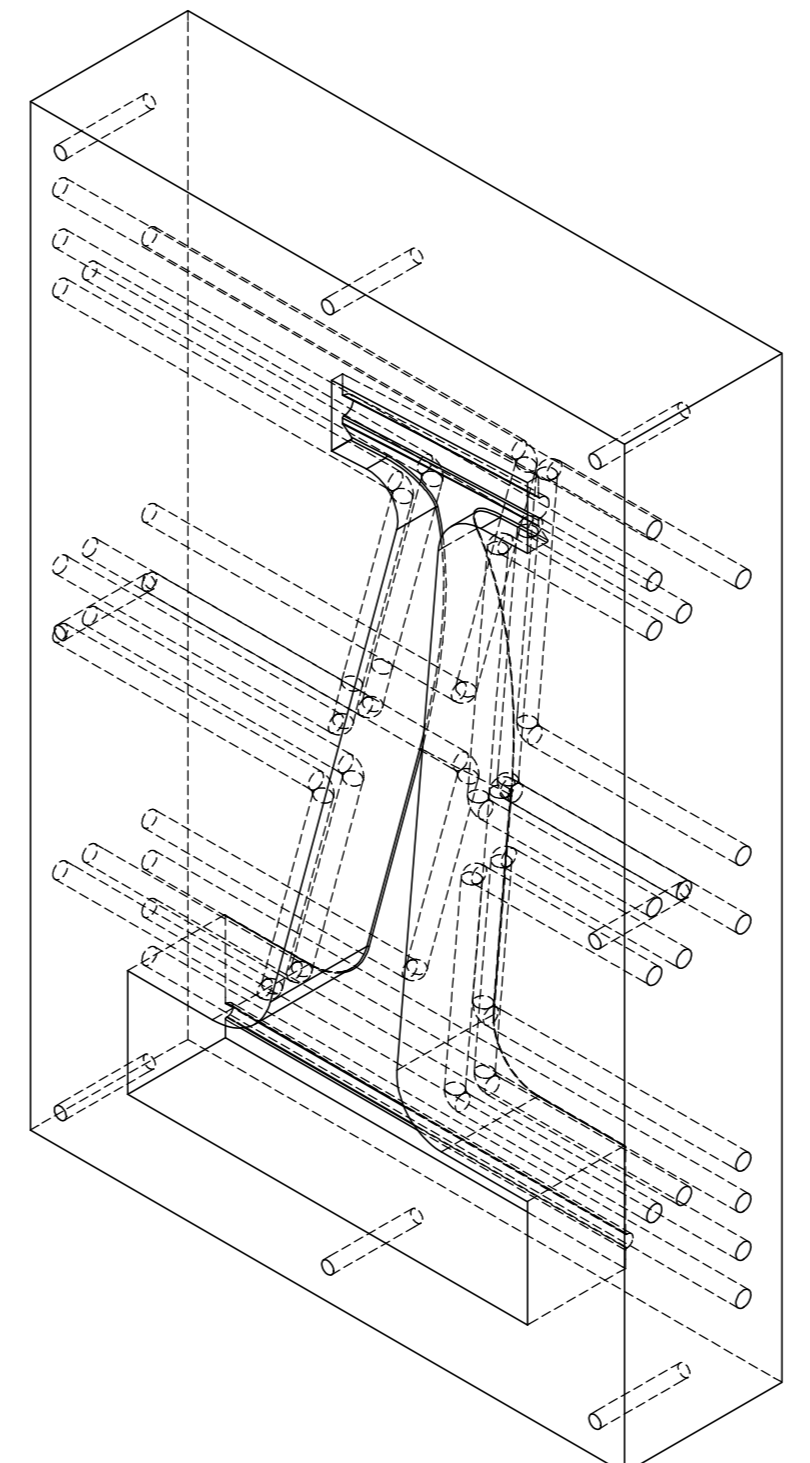
SECCIÓ D-D



SECCIÓ E-E



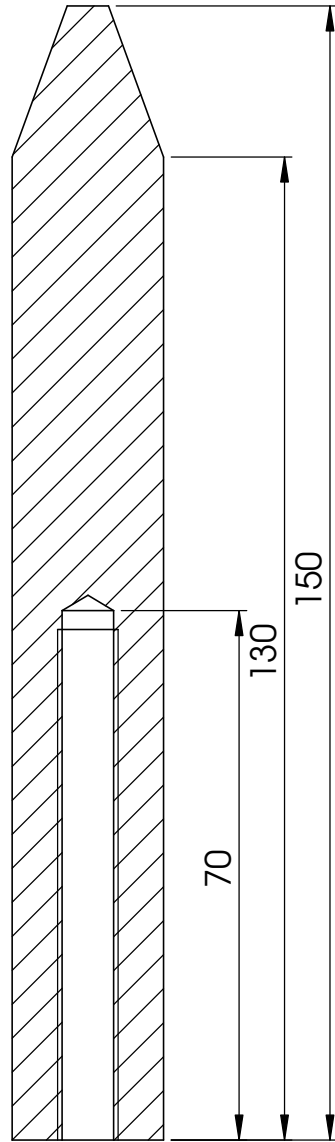
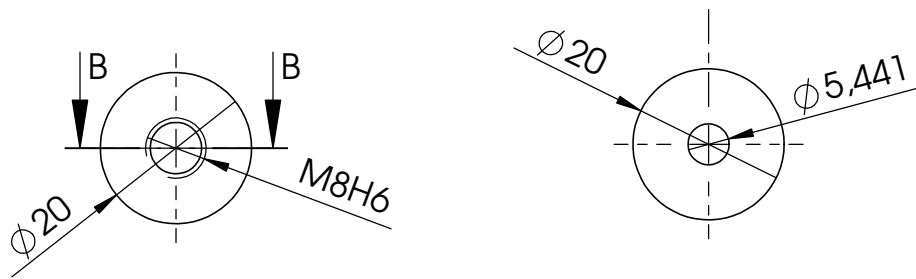
SECCIÓ F-F



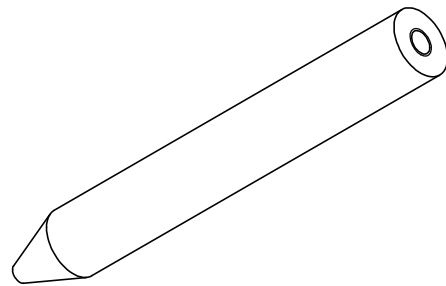
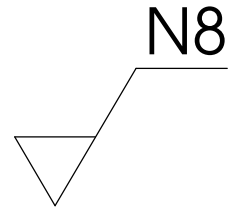
N8

| Mida | 0,5 - 6 | 6 - 30 | 30 - 120 | 120 - 315 | 315 - 1000 |
|------------|---------|--------|----------|-----------|------------|
| Tolerància | ±0,1 | ±0,2 | ±0,3 | ±0,5 | ±0,8 |

TOLERÀNCIES GENERALS DE FABRICACIÓ



SECCIÓ B-B
ESCALA 1 : 1



Designació del Plànol :

GUIA

Nº de Plànol :

7

Material :

F - 5318

Tractament :

TREMPAT / RE Vingut

Escala :

1 : 1

Format :

DIN A4

Projecte de Final de Carrera :

DISSENY D'UNA MATRIU D'EMBOTICIÓ PER A LA FABRICACIÓ DE PECES D'AUTOMÒBIL

Realitzat per : **CARLES SOTERAS VILLALONGA**

Data : **14 - 06 - 2012**

Revisat per : **MIQUEL SERRA GASOL**

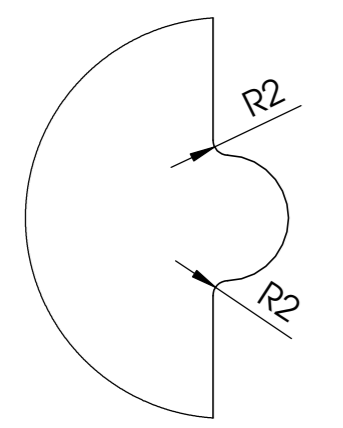
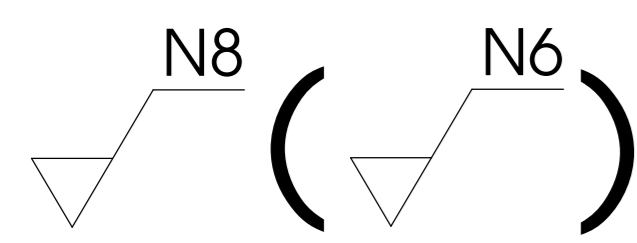
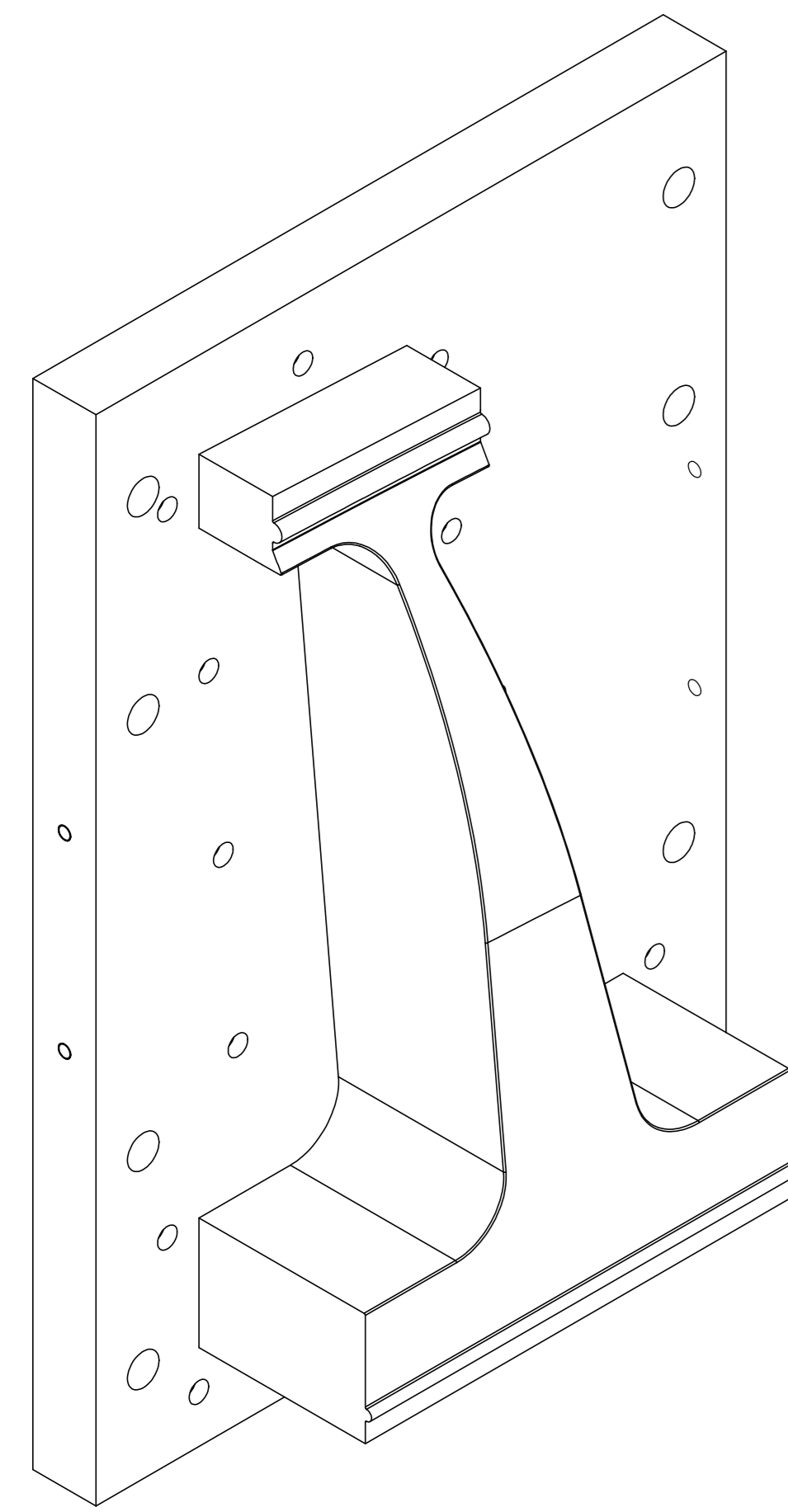
Data : **14 - 06 - 2012**



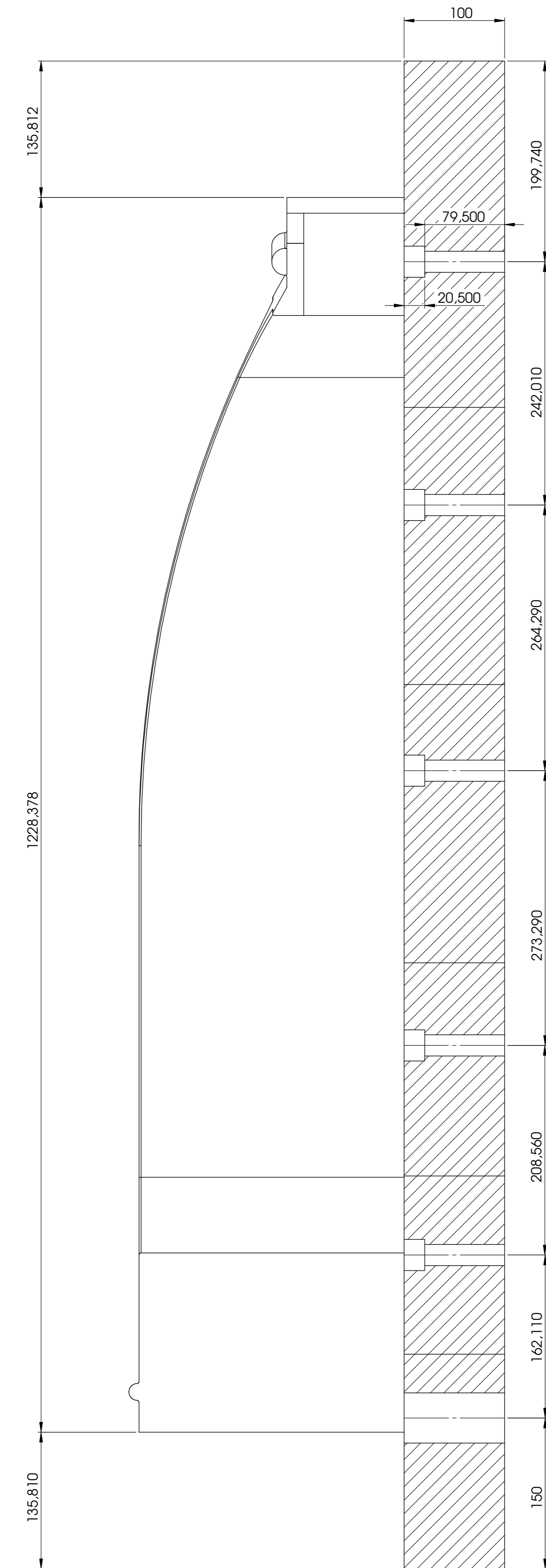
Escola Universitària d'Enginyeria
Tècnica Industrial de Barcelona
Consorci Escola Industrial de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

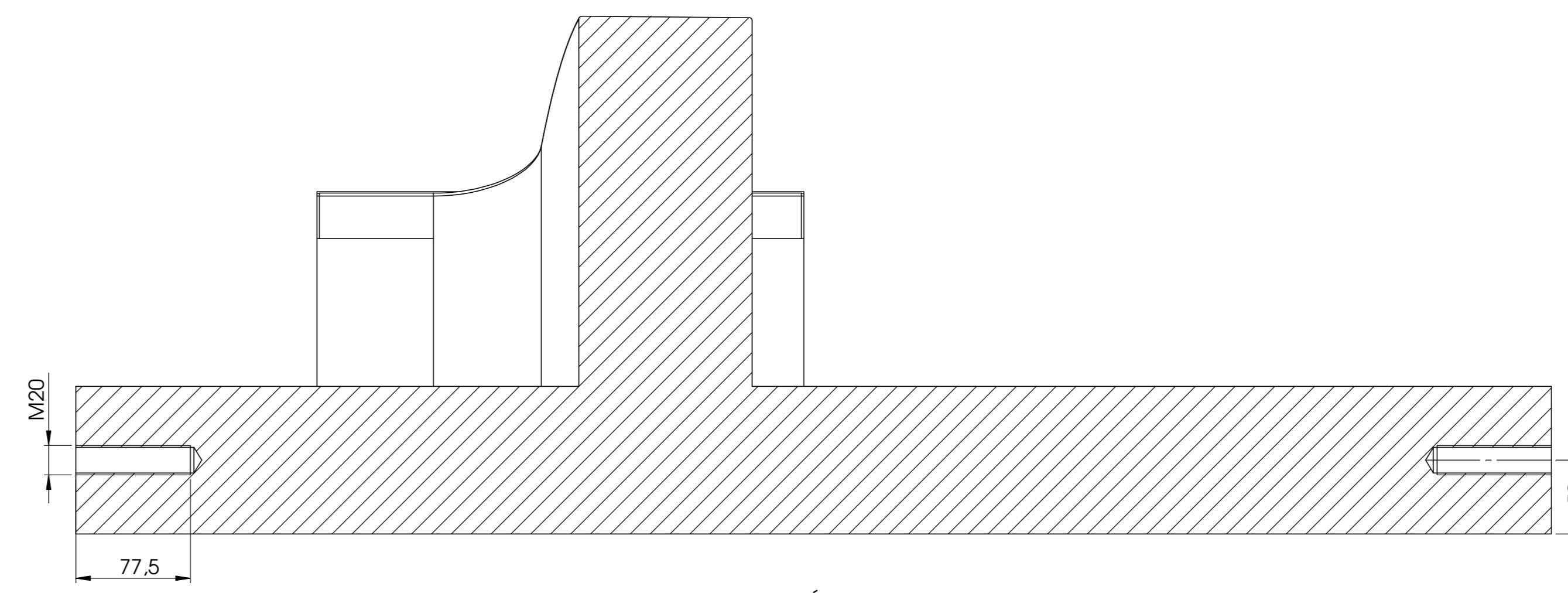
**Licencia educacional de SolidWorks
Sólo para uso académico**



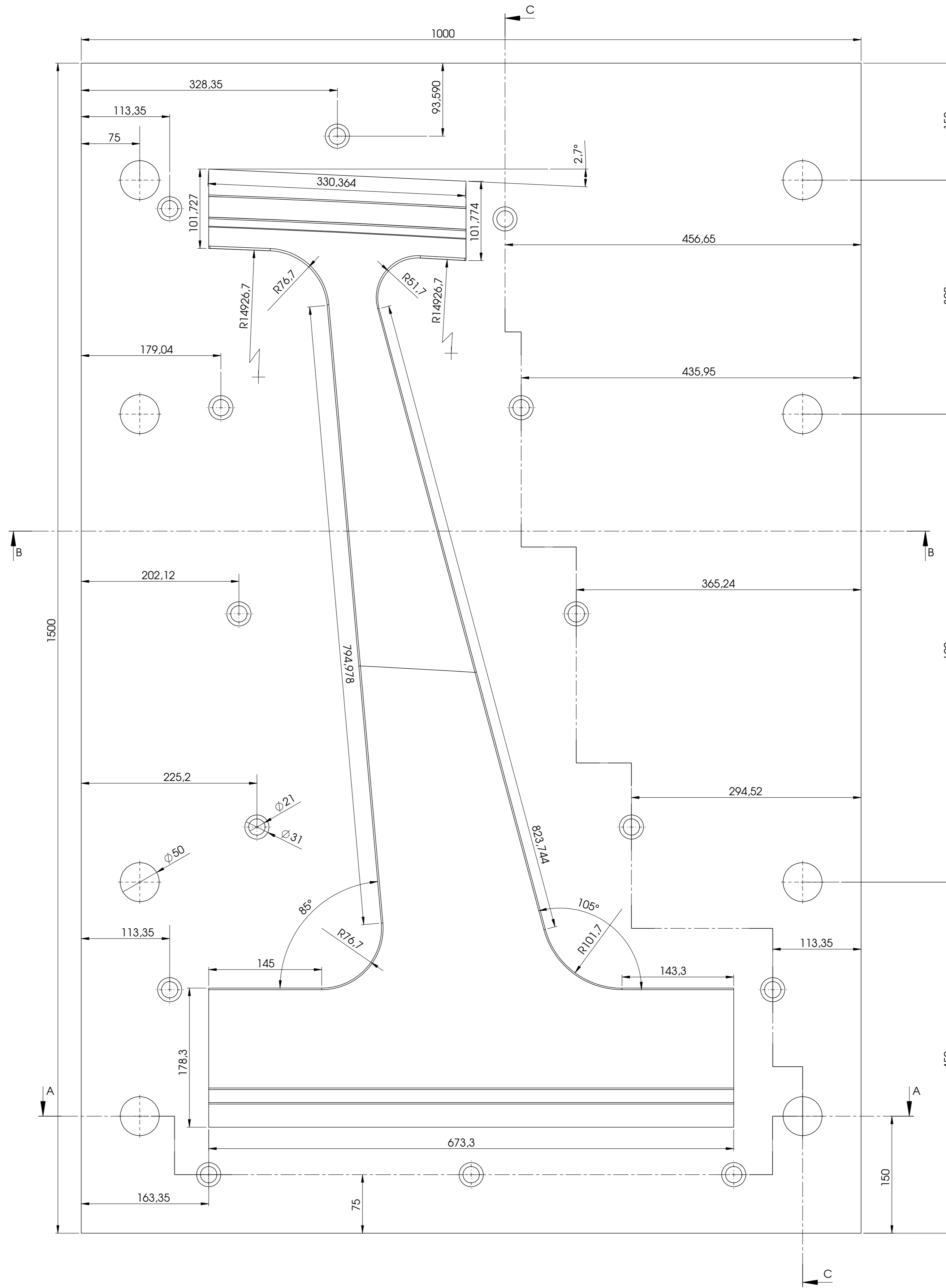
DETALLE D
ESCALA 1:1



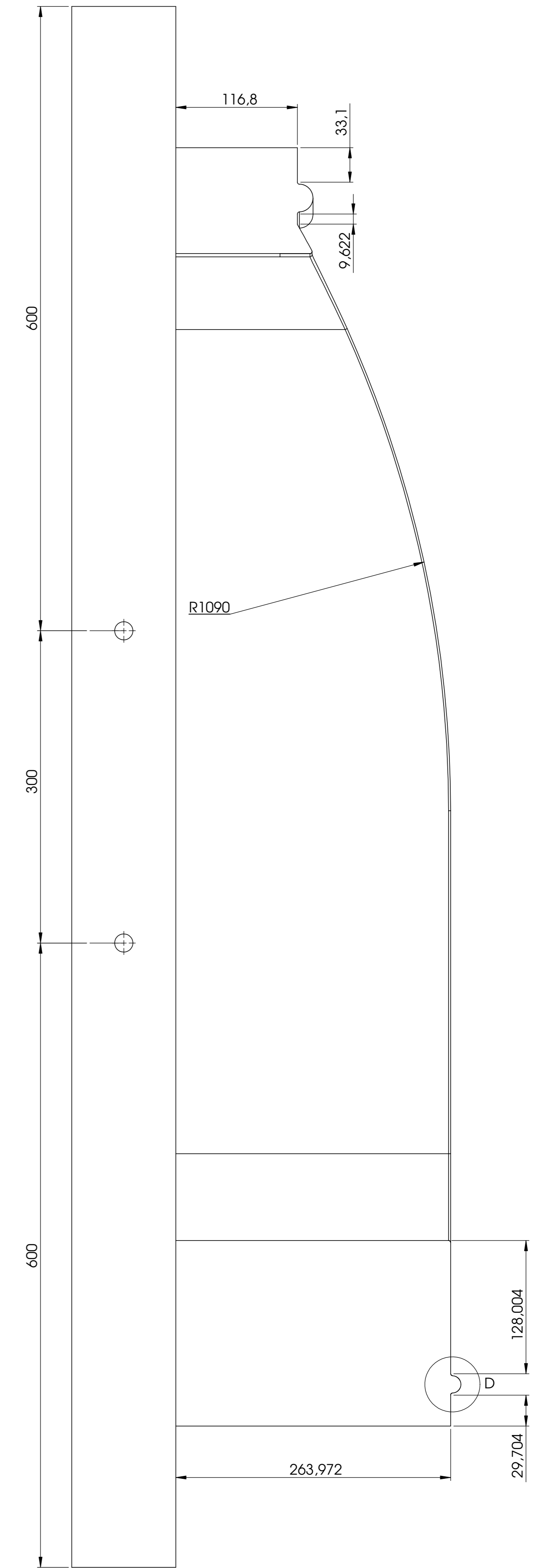
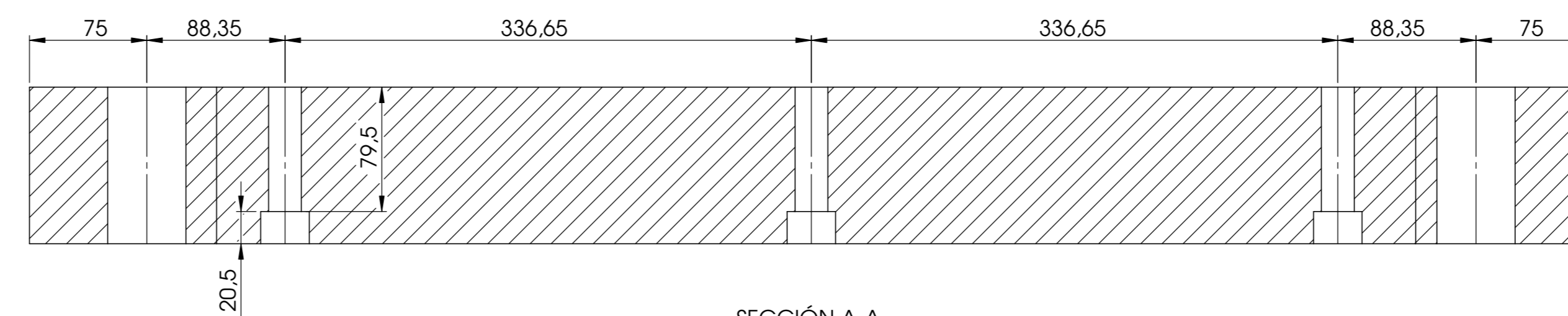
SECCIÓ C-C
ESCALA 1:3



SECCIÓ B-B
ESCALA 1:3

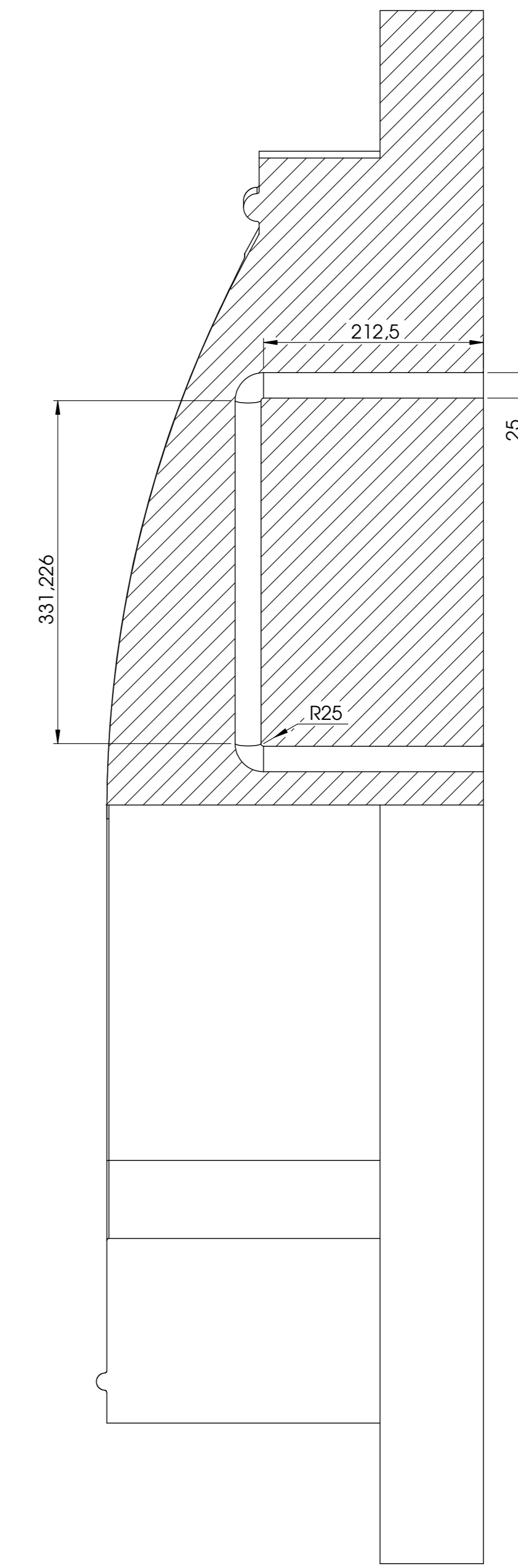
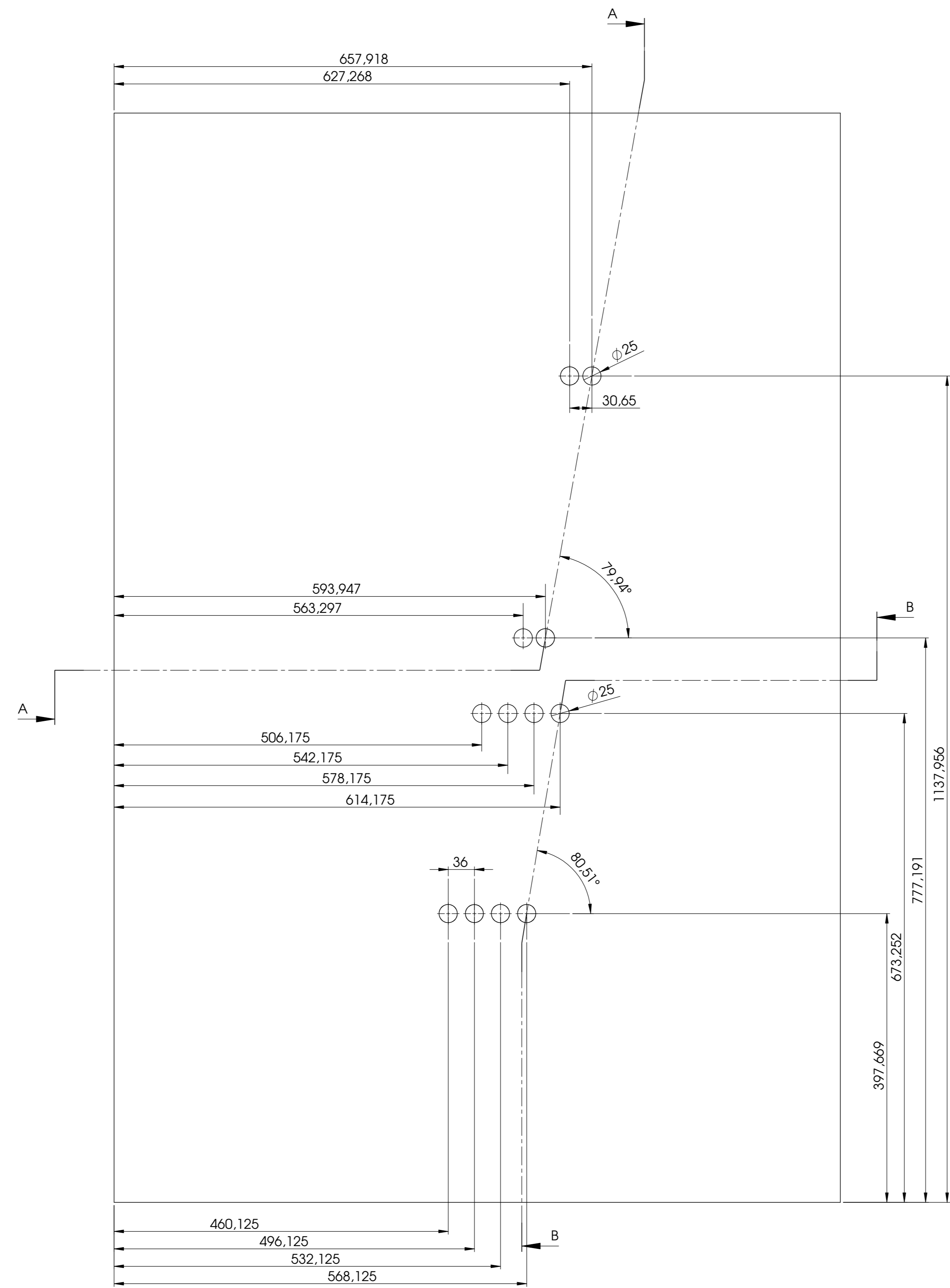
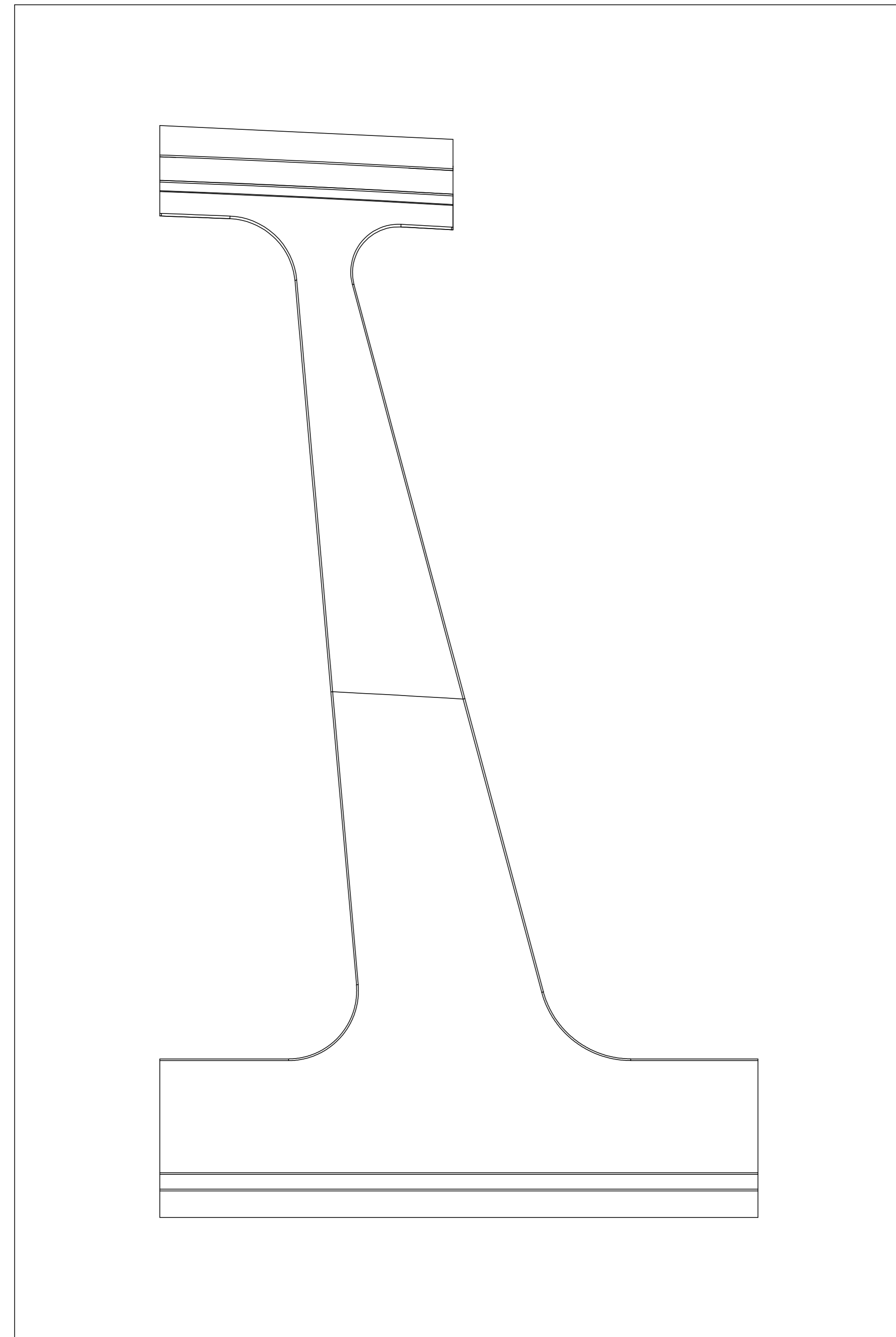


SECCIÓ A-A
ESCALA 1:3

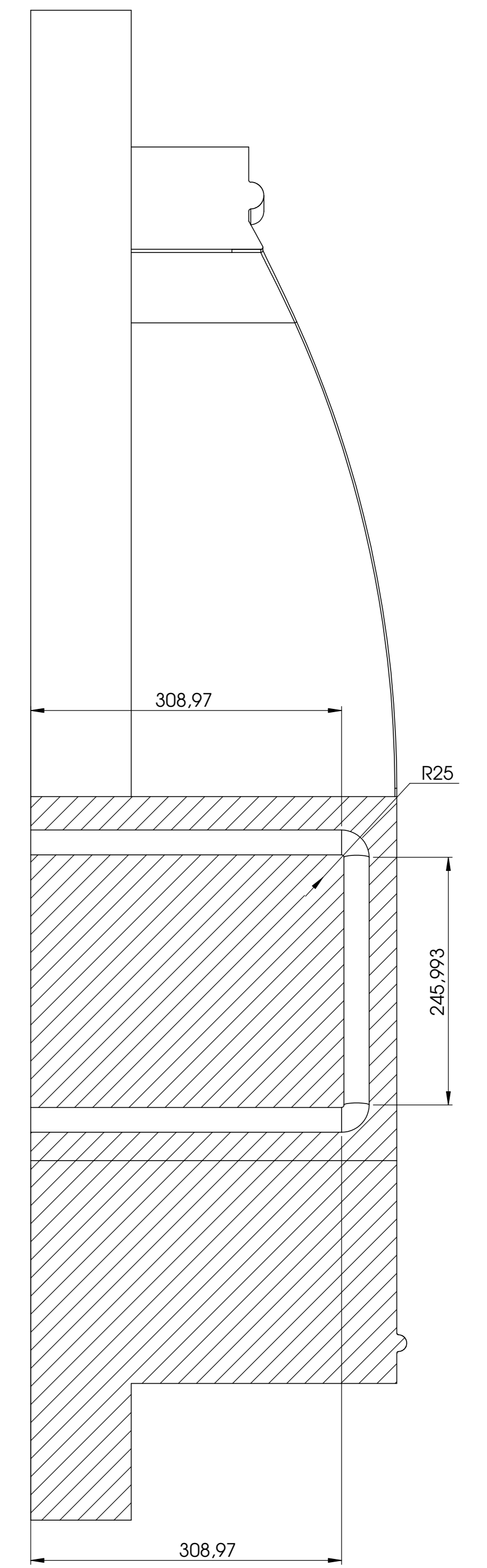


Licencia educacional de SolidWorks
Sólo para uso académico

| | | | |
|---|---------------------------|---------------|---------------------------|
| Designació del Plànol: | PUNXÓ | Nº de Plànol: | 8 |
| Material: | F - 5318 | Tractament: | TREMPAT / REVINGUT |
| Projecte de Final de Carrera: | | Escola: | 1:3 |
| DISSENY D'UNA MATRIU D'EMBOTICIÓ PER A LA FABRICACIÓ DE PECES D'AUTOMÒBIL. | | Format: | DIN A0 |
| Realitzat per: | CARLES SOTERAS VILLALONGA | Data: | 14-06-2012 |
| Revisat per: | MIQUEL SERRA GASOL | Data: | 14-06-2012 |

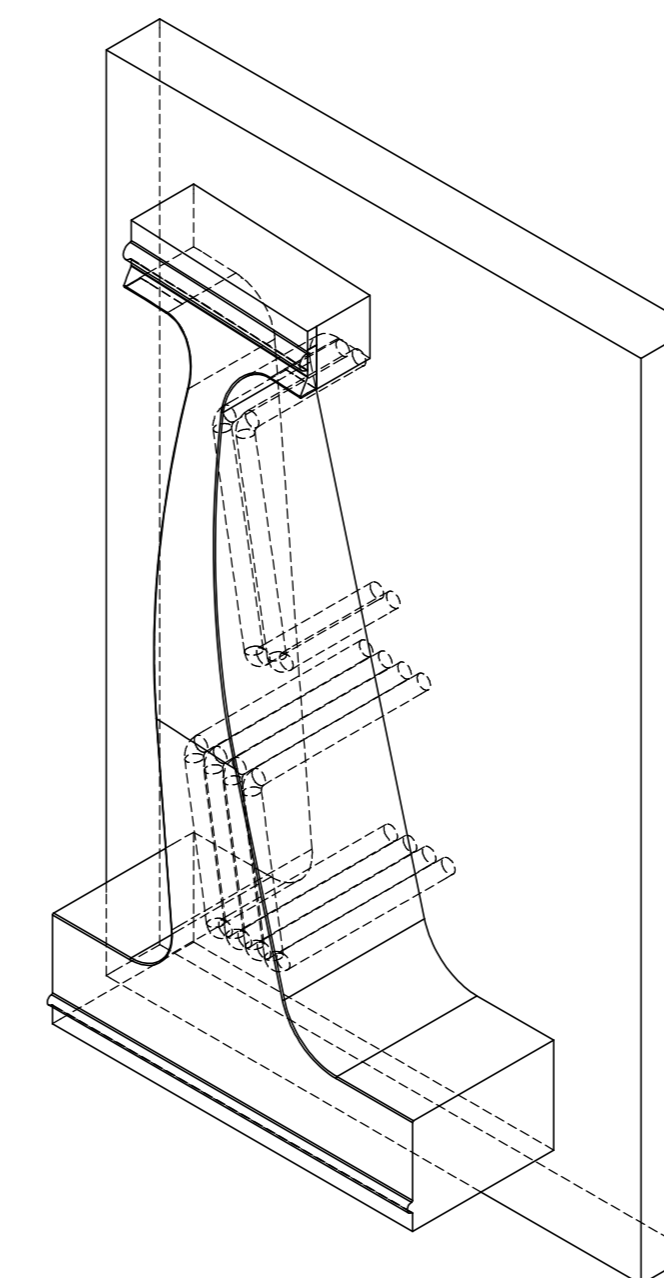


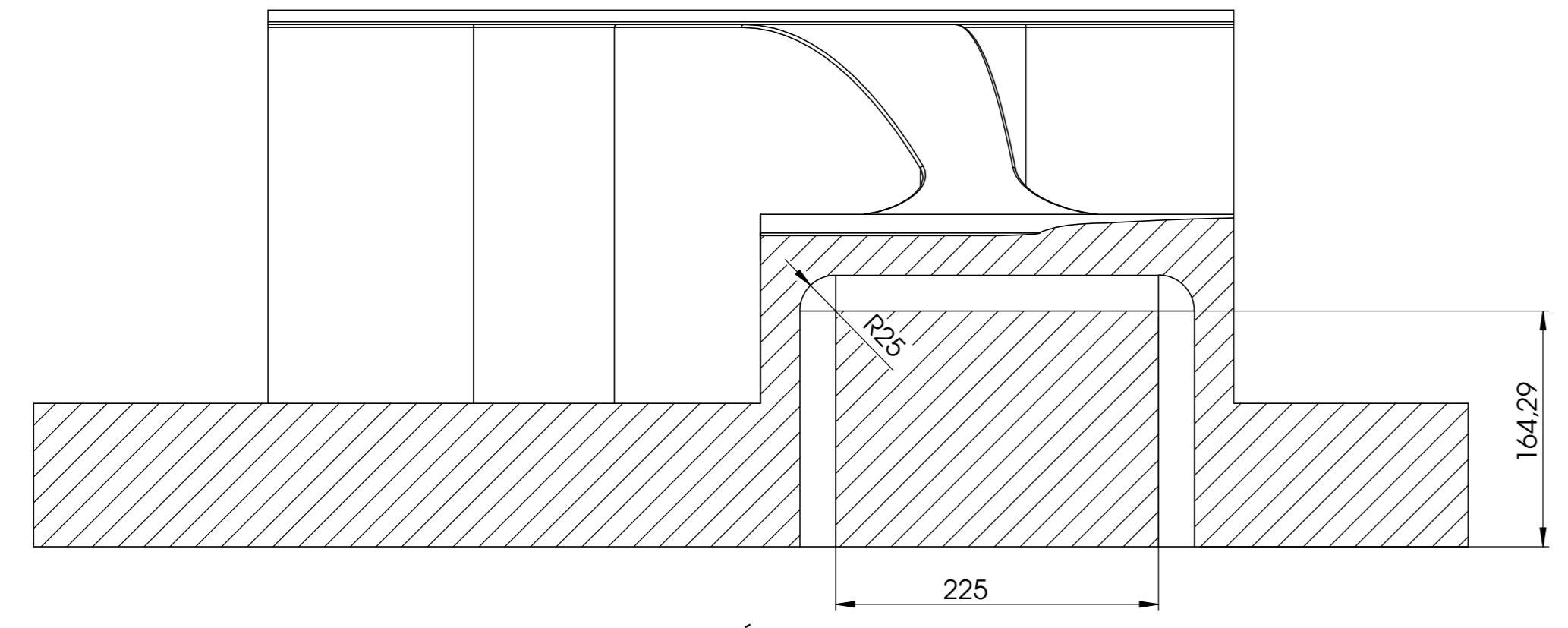
SECCIÓ A-A
ESCALA 1 : 4



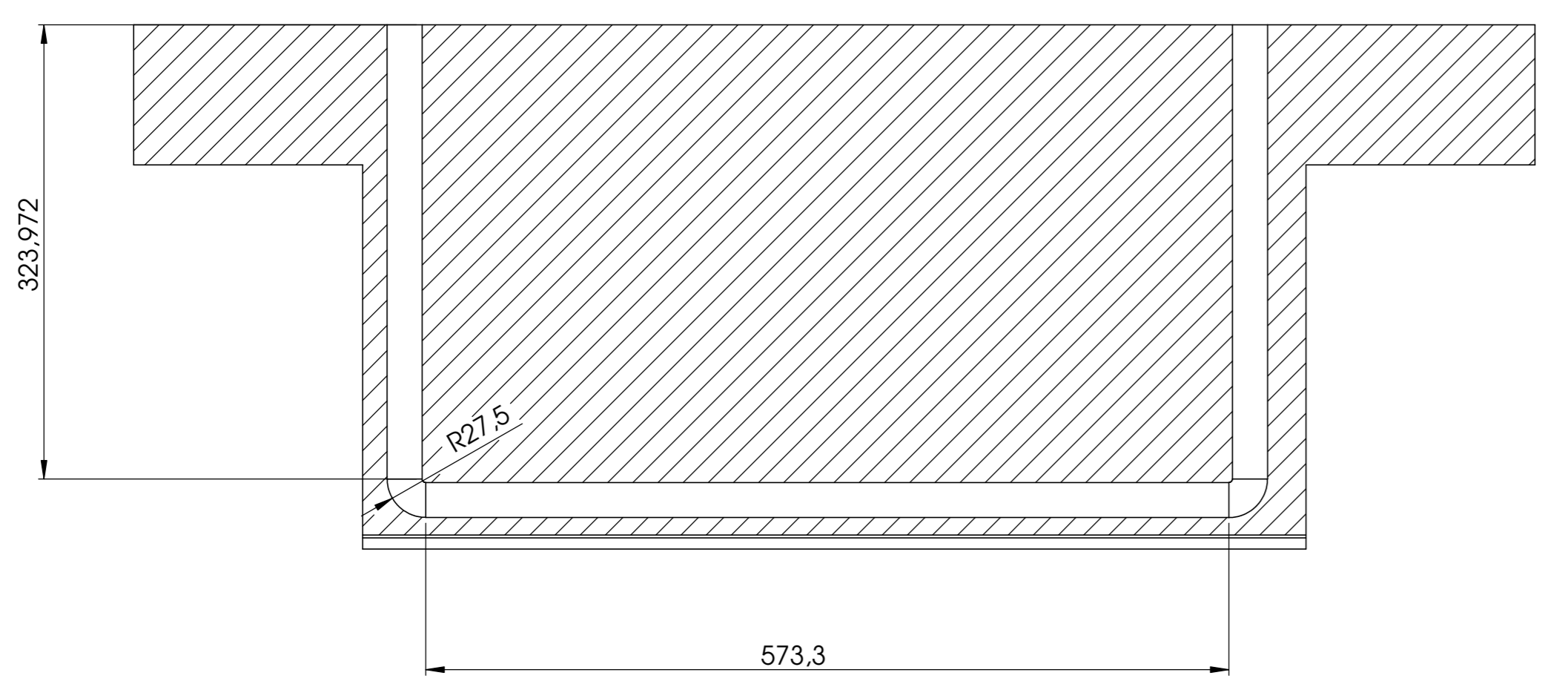
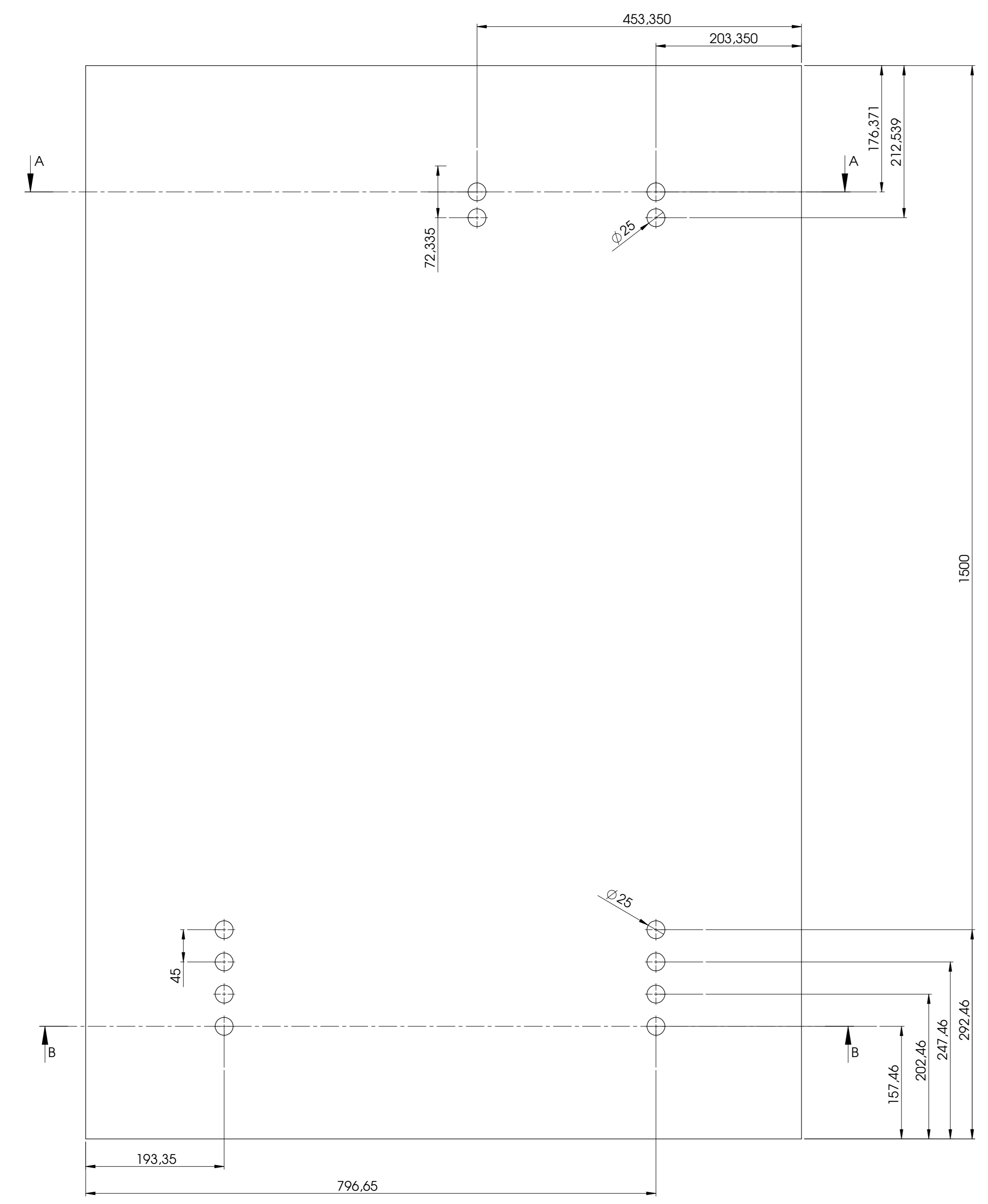
SECCIÓ B-B
ESCALA 1 : 4

N8

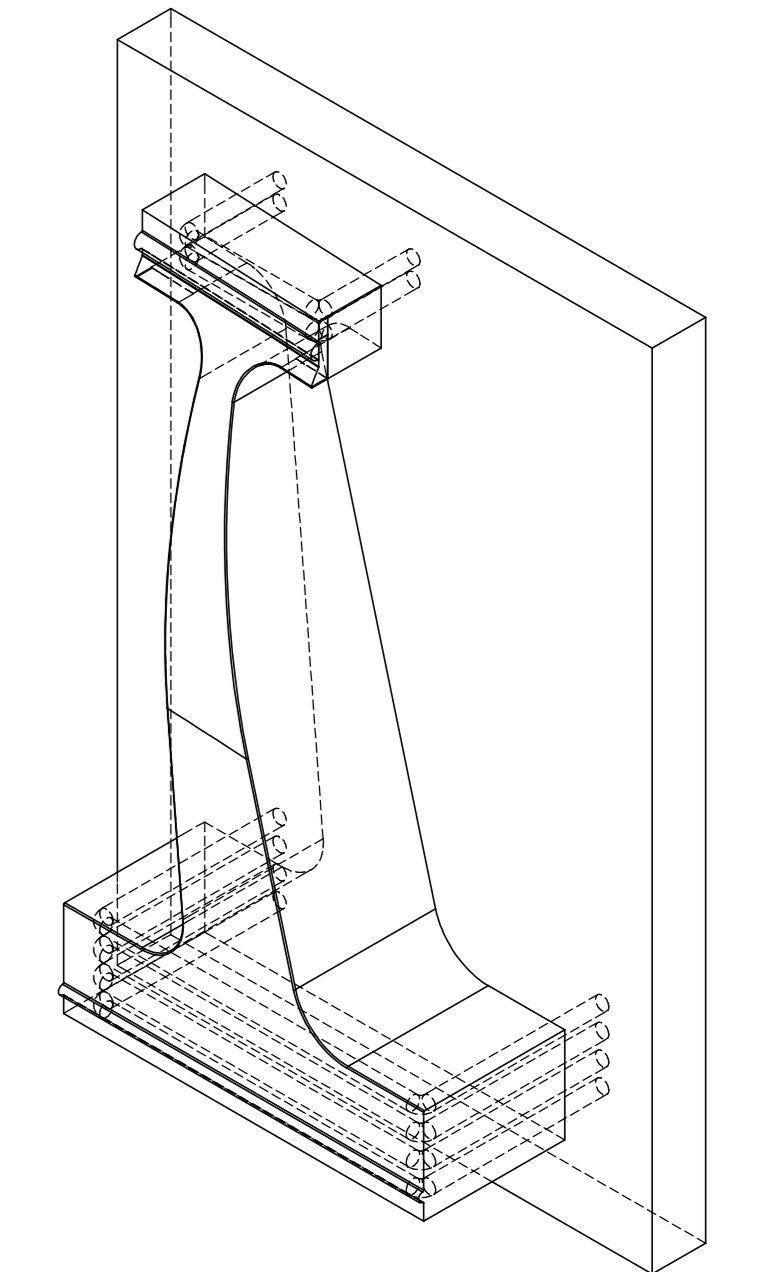
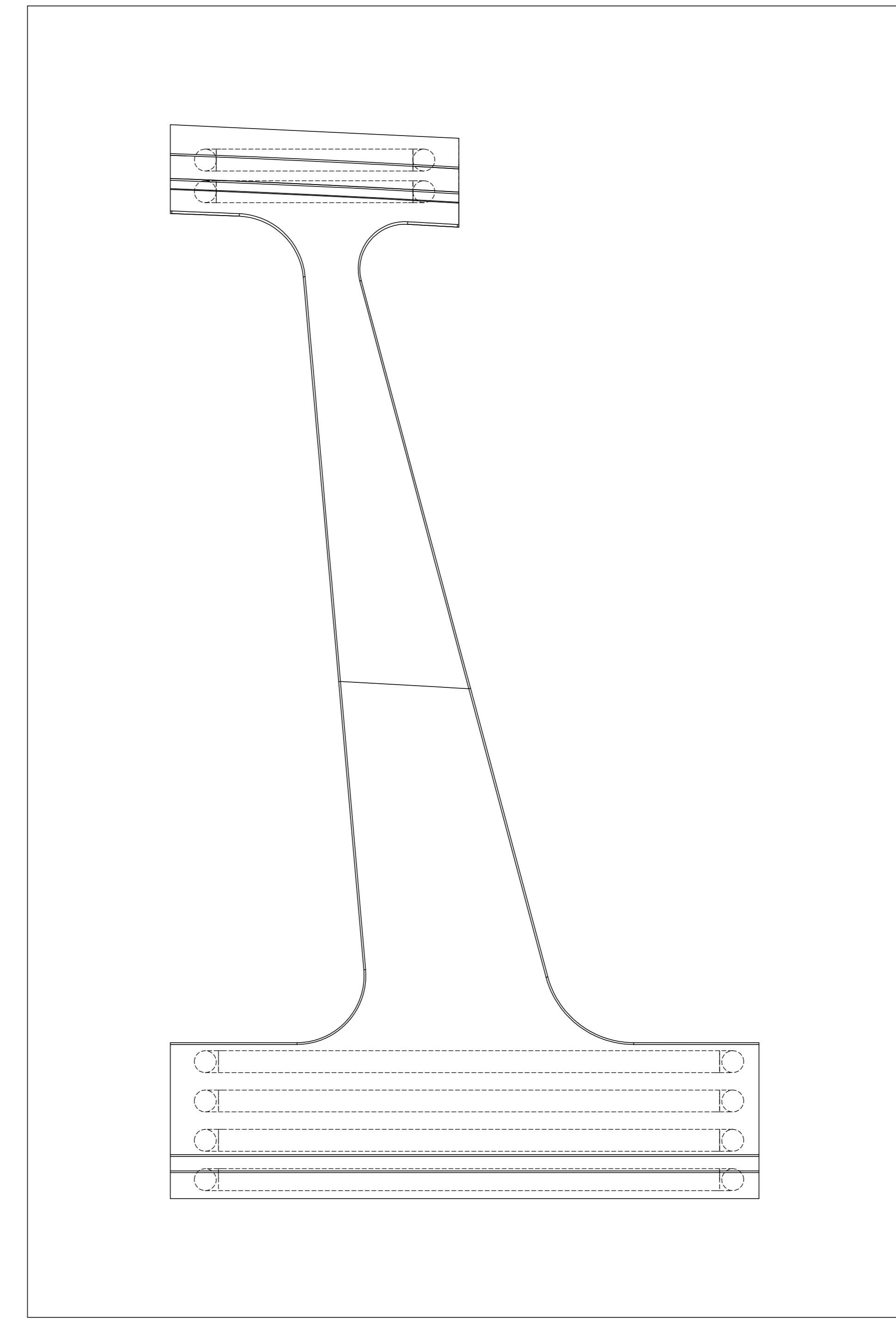
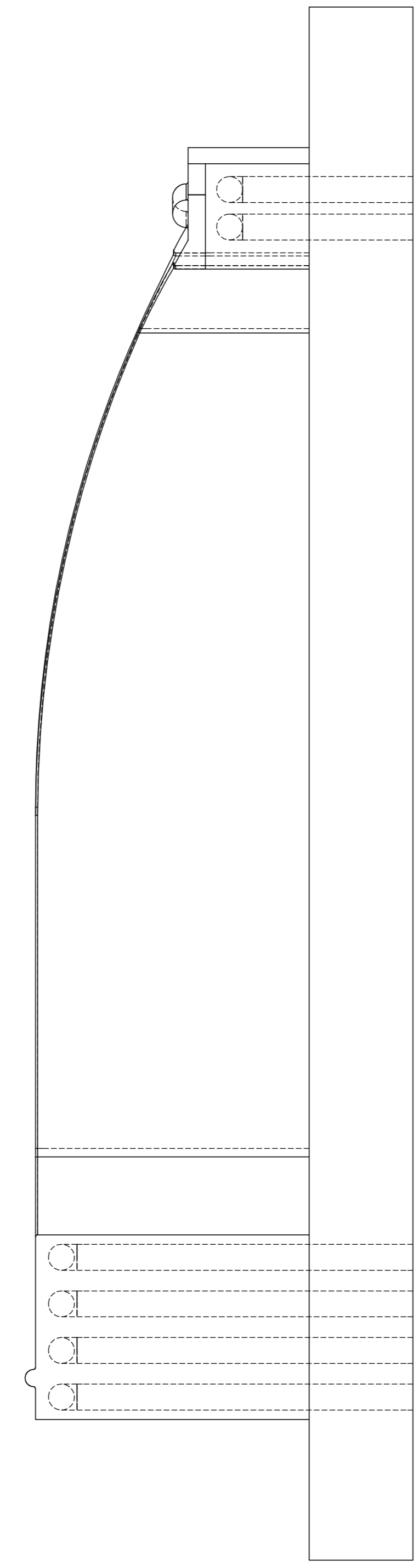




SECCIÓ A-A
ESCALA 1:4



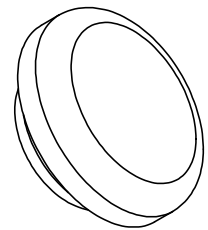
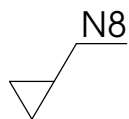
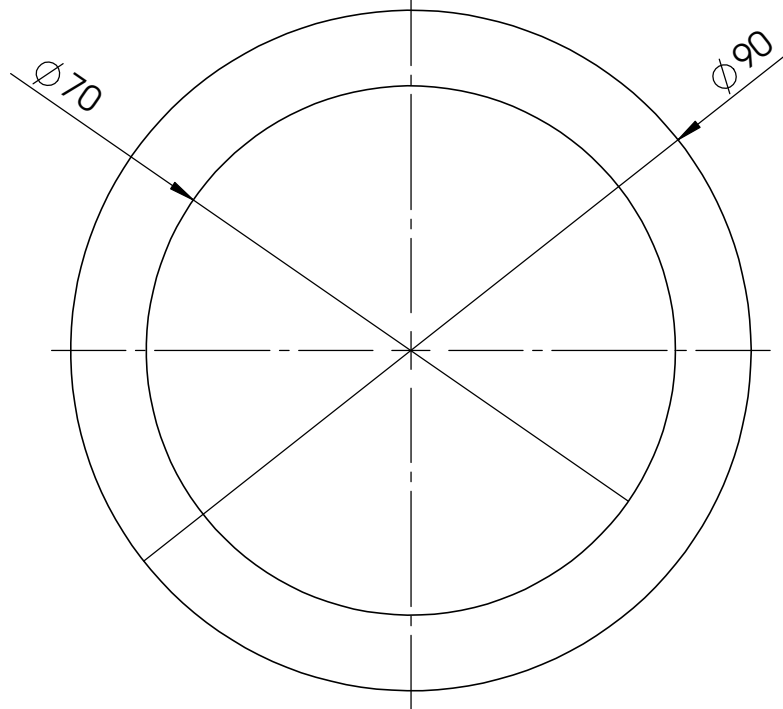
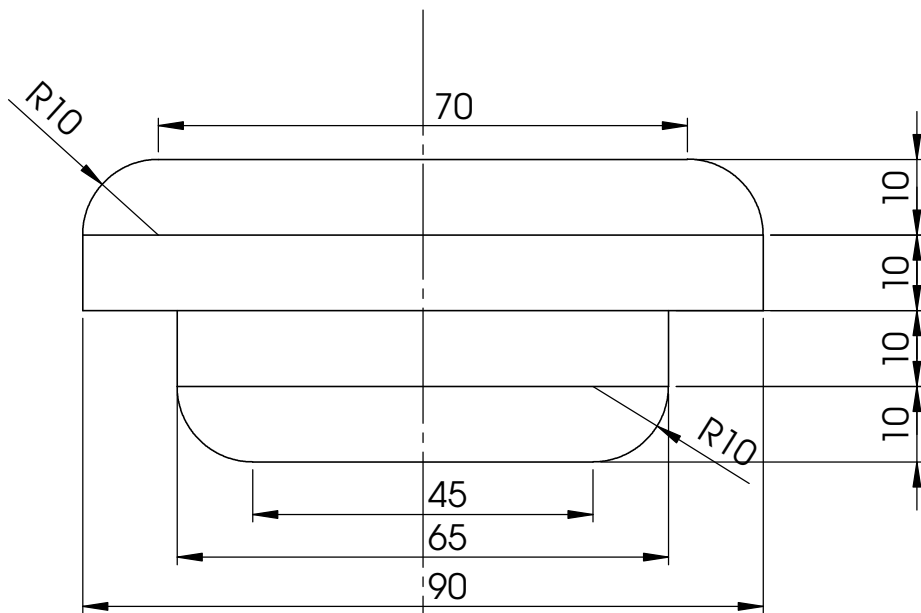
SECCIÓ B-B
ESCALA 1:4



N8

Licencia educacional de SolidWorks
Sólo para uso académico

| | | | | | |
|---|---------------------------|---------------------------------------|--------------------|---------------|-------|
| Designació del Plànol: | | CIRCUIT DE REFRIGERACIÓ DEL PUNXÓ (2) | | Nº de Plànol: | 10 |
| Material: | F - 5318 | Tractament: | TREMPAT / REVINGUT | Escala: | 1 : 4 |
| Projecte de Final de Carrera: | | | | Format: | |
| DISSENY D'UNA MATRIU D'EMBOTICIÓ PER A LA FABRICACIÓ DE PECES D'AUTOMÒBIL | | | | | |
| Realitzat per: | CARLES SOTERAS VILLALONGA | Data: | 14-06-2012 | | |
| Revisat per: | MIQUEL SERRA GASOL | Data: | 14-06-2012 | | |



Designació del Plànol :

TAPA DE MOLLA

Nº de Plànol :

11

Material :

F - 1120

Tractament :

Escala :

1 : 1

Format :

DIN A4

Projecte de Final de Carrera :

DISSENY D'UNA MATRIU D'EMBOTICIÓ PER A LA FABRICACIÓ DE PECES D'AUTOMÒBIL

Realitzat per : **CARLES SOTERAS VILLALONGA**

Data : **14 - 06 - 2012**

Revisat per : **MIQUEL SERRA GASOL**

Data : **14 - 06 - 2012**

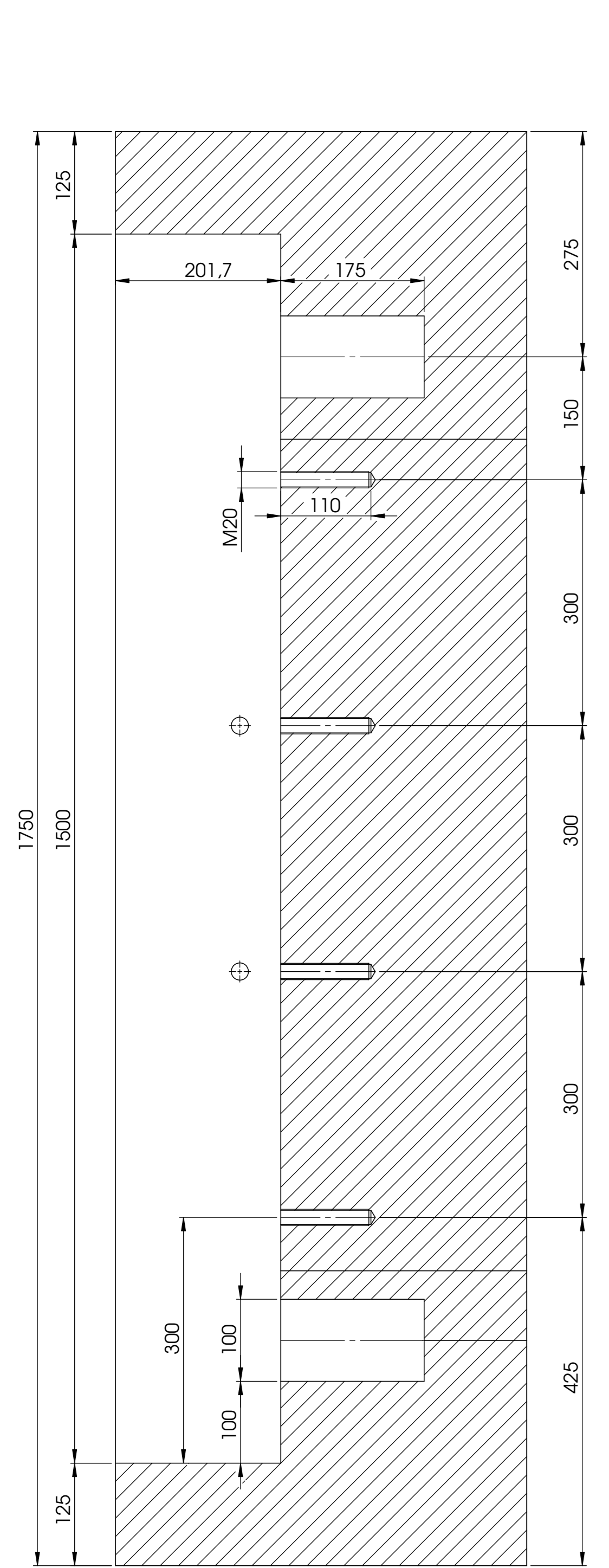


Escola Universitària d'Enginyeria
Tècnica Industrial de Barcelona
Consorci Escola Industrial de Barcelona

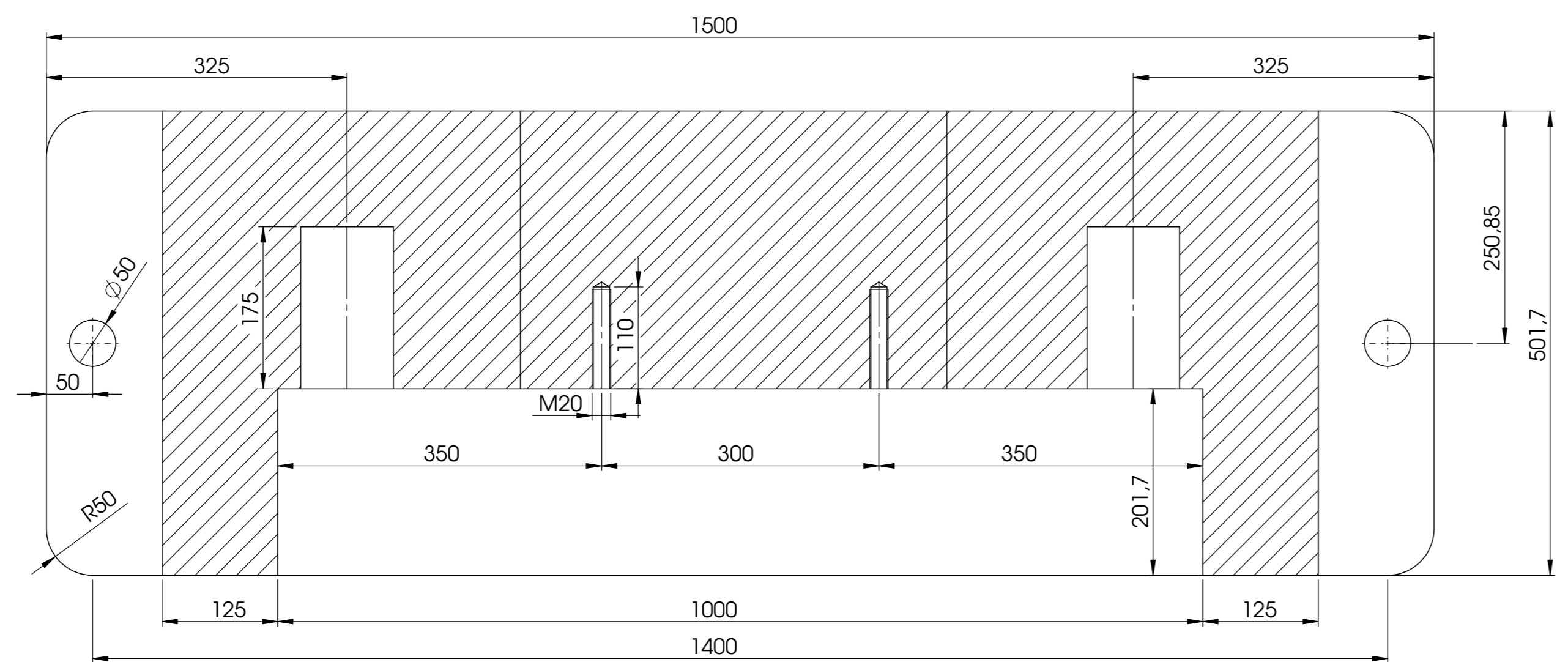
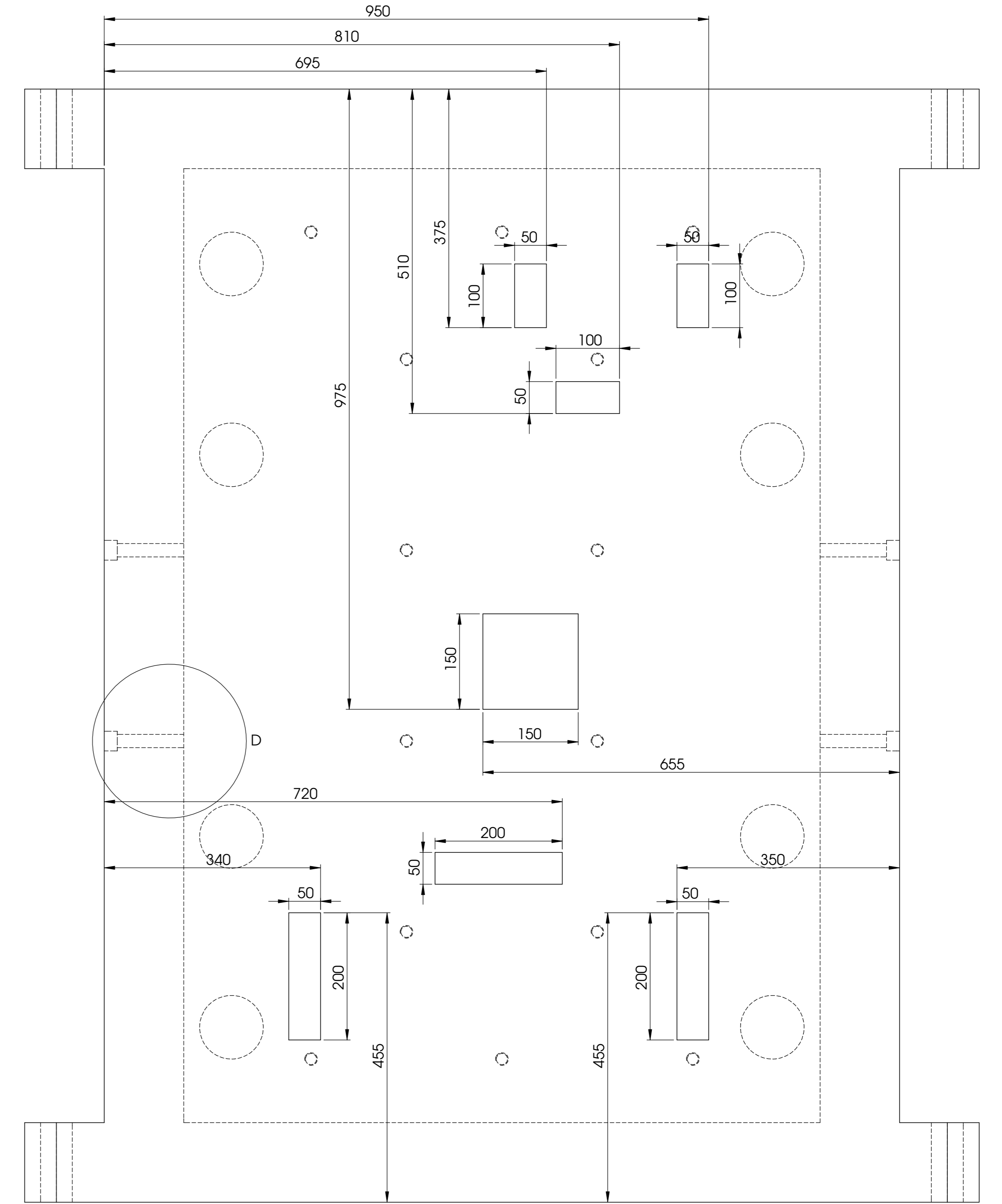
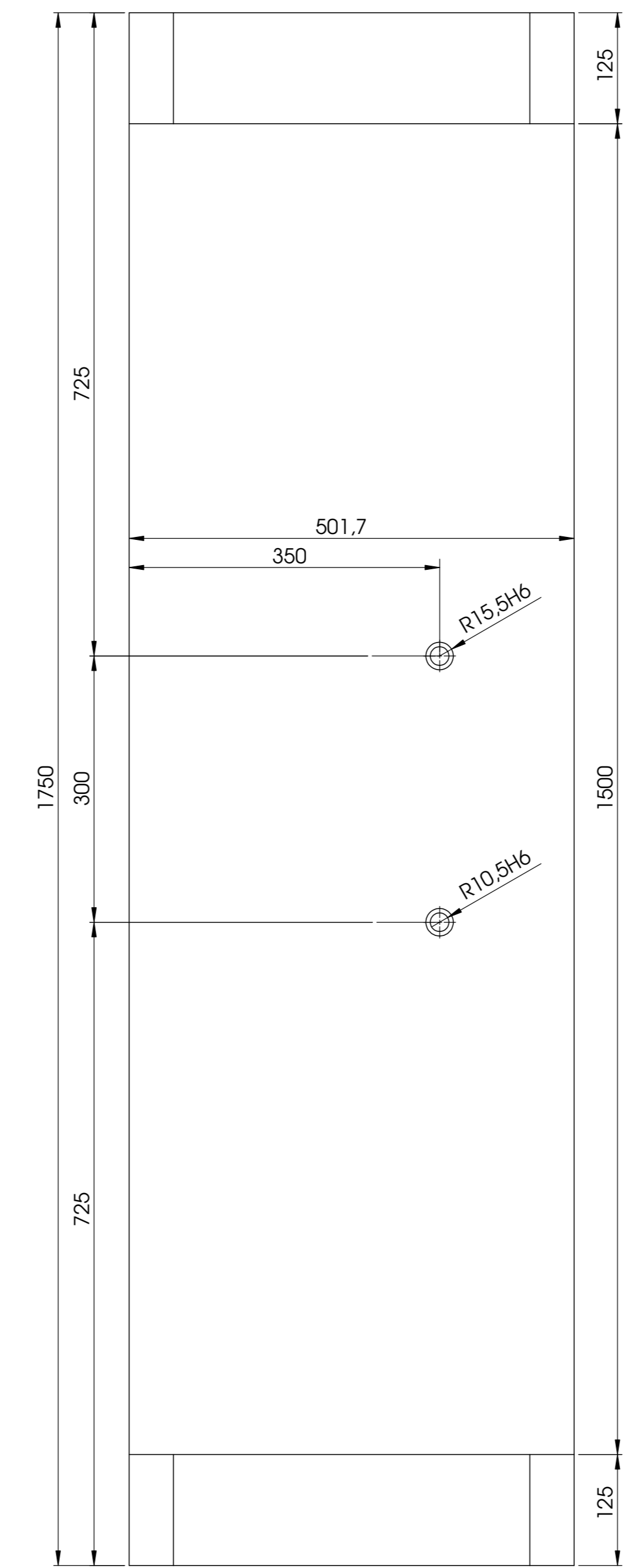
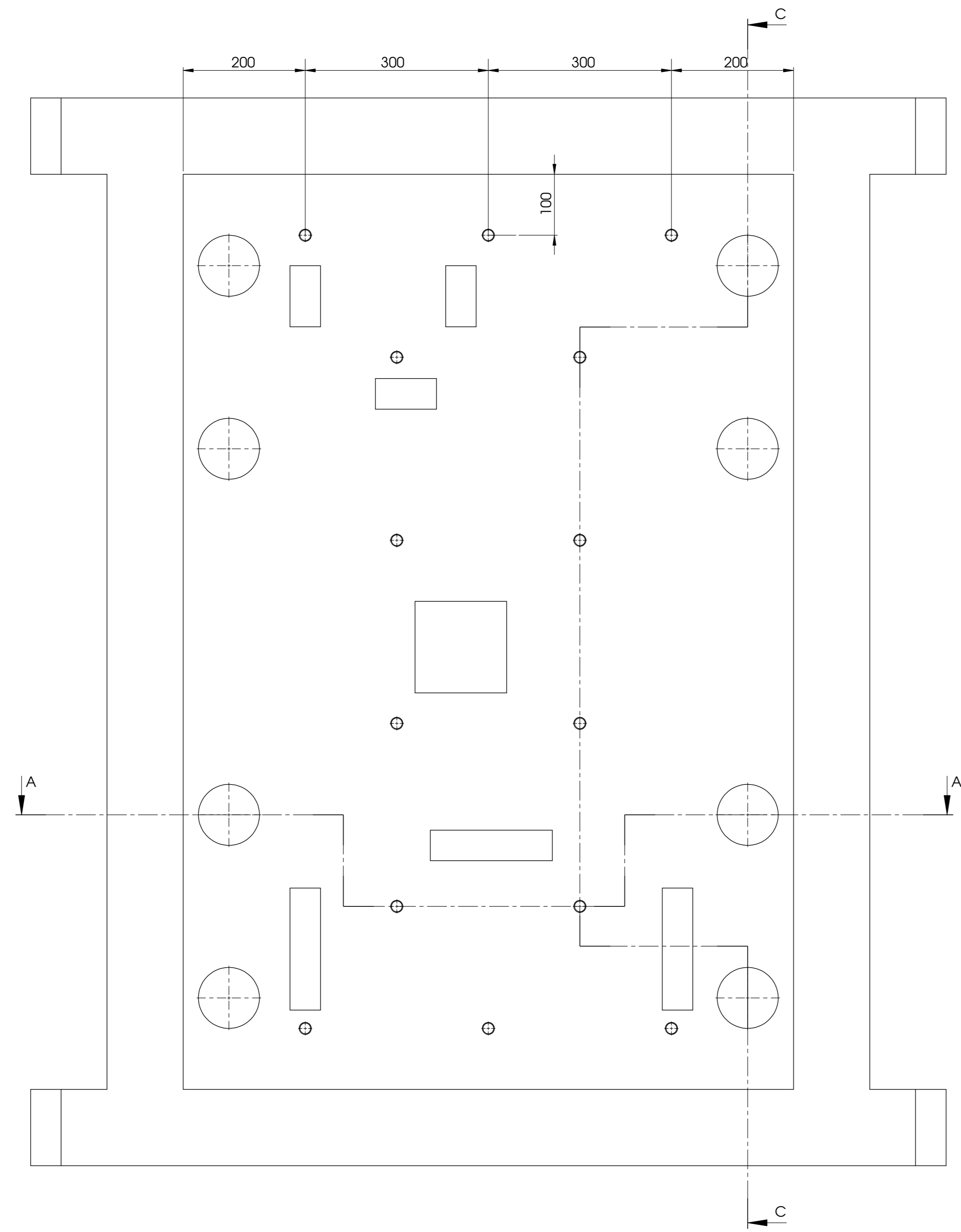
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

**Licencia educacional de SolidWorks
Sólo para uso académico**

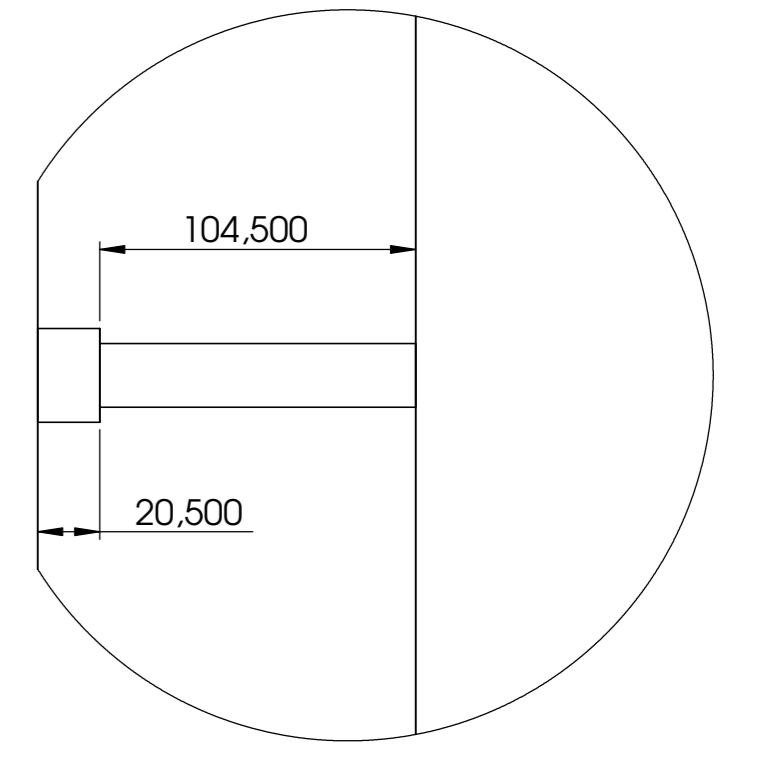
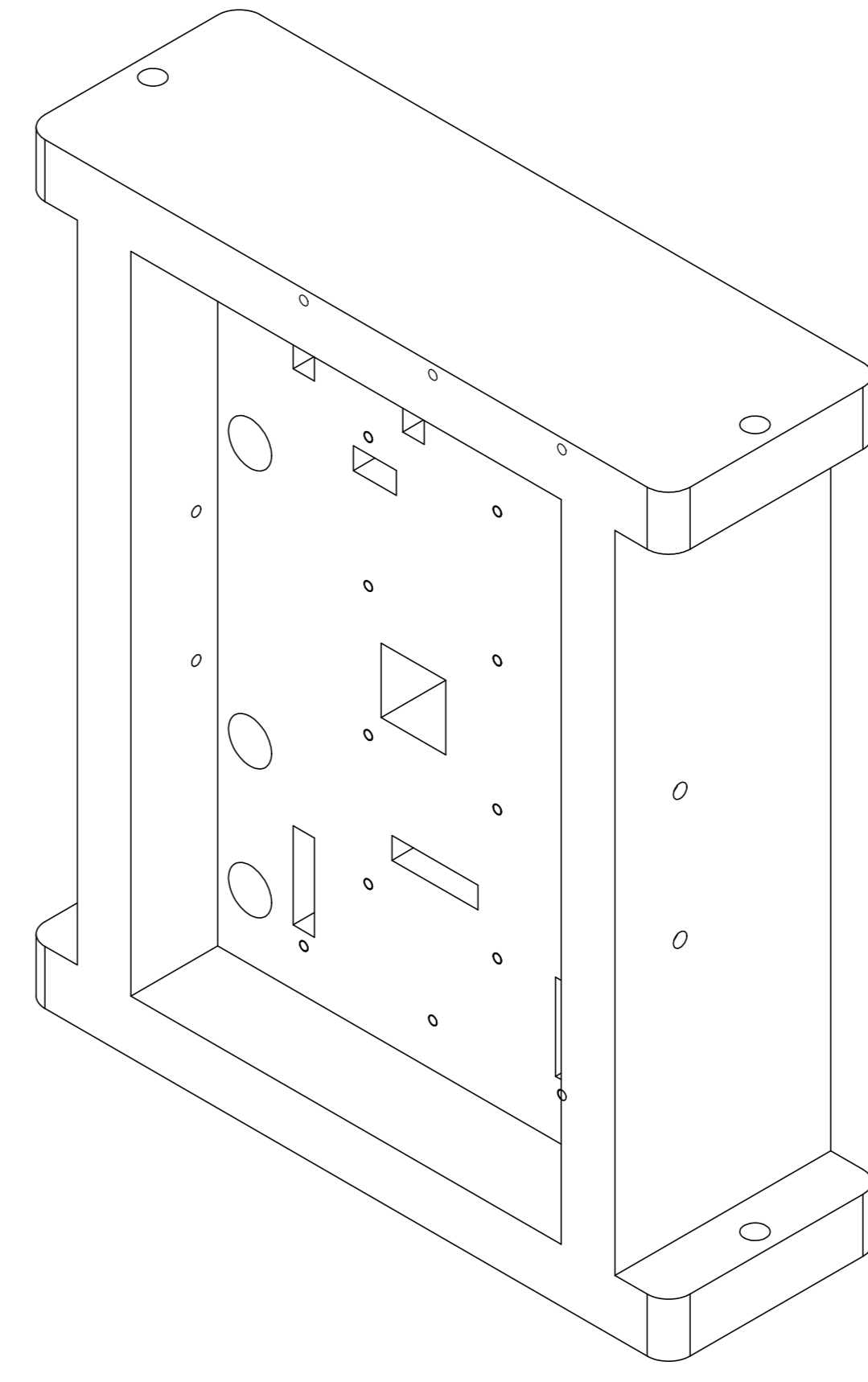
N8 (N6)



SECCIÓ C-C



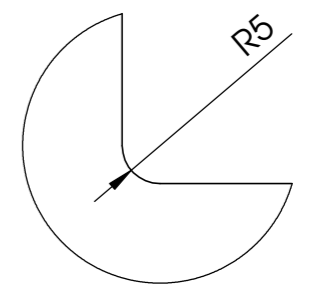
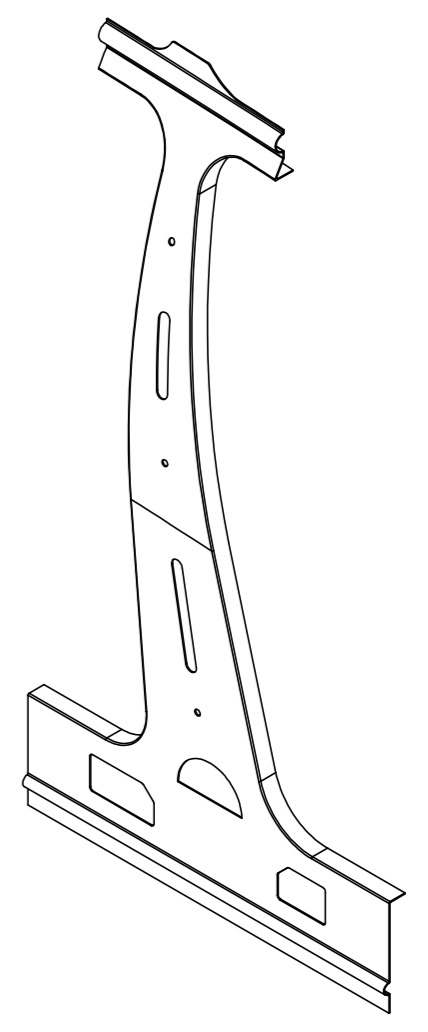
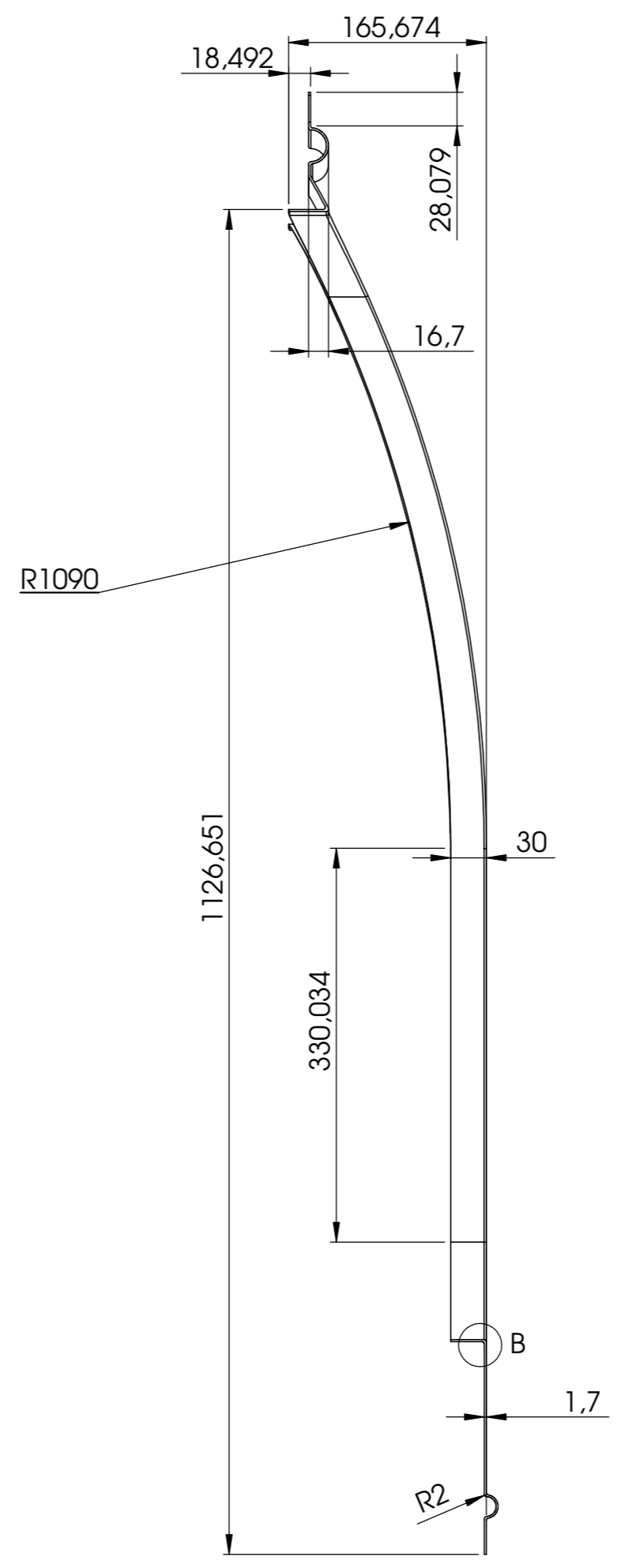
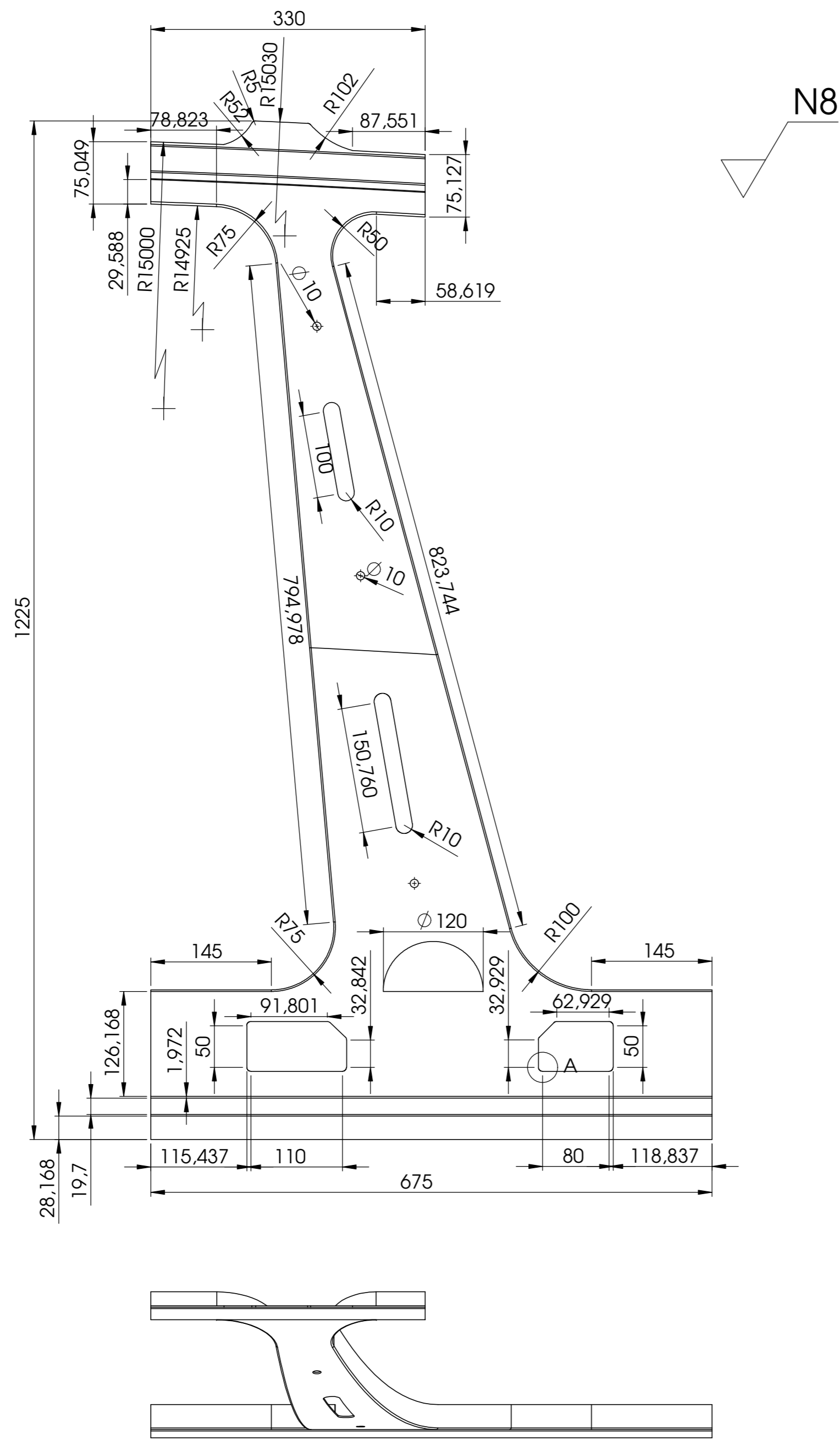
SECCIÓ A-A



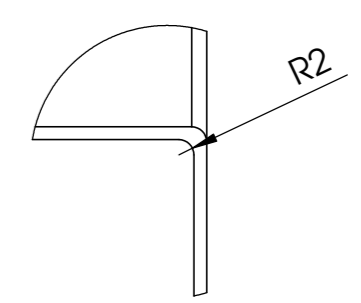
DETALLE D
ESCALA 2:5

Licencia educacional de SolidWorks
Sólo para uso académico

| | | | |
|---|----------------------------|---------------|---------------|
| Designació del Plànol: | PLACA PORTA - PUNXÓ | Nº de Plànol: | 12 |
| Material: | F - 1140 | Tractament: | |
| Projecte de Final de Carrera: | | Escala: | 1 : 5 |
| DISSENY D'UNA MATRIU D'EMBOTICIÓ PER A LA FABRICACIÓ DE PECES D'AUTOMÒBIL. | | Format: | DIN A0 |
| Realitzat per: | CARLES SOTERAS VILLALONGA | Data: | 14-06-2012 |
| Revisat per: | MIQUEL SERRA GASOL | Data: | 14-06-2012 |

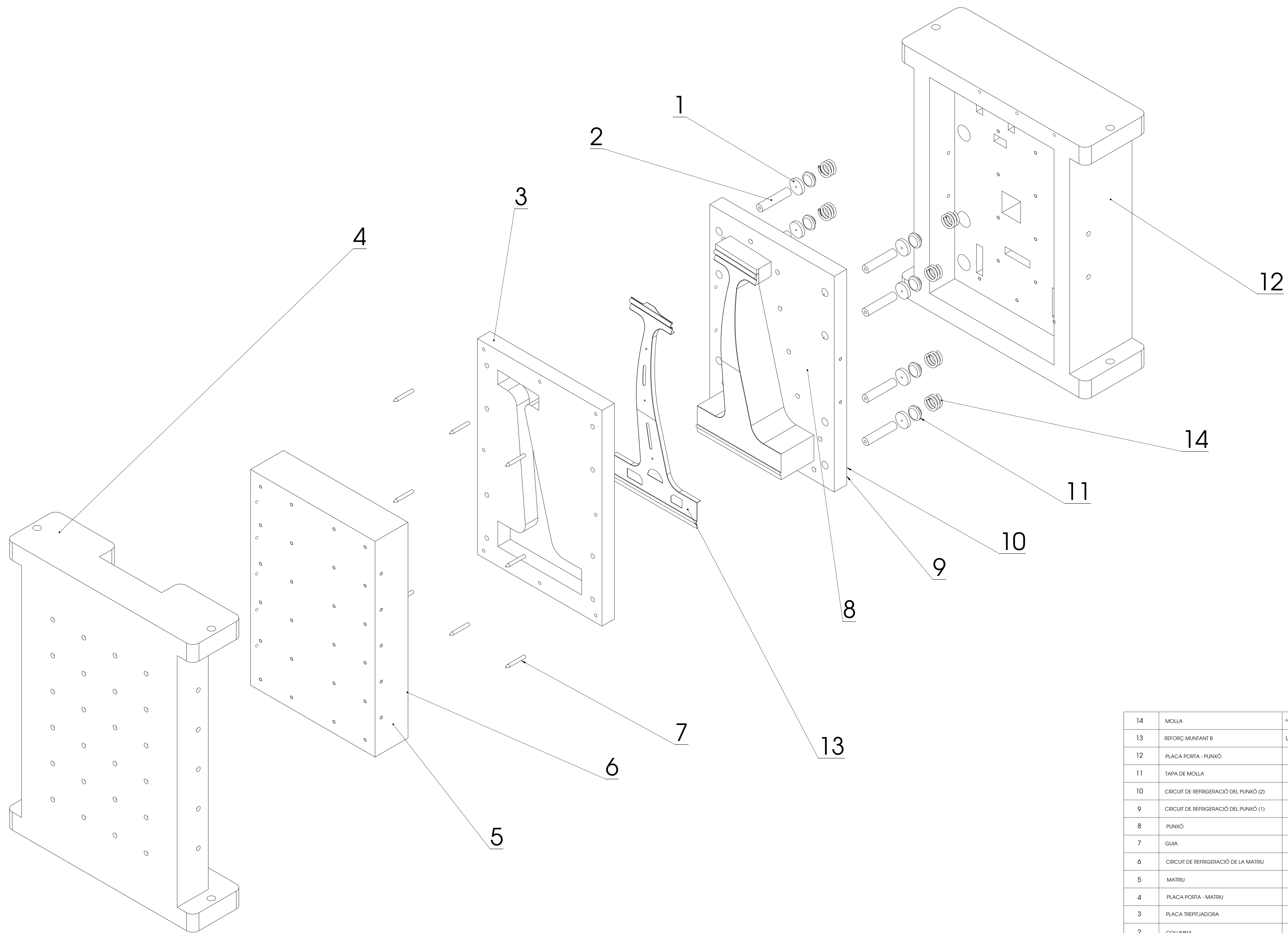


DETALLE A
ESCALA 1 : 1



DETALLE B
ESCALA 1 : 1

| | | |
|---|------------------------------|--------------------------|
| Designació del Plànol : REFORÇ MUNTANT B | | Nº de Plànol : 13 |
| Material : USIBOR 1500 P | Tractament : TREMPAT | Escala : 1 : 5 |
| Projecte de Final de Carrera : DISSENY D'UNA MATRIU D'EMBOTICIÓ PER A LA FABRICACIÓ DE PECES D'AUTOMÒBIL | | Format : DIN A2 |
| Realitzat per : CARLES SOTERAS VILLALONGA | Data : 14 - 06 - 2012 | |
| Revisat per : MIQUEL SERRA GASOL | Data : 14 - 06 - 2012 | |



| | | | | |
|--|---------------------------------------|-------------------------|-----------------|------------------|
| 14 | MOLLA | Acer al Crom - Vanadi | 8 | |
| 13 | REFORÇ MUNTANT B | Usibor 1500 P | 1 | 13 |
| 12 | PLACA PORTA - PUNXÓ | F - 1140 | 1 | 12 |
| 11 | TAPA DE MOLLA | F - 1120 | 8 | 11 |
| 10 | CIRCUIT DE REFRIGERACIÓ DEL PUNXÓ (2) | F - 5318 | 1 | 10 |
| 9 | CIRCUIT DE REFRIGERACIÓ DEL PUNXÓ (1) | F - 5318 | 1 | 9 |
| 8 | PUNXÓ | F - 5318 | 1 | 8 |
| 7 | GUIA | F - 1140 | 8 | 7 |
| 6 | CIRCUIT DE REFRIGERACIÓ DE LA MATRIU | F - 5318 | 1 | 6 |
| 5 | MATRIU | F - 5318 | 1 | 5 |
| 4 | PLACA PORTA - MATRIU | F - 1140 | 1 | 4 |
| 3 | PLACA TREPIJADORA | F - 5318 | 1 | 3 |
| 2 | COLUMNNA | F - 1140 | 8 | 2 |
| 1 | DISC | F - 1120 | 8 | 1 |
| MARCA | DENOMINACIÓ | MATERIAL | Nº PECES | Nº PLÀNOL |
| Designació del Plànol: VISTA EXPLOSIONADA | | Nº de Plànol: 14 | | |
| Material: | Tractament: | Escala: 1 : 8 | | |
| | | Format: DIN - AO | | |
| Projecte de final de Carrera: | | | | |
| DISSENY D'UNA MATRIU D'EMBOTICIÓ PER A LA FABRICACIÓ DE PECES D'AUTOMÒBIL | | | | |
| Realitzat per: CARLES SOTERAS VILLALONGA | Data: 14-06-2012 | | | |
| Revisat per: MIQUEL SERRA GASOL | Data: 14-06-2012 | | | |



Escola Universitària d'Enginyeria
Tècnica Industrial de Barcelona
Consorci Escola Industrial de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Pressupost



"DISSENY D'UNA MATRIU D'EMBOTICIÓ PER A LA FABRICACIÓ DE PECES D'AUTOMÒBIL"

PFC presentat per optar al títol d'Enginyeria Tècnica
Industrial especialitat MECÀNICA
per **Carles Soteras Villalonga**

Barcelona, 14 de Juny de 2012

Director: Miquel Serra Gasol
Departament de Mecànica (EM)
Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)

ÍNDIX

| | |
|--|----------|
| CAPÍTOL 1: OBJECTE I PARTS DEL PRESSUPOST | 1 |
| 1.1 Objecte | 1 |
| 1.2 Parts del pressupost | 1 |
| CAPÍTOL 2: DESPESES D'ENGINYERIA | 2 |
| 2.1 Introducció | 2 |
| 2.2 Detall de les despeses | 2 |
| CAPÍTOL 3: DESPESES DE MATERIALS..... | 3 |
| 3.1 Introducció | 3 |
| 3.2 Detall de les despeses | 3 |
| CAPÍTOL 4: DESPESES DE FABRICACIÓ | 4 |
| 4.1 Introducció | 4 |
| 4.2 Placa porta – punxons..... | 5 |
| 4.3 Placa porta – matriu..... | 5 |
| 4.4 Punxó..... | 5 |
| 4.5 Matriu..... | 5 |
| 4.6 Trepitjador..... | 5 |
| 4.7 Discs..... | 6 |
| 4.8 Tapes molles..... | 6 |
| 4.9 Columnes..... | 6 |
| 4.10 Guies..... | 6 |
| 4.11 Cost total de fabricació..... | 6 |
| CAPÍTOL 5: DESPESES DE MUNTATGE I AJUSTAMENTS | 7 |
| 5.1 Introducció | 7 |
| 5.2 Detall de les despeses | 7 |

| | |
|--|-----------|
| CAPÍTOL 6: DESPESES DE TRACTAMENTS TÈRMICS | 8 |
| 6.1 Introducció | 8 |
| 6.2 Despeses de tractaments tèrmics | 8 |
| CAPÍTOL 7: DESPESES D'ELEMENTS NORMALITZATS | 9 |
| 7.1 Introducció | 9 |
| 7.2 Despeses d'elements normalitzats..... | 9 |
| CAPÍTOL 8: COST TOTAL DEL PROJECTE | 10 |
| 8.1 Introducció | 10 |
| 8.2 Cost total del projecte..... | 10 |

CAPÍTOL 1: OBJECTE I PARTS DEL PRESSUPOST

1.1 Objecte

L'objectiu és fixar les condicions d'execució del projecte, determinant el cost de cada una de les parts que el componen, especificant els treballs, els materials i els preus, amb la finalitat de trobar l'equilibri entre una solució tècnica, la tecnologia utilitzada i les despeses a generar.

Atès que l'objectiu principal del projecte és dissenyar la matriu d'embotició i les diferents peces que la componen, el pressupost d'aquest projecte es centrarà, única i exclusivament, en aquesta part.

1.2 Parts del pressupost

El pressupost pretén expressar de forma ràpida i clara la totalitat de les parts que el componen, facilitar la medició i valoració de les parts realitzades, així com la determinació dels materials a emprar, la ma d'obra i la maquinària necessària per a la realització del projecte. Es desglossarà en els següents apartats:

- *Despeses d'enginyeria*
- *Despeses de materials*
- *Despeses de fabricació*
- *Despeses d'ajustaments i muntatge*
- *Despeses de tractaments tèrmics*
- *Despeses d'elements normalitzats*

CAPÍTOL 2: DESPESES D'ENGINYERIA

2.1 Introducció

El temps que es considera per a comptabilitzar les despeses d'enginyeria és el sumatori de la duració dels processos de disseny i càlcul.

2.2 Detall de les despeses

| CONCEPTE | Nº D'HORES | PREU / HORA [€] | SUBTOTAL [€] |
|----------------------------------|------------|-----------------|------------------|
| Estudi de la peça i del material | 40 | 40,00 | 1.600,00 |
| Disseny de la matriu | 120 | 40,00 | 4.800,00 |
| Confecció de plànols | 120 | 40,00 | 4.800,00 |
| Programes CNC pel mecanitzat | 80 | 40,00 | 3.200,00 |
| TOTAL [€] | | | 14.400,00 |

CAPÍTOL 3: DESPESES DE MATERIALS

3.1 Introducció

En aquest apartat es calcula el cost, en pes, del material a utilitzar en totes i cada una de les peces que conformen la matriu. Tanmateix, cal puntualitzar que per a calcular la massa del material es fa servir la següent formulació:

$$m = \rho \cdot v$$

Essent :

$m = \text{massa de l'acer [kg]}$

$\rho = \text{densitat de l'acer [kg/mm}^3\text{]} = 8 \cdot 10^{-6} \text{ kg/mm}^3$

$v = \text{volum}$

$[\text{mm}^3]$

3.2 Detall de les despeses

| ELEMENT | DIMENSIONS EN BRUT [mm] | VOLUM [mm ³] | PES [kg] | MATERIAL | UNITATS | COST [€/kg] | SUBTOTAL [€] |
|--------------------|----------------------------|--------------------------|-------------|----------|---------|----------------|-----------------|
| Porta – punxó | 1750 x 1500 x 502 | 1317750000 | 10542 | F - 1140 | 1 | 1,25 | 13177,50 |
| Porta – matriu | 2000 x 1500 x 400 | 1200000000 | 9600 | F - 1140 | 1 | 1,25 | 12000,00 |
| Matriu | 1500 x 1000 x 280 | 420000000 | 3360 | F - 5318 | 1 | 6,25 | 21000,00 |
| Punxó | 1500 x 1000 x 280 | 420000000 | 3360 | F - 5318 | 1 | 6,25 | 21000,00 |
| Placa trepitjadora | 1500 x 1000 x 100 | 150000000 | 1200 | F - 5318 | 1 | 6,25 | 7500,00 |
| Disc | Ø 100 x 20 | 157080 | 1,257 | F - 1120 | 8 | 0,92 | 9,25 |
| Tapa molla | Ø 90 x 40 | 254469 | 2,036 | F - 1120 | 8 | 0,92 | 14,99 |
| Columna | Ø 50 x 230 | 451600 | 3,613 | F - 1140 | 8 | 1,25 | 36,13 |
| Guia | Ø 20 x 150 | 47124 | 0,377 | F - 1140 | 8 | 1,25 | 3,77 |
| TOTAL [€] | | | | | | | 74741,64 |

CAPÍTOL 4: DESPESES DE FABRICACIÓ

4.1 Introducció

En aquest apartat, s'inclouen les despeses relatives al temps de mecanització emprat en la fabricació de cada una de les peces que conformen la matriu:

- *Placa porta – punxons.*
- *Placa porta – matriu.*
- *Punxó.*
- *Matriu.*
- *Placa trepitjadora.*
- *Discs (8 unitats).*
- *Tapes molles (8 unitats).*
- *Columnes (8 unitats).*
- *Guies (8 unitats).*

4.2 Placa porta – punxons

| MÀQUINA - EINA | TEMPS OPERACIÓ [h] | PREU / HORA [€] | SUBTOTAL [€] |
|------------------|--------------------|-----------------|---------------|
| Fresadora | 5 | 40,00 | 200,00 |
| Trepant | 2 | 30,00 | 60,00 |
| Rectificadora | 1 | 45,00 | 45,00 |
| TOTAL [€] | | | 305,00 |

4.3 Placa porta – matriu

| MÀQUINA - EINA | TEMPS OPERACIÓ [h] | PREU / HORA [€] | SUBTOTAL [€] |
|------------------|--------------------|-----------------|---------------|
| Fresadora | 7 | 40,00 | 280,00 |
| Trepant | 2,5 | 30,00 | 75,00 |
| Rectificadora | 1 | 45,00 | 45,00 |
| TOTAL [€] | | | 400,00 |

4.4 Punxó

| MÀQUINA - EINA | TEMPS OPERACIÓ [h] | PREU / HORA [€] | SUBTOTAL [€] |
|----------------------------------|--------------------|-----------------|---------------|
| Fresadora | 5 | 40,00 | 200,00 |
| Trepant | 2 | 30,00 | 60,00 |
| Rectificadora | 2 | 45,00 | 90,00 |
| Construcció circuit refrigeració | 2 | 45,00 | 90,00 |
| TOTAL [€] | | | 440,00 |

4.5 Matriu

| MÀQUINA - EINA | TEMPS OPERACIÓ [h] | PREU / HORA [€] | SUBTOTAL [€] |
|----------------------------------|--------------------|-----------------|---------------|
| Fresadora | 5 | 40,00 | 200,00 |
| Trepant | 3 | 30,00 | 90,00 |
| Rectificadora | 2 | 45,00 | 90,00 |
| Construcció circuit refrigeració | 2 | 45,00 | 90,00 |
| TOTAL [€] | | | 470,00 |

4.6 Placa trepitjadora

| MÀQUINA – EINA | TEMPS OPERACIÓ [h] | PREU / HORA [€] | SUBTOTAL [€] |
|------------------|--------------------|-----------------|---------------|
| Fresadora | 4 | 40,00 | 160,00 |
| Trepant | 1 | 30,00 | 30,00 |
| Rectificadora | 1 | 45,00 | 45,00 |
| TOTAL [€] | | | 235,00 |

4.7 Discs

| MÀQUINA - EINA | TEMPS OPERACIÓ [h] | PREU / HORA [€] | SUBTOTAL [€] |
|------------------|--------------------|-----------------|--------------|
| Torn | 1 | 40,00 | 40,00 |
| Trepant | 1 | 30,00 | 30,00 |
| TOTAL [€] | | | 70,00 |

4.8 Tapes molles

| MÀQUINA - EINA | TEMPS OPERACIÓ [h] | PREU / HORA [€] | SUBTOTAL [€] |
|------------------|--------------------|-----------------|--------------|
| Torn | 2 | 40,00 | 80,00 |
| TOTAL [€] | | | 80,00 |

4.9 Columnes

| MÀQUINA - EINA | TEMPS OPERACIÓ [h] | PREU / HORA [€] | SUBTOTAL [€] |
|------------------|--------------------|-----------------|--------------|
| Torn | 2 | 40,00 | 80,00 |
| TOTAL [€] | | | 80,00 |

4.10 Guies

| MÀQUINA - EINA | TEMPS OPERACIÓ [h] | PREU / HORA [€] | SUBTOTAL [€] |
|------------------|--------------------|-----------------|--------------|
| Torn | 2 | 40,00 | 80,00 |
| TOTAL [€] | | | 80,00 |

4.11 Cost total de fabricació

| ELEMENT | COST TOTAL [€] |
|-----------------------|-----------------|
| Placa porta – punxons | 305,00 |
| Placa porta – matriu | 400,00 |
| Punxó | 440,00 |
| Matriu | 470,00 |
| Trepitjador | 235,00 |
| Discs | 70,00 |
| Tapes molles | 80,00 |
| Columnes | 80,00 |
| Guies | 80,00 |
| TOTAL [€] | 2.160,00 |

CAPÍTOL 5: DESPESES DE MUNTATGE I AJUSTAMENTS

5.1 Introducció

En aquest capítol es detallen les despeses de muntatge i ajustaments que requereix la matriu abans de ser posada en funcionament. Dins dels ajustaments resten incloses les proves de matriu especificades en el capítol de manteniment.

5.2 Detall de les despeses

| CONCEPTE | HORES | PREU / HORA [€] | TOTAL [€] |
|------------------------|--------------|------------------------|------------------|
| Muntatge i ajustaments | 40 | 35,00 | 1.400,00 |

CAPÍTOL 6: DESPESES DE TRACTAMENTS TÈRMICS

6.1 Introducció

En aquest capítol del pressupost es tenen en compte els tractaments tèrmics (trep i revingut) de tots els elements i parts de la matriu que els requereixen per a ser fabricats.

6.2 Despeses de tractaments tèrmics

| CONCEPTE | TOTAL [€] |
|---------------------|------------------|
| Tractaments tèrmics | 3.000,00 |

CAPÍTOL 7: DESPESES D'ELEMENTS NORMALITZATS

7.1 Introducció

En aquesta part del pressupost resten inclosos tots i cadascun dels elements normalitzats emprats en el muntatge de la matriu (*cargols allen* i *molles*).

7.2 Despeses d'elements normalitzats

| ELEMENTS | UNITATS | PREU UNITARI [€] | SUBTOTAL [€] |
|---|---------|------------------|---------------|
| Cargol DIN 912 M20x200 | 38 | 2,20 | 83,60 |
| Cargol DIN 912 M20x180 | 14 | 1,95 | 23,70 |
| Cargol DIN 912 M20x120 | 4 | 1,70 | 6,80 |
| Cargol DIN 912 M10X60 | 8 | 1,50 | 12,00 |
| Cargol DIN 912 M8X90 | 8 | 1,25 | 10,00 |
| Molles de matriceria de càrrega forta Ø63x152 | 8 | 13,30 | 106,40 |
| TOTAL [€] | | | 242,50 |

CAPÍTOL 8: COST TOTAL DEL PROJECTE

8.1 Introducció

Finalment, i a mode de resum, en aquest apartat del pressupost es veuen reflectits tots els costos i despeses que s'han esmentat anteriorment:

8.2 Cost total del projecte

| CONCEPTE | TOTAL [€] |
|---------------------------------------|-------------------|
| Enginyeria | 12.600,00 |
| Materials | 74741,64 |
| Fabricació | 2.160,00 |
| Muntatge i ajustaments | 1.400,00 |
| Tractaments tèrmics | 3.000,00 |
| Elements normalitzats | 242,50 |
| TOTAL SENSE BENEFICIS [€] | 94.144,14 |
| TOTAL AMB BENEFICIS (+10%) [€] | 103.558,55 |



Escola Universitària d'Enginyeria
Tècnica Industrial de Barcelona
Consorci Escola Industrial de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ANNEX: Catàlegs



"DISSENY D'UNA MATRIU D'EMBOTICIÓ PER A LA FABRICACIÓ DE PECES D'AUTOMÒBIL"

PFC presentat per optar al títol d'Enginyeria Tècnica
Industrial especialitat MECÀNICA
per **Carles Soteras Villalonga**

Barcelona, 14 de Juny de 2012

Director: Miquel Serra Gasol
Departament de Mecànica (EM)
Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)

ÍNDEX

| | |
|-----------------------------------|----------|
| ACERS DE LA MATRIU..... | 1 |
| F-1120 | 1 |
| F-1140 | 1 |
| F-5318 | 2 |
| ELEMENTS NORMALITZATS..... | 3 |
| Molla | 3 |
| Cargol M10 x 60 | 4 |
| Cargol M20 x 120 | 4 |
| Cargol M20 x 180 | 4 |
| Cargol M20 x 200 | 4 |
| Cargol M8 x 80 | 4 |
| PREMSES..... | 5 |
| Premsa hidràulica 300 Tn..... | 5 |



Aceros al carbono

| MARCA | DESIGNACIÓN | | NORMA VIGENTE | C | Si | Mn | P | S | N | Otros | NORMAS NACIONALES | | | CAMPO DE APLICACIÓN | ESTADO DE SUMINISTRO | RESISTENCIA (N/mm ²) EN ESTADO BONIFICADO* | | | | | MARCA | | | |
|---------|-------------|----------|---------------|-------|-------|-------|--------|--------|---|-------|-------------------|----------------|-------------|---------------------|----------------------|--|---------------------|-------------|--------------|---------------|-----------|---------------|---------------|---------|
| | SIMBÓLICA | NÚMÉRICA | | | | | | | | | UNE | AFNOR | DIN | | | AISI/SAE | D ≤ 16 | 16 < D ≤ 40 | 40 < D ≤ 100 | 100 < D ≤ 160 | | 160 < D ≤ 250 | 250 < D ≤ 500 | |
| C25E | C25E | 1.1158 | EN 10083-1 | 0,25 | - | 0,55 | - | - | - | - | - | F112 / F 1120 | XC 25 | Ck 25 | 1025 | Acero al carbono con una buena soldabilidad para piezas de bajo límite elástico (250 - 400 N/mm ²) para el sector marítimo y la construcción de máquinas. Buena capacidad de embutición y plegado. | Bruto de laminación | 550 - 700 | 500 - 650 | - | - | - | - | C25E |
| C35E | C35E | 1.1181 | EN 10083-1 | 0,35 | - | 0,65 | - | - | - | - | - | F113 / F 1130 | XC 32/XC38 | Ck 35 | 1035 / 1038 | Acero al carbono para piezas que requieren un límite elástico de 400 a 500 N/mm ² para el sector marítimo y la construcción de máquinas. Admite la soldadura. | Bruto de laminación | 630 - 780 | 600 - 750 | 550 - 700 | - | - | - | C35E |
| C45E | C45E | 1.1191 | EN 10083-1 | 0,45 | - | 0,65 | - | - | - | - | - | F 114 / F 1140 | XC 45/XC 48 | Ck 45 | 1045 | Acero al carbono de uso general, para piezas con una resistencia media (650 - 800 N/mm ²) en estado bonificado, apto para el temple superficial. | Bruto de laminación | 700 - 850 | 650 - 800 | 630 - 780 | - | - | - | C45E |
| C55E | C55E | 1.1203 | EN 10083-1 | 0,55 | - | 0,75 | - | - | - | - | - | F 115 / F 1150 | XC 55H1 | Ck 55 | 1055 | Para piezas de deben poseer una resistencia de 700 a 900 N/mm ² , para el sector marítimo, la construcción de maquinaria agrícola, permite el temple en aceite en perfiles menores de 15 mm. | Bruto de laminación | 800 - 950 | 750 - 900 | 700 - 850 | - | - | - | C55E |
| C60E | C60E | 1.1221 | EN 10083-1 | 0,60 | - | 0,75 | - | - | - | - | - | - | XC 60 | Ck 60 | 1060 / 1064 | Acero al carbono para piezas para el sector marítimo y la construcción de máquinas con una resistencia de 750 a 950 N/mm ² . Apto para el temple superficial. | Bruto de laminación | 850 - 1000 | 800 - 950 | 750 - 900 | - | - | - | C60E |
| ST 37-2 | S235 JRG2 | 1.0038 | EN 10025 | ≤0,20 | - | ≤1,40 | ≤0,045 | ≤0,009 | - | - | - | F111 / F 1 | E 24 | RSI 37-2 | A 570 Gr 36 | Acero de base no aleado de uso general. Admite la soldadura. | Bruto de laminación | 340 - 470 | 340 - 470 | 340 - 470 | 320 - 470 | 320 - 470 | - | ST 37-2 |
| ST 52-3 | S355 J2G3 | 1.0570 | EN 10025 | ≤0,22 | ≤0,55 | ≤1,60 | ≤0,035 | ≤0,035 | - | - | - | F 112 | E 36 | SI 52-3 | A 572 Gr 50 | Acero de calidad no aleado de uso general, apto para el uso a bajas temperaturas (-20°C). Admite la soldadura. | Bruto de laminación | 490 - 630 | 490 - 630 | 490 - 630 | 450 - 630 | 450 - 630 | - | ST 52-3 |

(*) Resistencia sobre probeta normalizada para los aceros ST 37-2 y ST 52-3.

Aceros de bonificado

| MARCA | DESIGNACIÓN | | NORMA VIGENTE | C | Si | Mn | Cr | Mo | Ni | Otros | NORMAS NACIONALES | | | CAMPO DE APLICACIÓN | ESTADO DE SUMINISTRO | RESISTENCIA (N/mm ²) EN ESTADO BONIFICADO | | | | | MARCA | | | |
|--------------|-------------|----------|---------------|------|----|------|------|------|------|---------|-------------------|-----------------|-----------|---------------------|----------------------|---|---|-------------|--------------|---------------|-------------|---------------|---------------|--------------|
| | SIMBÓLICA | NÚMÉRICA | | | | | | | | | UNE | AFNOR | DIN | | | AISI/SAE | D ≤ 16 | 16 < D ≤ 40 | 40 < D ≤ 100 | 100 < D ≤ 160 | | 160 < D ≤ 250 | 250 < D ≤ 500 | |
| TKMI 41C4 | 41C4 | 1.7035 | EN 10083-1 | 0,41 | - | 0,75 | 1,05 | - | - | - | - | F 1202 / F 1211 | 42 C 4 | 41Cr4 | 5140 / 5140 H | Acero aleado al Cr apto para el sector de la construcción y el sector marítimo, apto para el temple superficial. | Recocido, bonificado, bruto de laminación | 1000 - 1200 | 900 - 1100 | 800 - 950 | - | - | - | TKMI 41C4 |
| TKMI 25CD4 | 25CrMo4 | 1.7218 | EN 10083-1 | 0,25 | - | 0,75 | 1,05 | 0,22 | - | - | - | F 222 | 25 CD 4 | 25CrMo4 | 4130 | Acero aleado al CrMo con una elevada tenacidad y una buena soldabilidad para máquinas y el sector de la automoción. | Recocido, bonificado, bruto de laminación | 900 - 1100 | 800 - 950 | 750 - 850 | 650 - 800 | 650 - 800 | 600 - 750 | TKMI 25CD4 |
| TKMI 34CD4 | 34CrMo4 | 1.7220 | EN 10083-1 | 0,34 | - | 0,75 | 1,05 | 0,22 | - | - | - | F 1250 | 34 CD 4 | 34CrMo4 | 4135 / 4137 | Acero aleado al CrMo con una elevada tenacidad para máquinas y el sector de la automoción. | Recocido, bonificado, bruto de laminación | 1000 - 1200 | 900 - 1100 | 800 - 950 | 750 - 900 | 700 - 850 | 650 - 800 | TKMI 34CD4 |
| TKMI 42CD4 | 42CrMo4 | 1.7225 | EN 10083-1 | 0,42 | - | 0,75 | 1,05 | 0,22 | - | - | - | F 1252 / F 125 | 42 CD 4 | 42CrMo4 | 4140 / 4142 | Acero con una buena tenacidad en piezas de secciones medias, apto para el temple superficial. | Recocido blando, bruto de laminación | 1100 - 1300 | 1000 - 1200 | 900 - 1100 | 800 - 950 | 750 - 900 | 700 - 850 | TKMI 42CD4 |
| TKMI 42CDS4 | 42CrMoS4 | 1.7227 | EN 10083-1 | 0,42 | - | 0,75 | 1,05 | 0,22 | - | S 0,030 | - | F 1252 / F 125 | - | 42CrMoS4 | - | Acero con una buena tenacidad en piezas de secciones medias, apto para el temple superficial. Buen mecanizado. | Bonificado | 1100 - 1300 | 1000 - 1200 | 900 - 1100 | 800 - 950 | 750 - 900 | 700 - 850 | TKMI 42CDS4 |
| TKMI 34CND6 | 34CrNiMo6 | 1.6582 | EN 10083-1 | 0,34 | - | 0,65 | 1,50 | 0,22 | 1,50 | - | - | F 128 | 35 NCD 6 | 34CrNiMo6 | 4337 / 4340 | Acero aleado, para piezas sometidas a cargas elevadas, donde se requiere una tenacidad alta. Sectores: éolico, maquinaria y máquina y herramienta. | Bonificado | 1200 - 1400 | 1100 - 1300 | 1000 - 1200 | 900 - 1100 | 800 - 950 | 750 - 900 | TKMI 34CND6 |
| TKMI 30CND8 | 30CrNiMo8 | 1.6580 | EN 10083-1 | 0,30 | - | 0,45 | 2,00 | 0,40 | 2,00 | - | - | F 1272 | 30 NCD 8 | 30CrNiMo8 | - | Acero aleado, para piezas sometidas a cargas muy elevadas, donde se requiere una tenacidad alta. Sectores: energético, maquinaria y máquina y herramienta. | Bonificado | 1250 - 1450 | 1250 - 1450 | 1100 - 1300 | 1000 - 1200 | 900 - 1100 | 850 - 1000 | TKMI 30CND8 |
| TKMI 36NCD16 | 36NiCrMo16 | 1.6773 | EN 10083-1 | 0,36 | - | 0,45 | 1,80 | 0,35 | 3,85 | - | - | F 1260 / F 126 | 35 NCD 16 | 36NiCrMo16 | - | Acero aleado para piezas muy solicitadas de cualquier dimensión y de máxima responsabilidad, para máquinas y motores. Apto para bajas temperaturas y esfuerzos combinados de flexión y torsión. | Bonificado | 1250 - 1450 | 1250 - 1450 | 1100 - 1300 | 1000 - 1200 | 1000 - 1200 | - | TKMI 36NCD16 |

Aceros para rodamientos

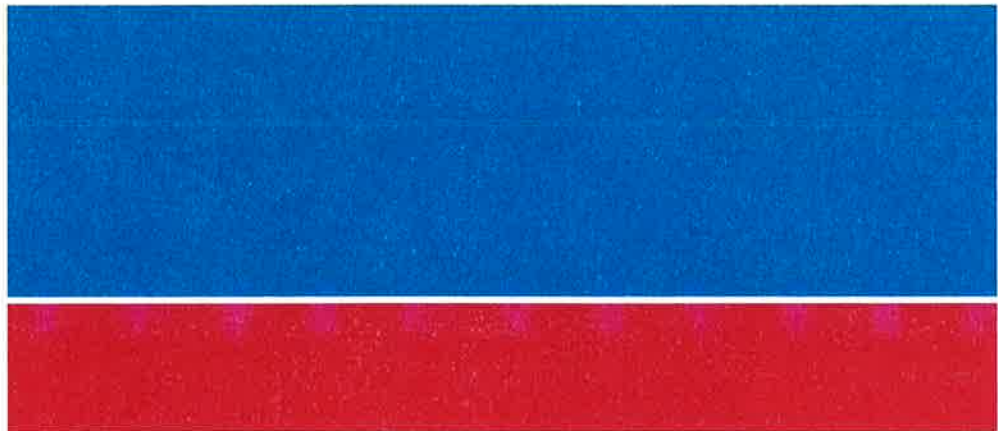
| MARCA | DESIGNACIÓN | | NORMA VIGENTE | C | Si | Mn | Cr | Mo | Al | Otros | NORMAS NACIONALES | | | CAMPO DE APLICACIÓN | ESTADO DE SUMINISTRO | TEMPLE (°C) | REVENIDO(°C) | DUREZA SUPERFICIAL (BONIFICADO) | J5 | J10 | J20 | J30 | J50 | MARCA | | |
|----------------|--------------|----------|---------------|------|------|------|------|------|--------|----------|-------------------|----------------|----------|---------------------|----------------------|--|--------------------------------|---------------------------------|-----------|--------|-----|-----|-----|-------|----------|----------------|
| | SIMBÓLICA | NÚMÉRICA | | | | | | | | | UNE | AFNOR | DIN | | | | | | | | | | | | AISI/SAE | D ≤ 16 |
| TKMI 100C6 | 100Cr6 | 1.3505 | EN 683-17 | 1,00 | 0,25 | 0,35 | 1,50 | - | ≤0,050 | Cu ≤0,30 | - | F 131 / F 1310 | 100 C 6 | 100Cr6 | 52100 | Rodamientos y cojinetes de todas las dimensiones, anillos y discos con un espesor de pared de hasta 30 mm. | Recocido globular, max. 207 HB | 800 - 830 / agua | 150 - 180 | 62 HRC | 65 | 47 | 38 | 34 | 29 | TKMI 100C6 |
| TKMI 100CMS6-4 | 100CrMnSiG-4 | 1.3520 | EN 683-17 | 1,00 | 0,60 | 1,10 | 1,55 | - | ≤0,050 | Cu ≤0,30 | - | - | 100 CM 6 | 100CrMn6 | K 19195 | Anillos y discos con un espesor de pared de más de 30 mm. | Recocido globular, max. 217 HB | 830 - 870 / aceite | 150 - 180 | 62 HRC | 65 | 63 | 57 | 38 | 34 | TKMI 100CMS6-4 |
| TKMI 100CD7-3 | 100CrMo7-3 | 1.3536 | EN 683-17 | 1,00 | 0,25 | 0,70 | 1,80 | 0,17 | ≤0,050 | Cu ≤0,30 | - | - | 100 CD 7 | 100CrMo7-3 | - | Anillos pesados y cojinetes con un espesor de pared de más de 30 mm. | Recocido globular, max. 230 HB | 840 - 880 / aceite | 150 - 180 | 62 HRC | 66 | 65 | 62 | 53 | 44 | TKMI 100CD7-3 |

Aceros para muelles

| MARCA | DESIGNACIÓN | | NORMA VIGENTE | C | Si | Mn | Cr | Mo | V | Otros | NORMAS NACIONALES | | | CAMPO DE APLICACIÓN | ESTADO DE SUMINISTRO | TEMPERATURA DE CONFORMACIÓN (°C) | TEMPLE | REVENIDO (°C) | PROPIEDADES MECÁNICAS EN ESTADO BONIFICADO | | | MARCA | | |
|-------------|-------------|----------|---------------|------|------|------|------|------|------|-----------------|-------------------|----------------|----------|---------------------|----------------------|---|------------------------------|---------------|--|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------|-----------------|-------------|
| | SIMBÓLICA | NÚMÉRICA | | | | | | | | | UNE | AFNOR | DIN | | | | | | AISI/SAE | R _e (N/mm ²) | R _m (N/mm ²) | | TENACIDAD (KVJ) | |
| TKMI 38S7 | 38Si7 | 1.5023 | EN 10089 | 0,38 | 1,65 | 0,65 | - | - | - | Cu +10 Sn ≤0,60 | - | F 1451 | 41 S 7 | 38Si7 | - | Arandela de muelle, tensores para el sector de la construcción. | Recocido blando, max. 217 HB | 900 - 820 | 830 - 860 / agua | 430 - 500 / aire | ≥1030 | 1180 - 1370 | - | TKMI 38S7 |
| TKMI 61SC7 | 61SiCr7 | 1.7108 | EN 10089 | 0,61 | 1,80 | 0,85 | 0,35 | - | - | Cu +10 Sn ≤0,60 | - | F 1442 | 61 SC 7 | 60SiCr7 | 9262 | Muelles para el sector marítimo, la construcción y la maquinaria. | Recocido blando, max. 248 HB | 900 - 830 | 840 - 870 / aceite | 430 - 500 / aire | ≥1150 | 1350 - 1600 | ≥5 | TKMI 61SC7 |
| TKMI 55C3 | 55Cr3 | 1.7176 | EN 10089 | 0,55 | - | 0,85 | 0,85 | - | - | Cu +10 Sn ≤0,60 | - | F 1431 | 55 C 3 | 55Cr3 | 5155 / 5160 | Muelles aptos para piezas de mayores dimensiones. | Recocido blando, max. 248 HB | 920 - 830 | 780 - 810 / aceite | 430 - 500 / aire | ≥1200 | 1400 - 1650 | ≥9 | TKMI 55C3 |
| TKMI 51CV4 | 51CrV4 | 1.8159 | EN 10089 | 0,51 | - | 0,90 | 1,05 | - | 0,17 | Cu +10 Sn ≤0,60 | - | F-1430 / F 143 | 51 CV 4 | 50CrV4 | 6145 / 6150 | Acero estándar de muelles, para cargas elevadas (1370 - 1720 N/mm ²). | Recocido blando, max. 248 HB | 920 - 830 | 830 - 860 / aceite | 430 - 500 / aire | ≥1200 | 1400 - 1700 | ≥9 | TKMI 51CV4 |
| TKMI 52CDV4 | 52CrMoV4 | 1.7701 | EN 10089 | 0,52 | - | 0,90 | 1,05 | 0,22 | 0,15 | Cu +10 Sn ≤0,60 | - | - | 51 CDV 4 | 51CrMoV4 | - | Acero de muelles para cargas elevadas, apto para mayores secciones que el TKMI 51CV4. | Recocido blando, max. 248 HB | 920 - 830 | 830 - 860 / aceite | 430 - 500 / aire | ≥1200 | 1400 - 1700 | ≥6 | TKMI 52CDV4 |

Aceros de cementación

| MARCA | DESIGNACIÓN | | NORMA VIGENTE | C | Si | Mn | Cr | Mo | Ni | Otros | NORMAS NACIONALES | | | CAMPO DE APLICACIÓN | ESTADO DE SUMINISTRO | CEMENTACIÓN (°C) | TEMPLE DIRECTO | TEMPLE (NÚCLEO) | TEMPLE (SUPERF.) | RECOCIDO INTERMEDIO (°C) | REVENIDO (°C) | MARCA | | |
|----------------|--------------|----------|---------------|------|----|------|------|------|------|---------|-------------------|-----------------|----------|---------------------|----------------------|---|--------------------------------------|-----------------|------------------|--------------------------|---------------|-----------|-----------|----------------|
| | SIMBÓLICA | NÚMÉRICA | | | | | | | | | UNE | AFNOR | DIN | | | | | | | | | | AISI/SAE | D ≤ 16 |
| TKMI 17C3 | 17Cr3 | 1.7016 | EN 10084 | 0,17 | - | 0,75 | 0,85 | - | - | - | - | - | 18 C 3 | 17Cr3 | 5015 / 5115 | Para componentes con una resistencia en el núcleo limitada, pero con una buena resistencia a la fatiga. | Bruto de laminación | 880 - 980 | 880 - 980 | 860 - 900 | 780 - 820 | 650 - 700 | 150 - 200 | TKMI 17C3 |
| TKMI 16MC5 | 16MnCr5 | 1.7131 | EN 10084 | 0,16 | - | 1,15 | 0,95 | - | - | - | - | F 1516 | 16 MC 4 | 16MnCr5 | 5115 | Acero al CrMn para la construcción de engranajes, piñones y piezas cementadas de secciones pequeñas que requieren una resistencia en el núcleo de 700 - 1200 N/mm ² . | Bruto de laminación, recocido blando | 880 - 980 | 880 - 980 | 860 - 900 | 780 - 820 | 650 - 700 | 150 - 200 | TKMI 16MC5 |
| TKMI 16MCSS | 16MnCrS5 | 1.7139 | EN 10084 | 0,16 | - | 1,15 | 0,95 | - | - | S 0,030 | - | F 1516 / F 1517 | - | 16MnCrS5 | 5115 | Acero al CrMn para la construcción de engranajes, piñones y piezas cementadas de secciones pequeñas que requieren una resistencia en el núcleo de 700 - 1200 N/mm ² . Buen mecanizado. | Bruto de laminación | 880 - 980 | 880 - 980 | 860 - 900 | 780 - 820 | 650 - 700 | 150 - 200 | TKMI 16MCSS |
| TKMI 20MC5 | 20MnCr5 | 1.7147 | EN 10084 | 0,20 | - | 1,25 | 1,15 | - | - | - | - | F 150 D | 20 MC 5 | 20MnCr5 | 5120 | Acero al CrMn con más C que el TKMI 16MC5 y por tanto con mayor dureza en el núcleo. Para engranaje y piñones. | Bruto de laminación | 880 - 980 | 880 - 980 | 860 - 900 | 780 - 820 | 650 - 700 | 150 - 200 | TKMI 20MC5 |
| TKMI 20NCD2-2 | 20NiCrMo2-2 | 1.6523 | EN 10084 | 0,20 | - | 0,80 | 0,55 | 0,20 | 0,55 | - | - | - | - | 21NiCrMo2 | - | Acero con una buena resistencia a la fatiga. Para piñones cementados, cajas de cambios de camiones, automóviles y maquinaria agrícola. Árboles y cremalleras. | Bruto de laminación | 880 - 980 | 880 - 980 | 860 - 900 | 780 - 820 | 630 - 650 | 150 - 200 | TKMI 20NCD2-2 |
| TKMI 20NCD2S-2 | 20NiCrMoS2-2 | 1.6526 | EN 10084 | 0,20 | - | 0,80 | 0,55 | 0,20 | 0,55 | S 0,030 | - | F 1522 | 20 NCD 2 | 21NiCrMoS2 | 8620 / 8620 H | Acero con una buena resistencia a la fatiga. Para piñones cementados, cajas de cambios de camiones, automóviles y maquinaria agrícola. Árboles y cremalleras. Buen mecanizado. | Recocido blando, max. 212 HB | 880 - 980 | 880 - 980 | 860 - 900 | 780 - 820 | 630 - 650 | 150 - 200 | TKMI 20NCD2S-2 |
| TKMI 15NC13 | 15NiCr13 | 1.5752 | EN 10084 | 0,17 | - | 0,55 | 0,75 | - | 3,25 | - | - | F 1540 | 15 NC 13 | 15NiCr13 | 4320 / 4320 H | Cigüeñales, bielas y otras piezas de motor que deben cumplir las más altas exigencias de resistencia en el núcleo y tenacidad. Engranajes muy solicitados de p.ej. cajas de velocidades y reductores. | Recocido blando, max. 229 HB | 880 - 980 | 880 - 980 | 840 - 880 | 780 - 820 | 600 - 630 | 150 - 200 | TKMI 15NC13 |
| TKMI 18CND7-6 | 18CrNiMo7-6 | 1.6587 | EN 10084 | 0,18 | - | 0,70 | 1,65 | 0,30 | 1,55 | - | - | - | 18 NCD 6 | 17CrNiMo6 | - | Ejes y engranajes en el sector éolico. Para manguetas, cigüeñales y bielas muy solicitadas. Tiene en el núcleo una resistencia elevada y una excelente tenacidad. Apto para uso a bajas temperaturas. | Recocido blando, max. 207 HB | 880 - 980 | 880 - 980 | 830 - 870 | 780 - 820 | 630 - 650 | 150 - 200 | TKMI 18CND7-6 |
| TKMI | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



APERÇU DES NUANCES D'ACIERS POUR TRAVAIL A CHAUD

RESUMEN DE MARCAS DE ACEROS
PARA TRABAJAR EN CALIENTE

APERÇU DES NUANCES D'ACIER POUR TRAVAIL A CHAUD

En général, on désigne sous le nom d'aciers pour travail à chaud les aciers à outils qui sont soumis à une température permanente de plus de 200°C (392°F) pendant leur emploi et doivent supporter des températures de pointe encore plus élevées se résultant du cycle de travail.

Aux sollicitations auxquelles les aciers à outils sont soumis normalement s'ajoutent donc des contraintes thermiques dues au contact entre les outils et les matières chaudes à transformer.

Par conséquent, les aciers pour travail à chaud doivent présenter une **bonne résistance à la fatigue thermique** afin de retarder aussi longtemps que possible la formation de criques superficielles réticulaires provoquées par des variations de température fréquentes.

Pour éviter des criques à chaud, c.-à-d. criques de tension qui se produisent particulièrement aux changements de section et aux arêtes des outils à gravures profondes et sont - contrairement aux criques dues à la fatigue thermique - très profondes, les aciers pour travail à chaud doivent également posséder une excellente **ténacité à chaud**.

Pour les outils qui subissent des efforts de choc, de compression ou de traction à des températures élevées il faut apporter une grande importance à une haute résistance mécanique à la température de travail respective.

Un changement de structure dû à l'influence de la chaleur diminue la résistance mécanique à température ambiante et par la suite aussi celle à la température de travail.

Une bonne **résistance à chaud** et une bonne **résistance au revenu** sont donc des exigences indispensables à une stabilité dimensionnelle.

Une excellente **résistance à l'usure à chaud** est nécessaire pour garantir des durées de vie satisfaisantes.

D'autres exigences auxquelles les aciers pour travail à chaud doivent satisfaire: faible **tendance au collage** sur la matière à transformer, haute **résistance à l'érosion**, à la **corrosion aux températures élevées** et à l'**oxydation**, faible **variation de dimensions** lors du traitement thermique, bonne **usinabilité** et éventuellement bonne **aptitude au matriçage à froid**.

ACEROS PARA TRABAJAR EN CALIENTE

Generalmente se denominan aceros para trabajo en caliente aquellos aceros de herramientas que en su aplicación, son sometidos a temperaturas permanentes superiores a los 200°C (392°F).

Ello independiente, que en su empleo, deban soportar temperaturas aún superiores resultantes de su ciclo de trabajo.

Consecuentemente el uso de aceros para trabajos en caliente supone que además, de las usuales tensiones que debe de soportar un acero para herramientas, deba soportar las térmicas que se derivan del continuo contacto entre las herramientas y los materiales durante los procesos de conformado.

A los aceros para trabajos en caliente se las debe exigir por tanto, **alta resistencia a la formación de grietas térmicas**, para así poder retardar - lo máximo posible - la aparición de grietas térmicas reticulares en la superficie de las herramientas.

Formados como consecuencia de los continuos cambios de temperatura a los que son sometidas las mismas.

Para evitar las grietas térmicas, que en definitiva lo son de tensión y que especialmente aparecen en herramientas con gravados profundos, en puntos de intersección, cantos, y que - a diferencia de las grietas reticulares superficiales - penetran profundamente en la herramienta, los aceros para trabajar en caliente deben de tener también una buena **tenacidad en caliente**.

Para herramientas con exigencias de impacto, presión, o tracción, a altas temperaturas debe prestarse especial atención a la resistencia, en las diferentes temperaturas de trabajo a las que serán sometidas.

Si la influencia del calor, durante el trabajo de la herramienta, cambia el estado estructural del acero, la resistencia a la tensión a temperatura ambiente y, consecuentemente, a temperatura de trabajo se reducen.

Por esa razón, una buena **resistencia en caliente** y una buena **resistencia al revenido** son condiciones previas para la estabilidad dimensional.

Elevada **resistencia al desgaste** en caliente es necesaria para garantizar una duración suficiente.

Una reducida **tendencia a la adhesión** con los materiales a transformar, alta **resistencia a la erosión**, a la **corrosión**, a **temperaturas elevadas** y a la **oxidación**, **estabilidad dimensional** durante el tratamiento térmico, buena **maquinabilidad**, y bajo ciertas circunstancias, buena capacidad de ser **enclavados en frío**, son requisitos que los aceros para trabajar en caliente deben cumplir.

Comparaison qualitative des caractéristiques les plus importantes

Le tableau ci-dessous a pour but de vous faciliter le choix des aciers. On ne peut pourtant pas tenir compte de toutes les conditions de sollicitation qui existent dans les divers champs d'application. Notre Service Technique est toujours à votre disposition et prêt à répondre à toutes vos questions concernant la mise en oeuvre et la transformation des aciers.

Comparación cualitativa de las propiedades más importantes

Esta tabla solo intenta facilitar la elección del acero. Sin embargo, no hace referencia a las necesidades de determinados tipos de aplicaciones. Nuestro equipo técnico está a su disposición y estará encantado de contestar a cualquier pregunta concerniente a la utilización, proceso y tratamiento de los aceros.

| Nuance / Marca BÖHLER | Résistance mécanique á chaud Resistencia en caliente | Ténacité á chaud Tenacidad en caliente | Résistance à l'usure á chaud Resistencia al desgaste en caliente | Usinabilité Maquinabilidad |
|--------------------------|---|---|---|-------------------------------|
| BÖHLER W100 | | | | |
| BÖHLER W300 ISODISC | | | | |
| BÖHLER W300 ISOBLOC | | | | |
| BÖHLER W302 ISODISC | | | | |
| BÖHLER W302 ISOBLOC | | | | |
| BÖHLER W303 ISODISC | | | | |
| BÖHLER W303 ISOBLOC | | | | |
| BÖHLER W320 ISODISC | | | | |
| BÖHLER W321 ISODISC | | | | |
| BÖHLER W360 ISOBLOC | | | | |
| BÖHLER W400 VMR | | | | |
| BÖHLER W403 VMR | | | | |
| BÖHLER W500 | | | | |
| BÖHLER W705 | | | | |
| BÖHLER W720 VMR | Acier maraging (température de durcissement par précipitation env. 480°C. Il ne peut donc pas être comparé avec les aciers pour traitement thermique. | | | |
| BÖHLER W722 VMR | Acero maraging (temperatura de endurecimiento por precipitación: aprox. 480°C. No comparable, en esta forma, con los aceros bonificables. | | | |
| BÖHLER W750 VMR | Acier durcissable par précipitation. Il ne peut donc pas être comparé avec les aciers pour traitement thermique. Acero endurecible por precipitación, no comparable en esta forma con los aceros bonificados | | | |

| Nuance/Marca BÖHLER | Composition chimique (valeurs indicatives en %) Composición química (valores de orientación en %) | | | | | | | | | Normes / Normas | | |
|--------------------------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|-------|---|-------------------------|---------------------|
| | C | Si | Mn | Cr | Mo | Ni | V | W | Co | EN / DIN (DIN) | BS | AFNOR |
| | W100 | 0,29 | 0,25 | 0,30 | 2,70 | -- | -- | 0,35 | 8,5 | -- | <1.2581 > X30WCrV9-3 | BH21 |
| W300 ISODISC¹⁾ | 0,38 | 1,10 | 0,40 | 5,00 | 1,30 | -- | 0,40 | -- | -- | <1.2343 > X38CrMoV5-1 | BH11 | Z38CDV5 |
| W302 ISODISC¹⁾ | 0,39 | 1,10 | 0,40 | 5,20 | 1,40 | -- | 0,95 | -- | -- | <1.2344 > X40CrMoV5-1 | BH13 | Z40CDV5 |
| W303 ISODISC¹⁾ | 0,38 | 0,40 | 0,40 | 5,00 | 2,80 | -- | 0,55 | -- | -- | <1.2367 > X38CrMoV5-3 | -- | -- |
| W320 ISODISC¹⁾ | 0,31 | 0,30 | 0,35 | 2,90 | 2,80 | -- | 0,50 | -- | -- | <1.2365 > 32CrMoV12-28 (X32CrMoV3 3) | BH10 | 32DCV28 |
| W321 ISODISC¹⁾ | 0,39 | 0,30 | 0,35 | 2,90 | 2,80 | -- | 0,65 | -- | 2,90 | ~1.2885 ~X32CrMoCoV3-3-3 | BH10A | (30DCKV28) |
| W360 ISOBLOC | 0,50 | 0,20 | 0,25 | 4,50 | 3,00 | -- | 0,55 | -- | -- | -- | -- | -- |
| W400 VMR | 0,37 | 0,20 | 0,25 | 5,00 | 1,30 | -- | 0,45 | -- | -- | ~1.2343 ~X37CrMoV5-1 | ~BH11 | Z36CDV5 ~Z38CDV5 |
| W403 VMR | 0,38 | 0,20 | 0,25 | 5,00 | 2,80 | -- | 0,65 | -- | -- | ~1.2367 ~X38CrMoV5-3 | -- | ~Z38CDV5-3 |
| W500²⁾ | 0,55 | 0,25 | 0,75 | 1,10 | 0,50 | 1,70 | 0,10 | -- | -- | <1.2714 > 56NiCrMoV7 ~1.2711 ~54NiCrMoV6 | ~5 (BS224) | ~55NCDV7 |
| W705²⁾ | 0,16 | 0,20 | 0,20 | 10,0 | 5,10 | -- | 0,50 | -- | 10,00 | <1.2886 > X15CrCoMoV10-10-5 | -- | -- |

| Nuance/Marca BÖHLER | Composition chimique (valeurs indicatives en %) Composición química (valores de orientación en %) | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|--|---------------|--------------|--------------|------|-------|-------|------|------|------|-------|----|
| | C | Si | Mn | Cr | Mo | Ni | V | Co | Ti | Al | B | |
| | W720³⁾ VMR | max. 0,005 | max. 0,05 | max. 0,10 | -- | 5,00 | 18,50 | -- | 9,00 | 0,70 | 0,10 | -- |
| W722²⁾ VMR | max. 0,005 | max. 0,05 | max. 0,05 | -- | 4,90 | 18,00 | -- | 9,30 | 1,00 | -- | -- | |
| W750 VMR | 0,020 | max. 0,20 | 1,40 | 15,00 | 1,30 | 25,00 | 0,30 | -- | 2,50 | 0,25 | 0,005 | |

- 1) Egalement livrable en qualité ISOBLOC
- 2) Nuance spéciale - Veuillez nous consulter avant de commander.
- 3) Les propriétés mécaniques s'appliquent aux éprouvettes longitudinales et aux diamètres jusqu'à 100 mm.

- 1) También se suministra en calidad ISOBLOC
- 2) Marca especial - Rogamos nos consulten antes de cursar su pedido.
- 3) Las propiedades mecánicas se refieren a probetas longitudinales y a dimensiones de un diámetro máximo de 100 mm

| Normes / Normas | | | | | | | Nuance/Marca BÖHLER |
|-----------------------|------|------------------------|------|---------|-------|----------|--------------------------------------|
| UNI | SIS | UNE | AISI | UNS | JIS | GOST | |
| X30WCrV9-3KU | -- | ~F5323 ~X30WCrV9 | ~H21 | ~T20821 | ~SKD5 | 3Ch2V8F | W100 |
| X37CrMoV5-1KU | -- | ~F5317 ~X37CrMoV5 | H11 | T20811 | SKD6 | 4Ch5MF5 | W300 ISODISC¹⁾ |
| X40CrMoV5-1-1KU | 2242 | F5318 X40CrMoV5 | H13 | T20813 | SKD61 | 4Ch5MF15 | W302 ISODISC¹⁾ |
| -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | W303 ISODISC¹⁾ |
| 30CrMoV12-27KU | -- | F5313 30CrMoV12 | ~H10 | ~T20810 | SKD7 | 3Ch3M3F | W320 ISODISC¹⁾ |
| ~30CrMoCoV12-30-12 KU | -- | -- | -- | -- | -- | -- | W321 ISODISC¹⁾ |
| -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | W360 ISOBLOC |
| ~X37CrMoV5-1 KU | -- | ~F5317 ~X37CrMoSiV5 | ~H11 | ~T20811 | ~SKD6 | ~4Ch5MF5 | W400 VMR |
| -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | W403 VMR |
| 56NiCrMoV7KU | -- | F5307 55NiCrMoV7 | ~L6 | ~T61206 | ~SKT4 | -- | W500²⁾ |
| -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | W705²⁾ |

| Normes / Normas | | | | Nuance/Marca BÖHLER | |
|--|--|--|---------|------------------------|----------------------------------|
| EN / DIN | | AISI | UNS | AFNOR | |
| < 1.6354 > LW ~ 1.2709 ~X3NiCoMo18-9-5 | (1.6358) (X2NiCoMo18-9-5) (~1.2706) (~X3NiCoMo18-8-5) | ~ 6514 (AMS) 6521 (AMS) Marage 300 | K93120 | ~E-Z2NKD18 (AIR) | W720³⁾ VMR |
| < 1.2709 > X3NiCoMoTi18-9-5 | | -- | -- | -- | W722²⁾ VMR |
| ~1.4980 ~X5NiCrTi26-15 ~1.2779 ~X6NiCrTi26-15 | | ~660 | ~S66286 | ~Z6NCT25 - 15 | W750 VMR |

Choisies en fonction de la plus grande ressemblance à la nuance BÖHLER.

Les écarts concernant la composition chimique sont marqués par le symbole "~". Pour la norme <EN / DIN> la composition chimique de la nuance BÖHLER se situe entre les limites d'analyse standard. La nuance BÖHLER se distingue principalement des matériaux standard par des tolérances considérablement plus étroites de la composition chimique et par conséquent par des propriétés d'emploi améliorées et reproductible.

Comparación de la calidad BÖHLER con materiales normalizados de mayor semejanza.

Las desviaciones en cuanto a la composición química se indican con el símbolo "~". Para la norma <EN / DIN > la composición química de las calidades de BÖHLER están dentro de los parámetros standard. Las calidades de BÖHLER se diferencian principalmente de los materiales standard por unas tolerancias estrictas en la composición química, consiguiendo así mejorar y reproducir las propiedades de aplicación.

| Nuance/Marca | Température de formage à chaud °C | Température de recuit d'adoucissement °C | Température de recuit °C | Température de trempe °C | Milieu de trempe °C |
|----------------------------------|--|--|--|-------------------------------------|--|
| BÖHLER | Temperatura de conformación en caliente °C | Temperatura de recocido blando °C | Temperatura para eliminar tensiones °C | Temperatura de temple °C | Medio de temple °C |
| W100 | 1100 - 900°C | 750 - 800°C | 600 - 650°C | 1070 - 1150°C | Huile / Aceite, WB (500 - 550°C) ----- Air / Aire, Gaz / Gas |
| W300 ISODISC¹⁾ | 1100 - 900°C | 750 - 800°C | 600 - 650°C | 1000 - 1040°C | Huile / Aceite, WB (500 - 550°C) ----- Air / Aire, Gaz / Gas |
| W302 ISODISC¹⁾ | 1100 - 900°C | 750 - 800°C | 600 - 650°C | 1020 - 1080°C | Huile / Aceite, WB (500 - 550°C) ----- Air / Aire, Gaz / Gas |
| W303 ISODISC¹⁾ | 1100 - 900°C | 750 - 800°C | 600 - 650°C | 1030 - 1080°C | Huile / Aceite, WB (500 - 550°C) ----- Air / Aire, Gaz / Gas |
| W320 ISODISC¹⁾ | 1100 - 900°C | 750 - 800°C | 600 - 650°C | 1010 - 1050°C | Huile / Aceite, WB (500 - 550°C) ----- Gaz / Gas |
| W321 ISODISC¹⁾ | 1100 - 900°C | 750 - 800°C | 600 - 650°C | 1000 - 1070°C | Huile / Aceite, WB (500 - 550°C) ----- Gaz / Gas |
| W360 ISOBLOC | 1100 - 900°C | 750 - 800°C | 650 - 700°C | ca. / aprox. 1050°C | Huile / Aceite, WB (500 - 550°C) ----- Gaz / Gas |
| W400 VMR | 1100 - 900°C | 800 - 850°C | 600 - 650°C | 980 - 990°C | Huile / Aceite, WB (500 - 550°C) ----- Air/Aire, Gaz / Gas |
| W403 VMR | 1100 - 900°C | 800 - 850°C | 600 - 650°C | 1020 - 1030°C | Huile / Aceite, WB (500 - 550°C) ----- Air / Air, Gaz / Gas |
| W500²⁾ | 1100 - 850°C | 650 - 700°C | ca./approx. 650°C | 830 - 870°C ----- 870 - 900°C | Huile / Aceite ----- Air / Aire Gaz / Gas |
| W705²⁾ | 1150 - 950°C | 720 - 740°C | 600 - 650°C | 1050 - 1100°C | Huile / Aceite, Air / Aire, WB (500 - 550°C) ----- Gaz / Gas |

| Nuance/Marca | Température de formage à chaud °C | Recuit de mise en solution °C | Viellissement artificiel °C |
|------------------------------|--|---|--|
| BÖHLER | Temperatura de conformación en caliente °C | Recocido de disolución °C | Envejecimiento en caliente °C |
| W720³⁾ VMR | 1150 - 850°C | 820°C Air / Aire Gaz / Gas | ----- 430°C / Air I / Aire I ----- 480°C / Air II / Aire II |
| W722²⁾ VMR | 1100 - 900°C | 820°C Air / Aire Gaz / Gas | 490°C Air / Aire |
| W750 VMR | 1100 - 900°C | 1000 - 1020°C / Huile / Aceite Eau ou Air / Agua od. aire Gaz / Gas | 720 - 740°C Air / Aire |

WB = bain de sels

WB = baño de sales

| Dureté après le recuit HB maxi. Dureza después del recocido blando HB máx. | Dureté après la trempe HRC Dureza después del temple HRC | Dureté HRC (valeurs indicatives) après le revenu à °C Dureza en HRC (valores orientativos) después del revenido a °C | | | | | | Nuance/Marca BÖHLER |
|---|---|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------------------|
| | | 400°C | 500°C | 550°C | 600°C | 650°C | 700°C | |
| 240 | 48 - 52 ----- 44 - 48 | 50 | 51 | 52 | 50 | 46 | 38 | W100 |
| 205 | 52 - 56 ----- 50 - 54 | 53 | 54 | 52 | 48 | 38 | 30 | W300 ISODISC ¹⁾ |
| 205 | 52 - 56 ----- 50 - 54 | 54 | 55 | 54 | 50 | 40 | 32 | W302 ISODISC ¹⁾ |
| 205 | 52 - 56 ----- 50 - 54 | 52 | 54 | 53 | 50 | 44 | 35 | W303 ISODISC ¹⁾ |
| 205 | 52 - 56 | 50 | 51 | 52 | 50 | 45 | 36 | W320 ISODISC ¹⁾ |
| 205 | 52 - 56 | 52 | 52 | 53 | 52 | 47 | 36 | W321 ISODISC ¹⁾ |
| 205 | 57 - 58 | -- | -- | 57 | 53 | -- | -- | W360 ISOBLOC |
| 205 | 52 - 54 ----- 50 - 53 | 53 | 54 | 52 | 48 | 38 | 30 | W400 VMR |
| 205 | 52 - 54 ----- 50 - 53 | 52 | 54 | 53 | 50 | 44 | 35 | W403 VMR |
| 248 | 52 - 58 ----- 44 - 50 | 50 | 48 | 43 | 40 | 36 | -- | W500 ²⁾ |
| | | 48 | 44 | 41 | 38 | 35 | -- | |
| 320 | env. / aprox. 50 | 49 | 53 | 54 | 53 | 49 | 44 | W705 ²⁾ |

| Etat de traitement thermique Estado de tratamiento térmico | Résistance à la traction N/mm ² Resistencia a la tracción N/mm ² | Limite conv. d'élasticité à 0,2% N/mm ² , min. Limite elástico 0,2% N/mm ² , min. | Allongement à la rupture A ₅ %, min. Alargamiento de rotura A ₅ %, min. | Striction à la rupture %, min. Estricción de rotura %, min. | Nuance/Marca BÖHLER | |
|---|---|--|--|--|----------------------------|---------------------------|
| L / S ----- AH I / PH I ----- AH II / PH II | 980 - 1130 ----- 1720 - 1870 ----- 1860 - 2260 | 650 ----- 1620 ----- 1815 | 10 ----- 8 ----- 6 | 60 ----- 45 ----- 40 | W720 ³⁾ VMR | |
| L / S ----- AH / PH | 980 - 1100 ----- 1900 - 2100 | 900 ----- 1800 | 10 ----- 9 | 60 ----- 40 | | W722 ²⁾ VMR |
| L / S ----- AH / PH | -- ----- ~1050 | -- ----- ~800 | -- ----- ~15 | -- ----- -- | | W750 VMR |

L = recuit de mise en solution
AH = durci par précipitation

S = recocido de disolución
PH = envejecimiento por precipitación

| Nuance/Marca | Propriétés mécaniques aux températures élevées (valeurs indicatives), Résistance après le traitement thermique 1600 N/mm ² | | | | | | | |
|-------------------------------|--|-------|-------|-------|--|-------|-------|-------|
| | Resistencia en caliente a temperaturas elevadas (valores orientativos), Resistencia después del tratamiento térmico 1600 N/mm ² | | | | | | | |
| | Résistance à la traction / Resistencia a la tracción N/mm ² | | | | Limite conv. d'élasticité à 0,2% / Limite elástico 0,2% N/mm ² | | | |
| BÖHLER | 400°C | 500°C | 600°C | 650°C | 400°C | 500°C | 600°C | 650°C |
| W100 | 1350 | 1200 | 950 | 800 | 1100 | 980 | 750 | 600 |
| W300 ISODISC ¹⁾ | 1300 | 1100 | 800 | 600 | 1100 | 900 | 600 | 400 |
| W302 ISODISC ¹⁾ | 1300 | 1100 | 800 | 600 | 1100 | 900 | 600 | 400 |
| W303 ISODISC ¹⁾ | 1350 | 1150 | 900 | 700 | 1150 | 950 | 700 | 580 |
| W320 ISODISC ¹⁾ | 1350 | 1150 | 900 | 700 | 1100 | 950 | 700 | 580 |
| W321 ISODISC ¹⁾ | 1350 | 1180 | 920 | 730 | 1120 | 970 | 720 | 600 |
| W360 ISOBLOC | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| W400 VMR | 1300 | 1100 | 800 | 600 | 1100 | 900 | 600 | 400 |
| W403 VMR | 1350 | 1150 | 900 | 700 | 1150 | 950 | 700 | 580 |
| W500 ²⁾ | 1200 | 1000 | 600 | -- | 1000 | 750 | 350 | -- |
| W705 ²⁾ | 1350 | 1200 | 950 | 750 | 1100 | 980 | 750 | 600 |

| Nuance/Marca | Etat de traitement thermique | Résistance à la traction sur éprouvette entaillée ($\alpha K = 5,6$) N/mm ² , (valeurs indicatives) | Dureté HRC (valeurs indicatives) | Résilience (DVM) J, (valeurs indicatives) |
|---------------------------|-------------------------------|---|--------------------------------------|--|
| | Estado de tratamiento térmico | Resistencia a la tracción con entalladura ($\alpha K = 5,6$) N/mm ² , (valores orientativos) | Dureza HRC (valores orientativos) | Resiliencia (DVM) J, (valores orientativos) |
| W720 ³⁾ VMR | L / S | -- | 32 | 48 |
| | AH I / PH I | 2300 | 51 | 24 |
| | AH II / PH II | 2450 | 55 | 21 |
| W722 ²⁾ VMR | L / S | -- | -- | 50 |
| | AH / PH | -- | 55 | 25 |
| W750 VMR | L / S | -- | max. 200 HB | -- |
| | AH / PH | -- | 300 - 370 HB | ~25 (ISO-V) |

L = recuit de mise en solution
AH = durci par précipitation

S = recocido de disolución
PH = envejecimiento por precipitación

| Propriétés mécaniques aux températures élevées (valeurs indicatives), Résistance après le traitement thermique 1200 N/mm ² | | | | | | | | Nuance/Marca BÖHLER |
|--|-------|-------|-------|--|-------|-------|-------|--------------------------------------|
| Resistencia en caliente a temperaturas elevadas (valores orientativos), Resistencia después del tratamiento térmico 1200 N/mm ² | | | | | | | | |
| Résistance à la traction / Resistencia a la tracción N/mm ² | | | | Limite conv. d'élasticité à 0,2% / Limite elástico 0,2% N/mm ² | | | | |
| 400°C | 500°C | 600°C | 650°C | 400°C | 500°C | 600°C | 650°C | |
| 1100 | 980 | 730 | 600 | 900 | 790 | 530 | 400 | W100 |
| 1000 | 850 | 580 | 400 | 800 | 650 | 420 | 250 | W300 ISODISC¹⁾ |
| 1000 | 850 | 580 | 400 | 800 | 650 | 420 | 250 | W302 ISODISC¹⁾ |
| 1080 | 920 | 660 | 530 | 870 | 740 | 490 | 370 | W303 ISODISC¹⁾ |
| 1050 | 900 | 650 | 520 | 850 | 730 | 480 | 360 | W320 ISODISC¹⁾ |
| 1100 | 930 | 680 | 540 | 880 | 750 | 500 | 370 | W321 ISODISC¹⁾ |
| -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | W360 ISOBLOC |
| 1000 | 850 | 580 | 400 | 800 | 650 | 420 | 250 | W400 VMR |
| 1080 | 920 | 660 | 530 | 870 | 740 | 490 | 370 | W403 VMR |
| 950 | 700 | 300 | -- | 700 | 500 | 200 | -- | W500²⁾ |
| 1100 | 980 | 730 | 540 | 900 | 790 | 530 | 400 | W705²⁾ |

| Résistance à la fatigue par flexion alternée (N = 10 ⁷) N/mm ² , (valeurs indicatives) Resistencia a la fatiga por flexión (N = 10 ⁷) N/mm ² , (valores orientativos) | Limite conv. d'élasticité à 0,2% à ...°C, N/mm ² , (valeurs indicatives) | | | | | Nuance/Marca BÖHLER |
|--|---|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------|----------------------------------|
| | Limite elástico 0,2% a ...°C, N/mm ² , (valores orientativos) | | | | | |
| | 100°C | 200°C | 300°C | 400°C | 500°C | |
| -- | -- | -- | -- | -- | -- | W720³⁾ VMR |
| 635 | 1520 | 1420 | 1325 | 1180 | 930 | |
| 735 | 1765 | 1670 | 1570 | 1275 | 980 | |
| -- | -- | -- | -- | -- | -- | W722²⁾ VMR |
| 735 | 1830 | 1720 | 1620 | 1490 | 1130 | |
| -- | ~800 bei/at 500°C | ~760 bei/at 600°C | ~670 bei/at 700°C | ~340 bei/at 800°C | -- | W750 VMR |

| Nuance/Marca | Propriétés physiques (valeurs indicatives), trempe et revenu Propiedades físicas (valores orientativos), temple y revenido | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|---|-------|-------|--|-------|-------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| | Module d'élasticité à Módulo de elasticidad a 10 ³ N/mm ² | | | Densité à / Densidad a kg/dm ³ | | | Conductivité thermique à / Conductividad térmica a W/(m.K) | | | | | | | | |
| | 20°C | 500°C | 600°C | 20°C | 500°C | 600°C | 20°C | 100°C | 200°C | 300°C | 400°C | 500°C | 600°C | 700°C | |
| W100 | 215 | 176 | 165 | 8,40 | 8,24 | 8,20 | 30 | -- | -- | -- | -- | 31,0 | 30,0 | -- | |
| W300 ISODISC¹⁾ | 215 | 176 | 165 | 7,80 | 7,64 | 7,60 | -- | 26,0 | 27,7 | 28,9 | 29,5 | 29,5 | 29,1 | 29,2 | |
| W302 ISODISC¹⁾ | 215 | 176 | 165 | 7,80 | 7,64 | 7,60 | -- | 24,3 | 26,1 | 27,3 | 27,8 | 27,7 | 27,5 | 27,3 | |
| W303 ISODISC¹⁾ | 215 | 176 | 165 | 7,85 | 7,69 | 7,65 | -- | 29,0 | 30,4 | 31,1 | 31,1 | 30,4 | 29,2 | 28,8 | |
| W320 ISODISC¹⁾ | 215 | 176 | 165 | 7,85 | 7,69 | 7,65 | 30 | -- | -- | -- | -- | 30,1 | 29,7 | -- | |
| W321 ISODISC¹⁾ | 215 | 176 | 165 | 7,90 | 7,74 | 7,71 | 25 | -- | -- | -- | -- | 33,6 | 34,1 | -- | |
| W360 ISOBLOC | 215 | 176 | 165 | 7,60 | -- | -- | -- | 31,5 | 32,3 | 32,6 | 32,5 | 31,9 | -- | -- | |
| W400 VMR | 215 | 176 | 165 | 7,80 | 7,64 | 7,60 | -- | 32,1 | 32,6 | 32,8 | 32,6 | 32,1 | 30,5 | 29,6 | |
| W403 VMR | 215 | 176 | 165 | 7,85 | 7,69 | 7,65 | -- | 28,4 | 29,7 | 30,2 | 30,1 | 30,0 | 29,7 | 30,0 | |
| W500²⁾ | 215 | 176 | 165 | 7,80 | 7,64 | 7,60 | 36 | -- | -- | -- | -- | 36,8 | 36,0 | -- | |
| W705²⁾ | 215 | 176 | 165 | 8,00 | 7,84 | 7,81 | 15 | -- | -- | -- | -- | 20,0 | 21,5 | -- | |

| Nuance/Marca | Propriétés physiques ⁴⁾ (valeurs indicatives) / Propiedades físicas ⁴⁾ (valores orientativos) | | | | | | | | |
|----------------------------------|---|-------|-------|-----------------------------------|-------|-------|--------------------------------------|-------|----------------------|
| | Module d'élasticité à °C, 10 ³ N/mm ² | | | Densité à °C, kg/dm ³ | | | Conductivité thermique à °C, W/(m.K) | | |
| | Módulo de elasticidad a °C, 10 ³ N/mm ² | | | Densidad a °C, kg/dm ³ | | | Conductividad térmica a °C, W/(m.K) | | |
| | 20°C | 500°C | 600°C | 20°C | 500°C | 600°C | 20°C | 500°C | 600°C |
| W720³⁾ VMR | 193 | -- | -- | 8,20 | 8,04 | 8,0 | 14 | 19 | 21 |
| W722²⁾ VMR | 200 | -- | -- | 8,10 | -- | -- | 21 | -- | -- |
| W750 VMR | 208 | 169 | 159 | 7,95 | -- | -- | 13 | -- | 26 à / a 700°C |

4) durci par précipitation à la résistance maximale

4) envejecido por precipitación a resistencia máxima

| Propriétés physiques (valeurs indicatives), trempé et revenu | | | | | | Nuance/Marca BÖHLER |
|--|-------|-------|---|-------|-------|--------------------------------------|
| Propiedades físicas (valores orientativos), temple y revenido | | | | | | |
| Résistivité électrique à / Resistividad eléctrica específica a Ohm.mm ² /m | | | Chaleur spécifique à / Calor específico a J/(kg.K) | | | |
| 20°C | 500°C | 600°C | 20°C | 500°C | 600°C | |
| 0,33 | 0,72 | 0,84 | 460 | 550 | 590 | W100 |
| 0,52 | 0,86 | 0,96 | 460 | 550 | 590 | W300 ISODISC¹⁾ |
| 0,52 | 0,86 | 0,96 | 460 | 550 | 590 | W302 ISODISC¹⁾ |
| 0,50 | 0,84 | 0,94 | 460 | 550 | 590 | W303 ISODISC¹⁾ |
| 0,37 | 0,78 | 0,89 | 460 | 550 | 590 | W320 ISODISC¹⁾ |
| 0,50 | 0,84 | 0,94 | 460 | 550 | 590 | W321 ISODISC¹⁾ |
| 0,59 | -- | -- | -- | -- | -- | W360 ISOBLOC |
| 0,52 | 0,86 | 0,96 | 460 | 550 | 590 | W400 VMR |
| 0,50 | 0,84 | 0,94 | 460 | 550 | 590 | W403 VMR |
| 0,30 | 0,71 | 0,84 | 460 | 550 | 590 | W500²⁾ |
| 0,80 | 1,05 | 1,08 | 460 | 550 | 590 | W705²⁾ |

| Propriétés physiques ⁴⁾ (valeurs indicatives) / Propiedades físicas ⁴⁾ (valores orientativos) | | | | | | Nuance/Marca BÖHLER |
|---|-------|-------|---|-------|---------------------------|----------------------------------|
| Résistivité électrique à °C / Resistividad eléctrica específica a °C Ohm.mm ² /m | | | Chaleur spécifique à °C / Calor específico a °C J/(kg.K) | | | |
| 20°C | 500°C | 600°C | 20°C | 500°C | 600°C | |
| 0,40 | 0,80 | 0,90 | 460 | 550 | 590 | W720³⁾ VMR |
| 0,42 | -- | -- | 420 | -- | -- | W722²⁾ VMR |
| 0,91 | -- | -- | 420 | -- | 600 à / a 0 - 800°C | W750 VMR |

4) durci par précipitation à la résistance maximale

4) envejecido por precipitación a resistencia máxima

| Nuance/Marca | Propriétés physiques (valeurs indicatives), trempe et revenu | | | | | | |
|--------------------------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Propiedades físicas (valores orientativos), temple y revenido | | | | | | |
| | Dilatation thermique entre 20°C et . . . °C, / Dilatación térmica entre 20°C y ...°C , 10 ⁻⁶ m/(m.K) | | | | | | |
| BÖHLER | 100°C | 200°C | 300°C | 400°C | 500°C | 600°C | 700°C |
| W100 | 11,5 | 12,0 | 12,2 | 12,5 | 12,9 | 13,0 | 13,2 |
| W300 ISODISC¹⁾ | 11,5 | 12,0 | 12,2 | 12,5 | 12,9 | 13,0 | 13,2 |
| W302 ISODISC¹⁾ | 11,5 | 12,0 | 12,2 | 12,5 | 12,9 | 13,0 | 13,2 |
| W303 ISODISC¹⁾ | 11,5 | 12,0 | 12,2 | 12,5 | 12,9 | 13,0 | 13,2 |
| W320 ISODISC¹⁾ | 12,0 | 12,5 | 12,7 | 13,0 | 13,2 | 13,4 | 13,7 |
| W321 ISODISC¹⁾ | 11,5 | 12,0 | 12,2 | 12,5 | 12,9 | 13,0 | 13,2 |
| W360 ISOBLOC | 11,1 | 11,5 | 11,9 | 12,3 | 12,8 | 13,2 | 13,6 |
| W400 VMR | 11,5 | 12,0 | 12,2 | 12,5 | 12,9 | 13,0 | 13,2 |
| W403 VMR | 11,5 | 12,0 | 12,2 | 12,5 | 12,9 | 13,0 | 13,2 |
| W500²⁾ | 12,5 | 13,1 | 13,4 | 13,9 | 14,0 | 14,3 | 14,5 |
| W705²⁾ | 12,8 | 13,4 | 13,7 | 14,1 | 14,3 | 14,5 | 14,7 |

| Nuance/Marca | Propriétés physiques ⁴⁾ (valeurs indicatives) / Propiedades físicas ⁴⁾ (valores orientativos) | | | | | | |
|----------------------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Dilatation thermique entre 20°C et . . . °C, / Dilatación térmica entre 20°C y ...°C , 10 ⁻⁶ m/(m.K) | | | | | | |
| | 100°C | 200°C | 300°C | 400°C | 500°C | 600°C | 700°C |
| W720³⁾ VMR | 10,2 | 10,8 | 11,0 | 11,4 | 11,8 | 11,8 | -- |
| W722²⁾ VMR | 10,3 | 10,7 | 11,0 | 11,3 | 11,6 | -- | -- |
| W750 VMR | 16,5 | 16,8 | 17,1 | 17,3 | 17,5 | 17,7 | 18,0 |

4) durci par précipitation à la résistance maximale

4) envejecido por precipitación a resistencia máxima

| Emplois | | Nuance/Marca BÖHLER |
|---|--|--------------------------------------|
| Principalement pour la transformation d'alliages de métaux lourds | Outils pour travail à chaud fortement sollicités, tels que aiguilles, filières et conteneurs pour le filage de tubes et de profilés; | W100 |
| Principalement pour la transformation d'alliages légers. | Outils pour le filage et l'extrusion à chaud, outils pour la fabrication de pièces creuses, de vis, d'écrous, de rivets et de boulons; Outils pour le moulage sous pression, estampes de presse, insertions de matrice, lames pour cisailage à chaud. | W300 ISODISC¹⁾ |
| | | W302 ISODISC¹⁾ |
| | | W303 ISODISC¹⁾ |
| Principalement pour la transformation d'alliages de métaux lourds | | W320 ISODISC¹⁾ |
| | | W321 ISODISC¹⁾ |
| Principalement pour la transformation de métaux lourds et alliages légers. | Poinçons et matrices pour le travail à chaud et à mi-chaud. Outillage pour le forgeage rapide. Outillage de travail à froid demandant une grande résilience. Outillage d'extrusion, matrice, poinçon, aiguille. Noyaux et inserts dans les moules de coulée sous pression. Application spécifique dans la transformation des matières plastiques. | W360 ISOBLOC |
| Principalement pour la transformation d'alliages légers. | Outils pour travail à chaud fortement sollicités, tels que aiguilles, filières et conteneurs pour le filage de tubes et de profilés; Outils pour le filage et l'extrusion à chaud, outils pour la fabrication de pièces creuses, de vis, d'écrous, de rivets et de boulons; Outils pour le moulage sous pression, estampes de presse, insertions de matrice, lames pour cisailage à chaud. | W400 VMR |
| | | W403 VMR |
| Matrices de très grandes dimensions, outils pour le filage de tubes et de profilés, estampes de presse, outils de pilage et de frappe, moules de matières plastiques. | | W500²⁾ |
| Sa haute résistance à chaud ne peut être utilisée à plein qu'au-dessus d'env. 700°C (1292°F); pour des sollicitations de fatigue, par exemple dans les presses hydrauliques continues pour câbles ou dans le moulage sous pression à chambre chaude d'alliages de manganèse aussi à températures plus basses. | | W705²⁾ |

| Emplois | | Nuance/Marca BÖHLER |
|---|--|--------------------------------------|
| Outils pour travail à froid, outils pour travail à chaud jusqu'à env. 450°C. Composants fortement sollicités pour l'industrie aéronautique, la technique des fusées et la construction de machines. Acier maraging; il ne peut donc pas être comparé avec les aciers pour traitement thermique. | | W720³⁾ VMR |
| Outillage d'enfonçage et d'estampage, filière d'extrusion à froid, blindage, moule pour la transformation de matière plastique, moule de coulée sous pression d'aluminium et d'alliage de Zinc, outillage de pressage à chaud. | | W722²⁾ VMR |
| Frettes de conteneurs et grains de poussée pour le filage de tubes et de profilés en cuivre et alliages de cuivre (température de billette plus de 750°C). | | W750 VMR |



| Aplicación | | Nuance/Marca BÖHLER |
|--|--|----------------------------------|
| Preferentemente para la transformación de aleaciones de metales pesados. | Herramientas para trabajar en caliente sometidas a grandes esfuerzos, tales como punzones y matrices para prensar, cilindros, receptores para la extrusión de barras y tubos metálicos. | W100 |
| Preferentemente para la transformación de aleaciones de metales ligeros. | Herramientas de extrusión por impacto en caliente para la fabricación de cuerpos huecos, herramientas para la fabricación de tuercas, tornillos, remaches y bulones. Herramientas para fundición a presión, herramientas para prensar piezas perfiladas, elementos de matrices, cuchillas para cortar en caliente. | W300 ISODISC¹⁾ |
| | | W302 ISODISC¹⁾ |
| | | W303 ISODISC¹⁾ |
| | | W320 ISODISC¹⁾ |
| Preferentemente para la transformación de aleaciones de metales pesados. | | W321 ISODISC¹⁾ |
| Transformación de aleaciones de metales pesados y ligeros. | Punzones y matrices para la conformación en caliente y semicaliente, útiles para prensa de forja rápida. Aplicaciones de trabajo en frío con niveles críticos de tenacidad. Útiles para extrusión, p. ej. matrices, punzones, mandrinos. Noyos y postizos en moldes de fundición inyectada. Aplicaciones específicas en la transformación de materias plásticas. | W360 ISOBLOC |
| Preferentemente para la transformación de aleaciones de metales ligeros. | Herramientas para trabajar en caliente sometidas a grandes esfuerzos, tales como punzones y matrices para prensar, cilindros, receptores para la extrusión de barras y tubos metálicos. Herramientas de extrusión por impacto en caliente para la fabricación de cuerpos huecos, herramientas para la fabricación de tuercas, tornillos, remaches y bulones. Herramientas para fundición a presión, herramientas para prensar piezas perfiladas, elementos de matrices, cuchillas para cortar en caliente. | W400 VMR |
| | | W403 VMR |
| Estampas hasta los tamaños más grandes, herramientas para el prensado por extrusión y de tubos, elementos de matrices, herramientas para doblar y estampar, moldes para material sintético. | | W500²⁾ |
| Las ventajas de la elevada resistencia en caliente sobresalen tan sólo a partir de 700°C. En caso de carga continua, p.ej. en el prensado continuo de cables o en la transformación de aleaciones de magnesio mediante el proceso de fundición inyectada de cámara caliente, estas ventajas se imponen ya a bajas temperaturas. | | W705²⁾ |

| Aplicación | | Nuance/Marca BÖHLER |
|--|--|-------------------------------|
| Herramientas para trabajar en caliente y en frío, sometidas a temperaturas hasta aprox. 450°C. Herramientas para prensas hidroestáticas, herramientas de estampación y extrusión en frío, para moldes de plástico, para la extrusión de aluminio y aleaciones de zinc, fundición a presión, mandriles para la laminación. | | W720³⁾ VMR |
| Útiles para el recalado en frío y estampación, para extrusión en frío, armaduras, cuchillas de cizallar, moldes de plástico, de fundición inyectada para aluminio y cinc, útiles de estampación en caliente. | | W722²⁾ VMR |
| Casquillos interiores para cilindros receptores y discos de presión para la extrusión de barras y tubos de cobre y aleaciones de cobre (temperatura de la palanquilla superior a 750°C). | | W750 VMR |

- 1) Egalement livrable en qualité ISOBLOC
- 2) Nuance spéciale - Veuillez nous consulter avant de commander.
- 3) Les propriétés mécaniques s'appliquent aux éprouvettes longitudinales et aux diamètres jusqu'à 100 mm

- 1) También se suministra en calidad ISOBLOC
- 2) Marca especial - Rogamos nos consulten antes de cursar su pedido.
- 3) Las propiedades mecánicas se refieren a probetas longitudinales y a dimensiones de un diámetro máximo de 100 mm

Référence: _____
Cortésia de:



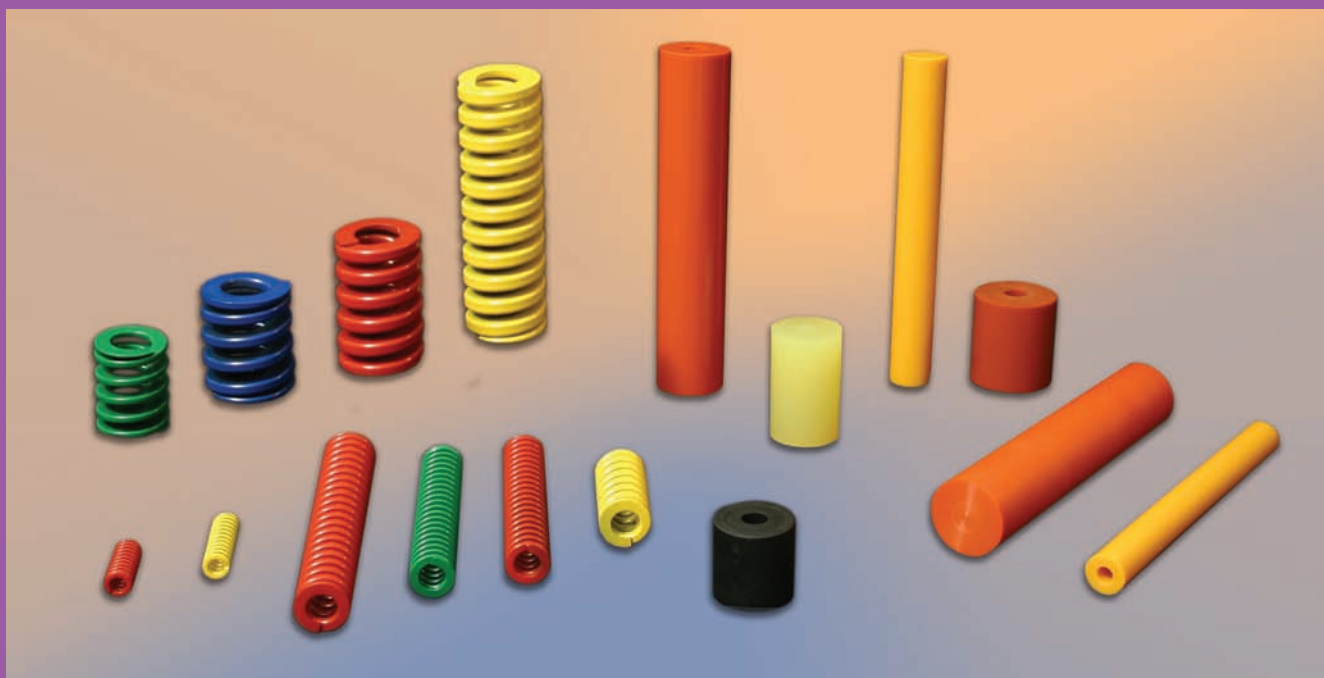
BÖHLER

BÖHLER EDELSTAHL GMBH
MARIAZELLER STRASSE 25
POSTFACH 96
A-8605 KAPFENBERG/AUSTRIA
TELEFON: (+43) 3862/20-7181
TELEFAX: (+43) 3862/20-7576
e-mail: info@bohler-edelstahl.com
www.bohler-edelstahl.com

"Les indications données dans cette brochure n'obligent à rien et servent donc à des informations générales. Les indications auront caractère obligatoire seulement au cas où elles seraient posées comme condition explicite dans un contrat conclus avec notre société. Lors de la fabrication de nos produits, des substances nuisibles à la santé ou à l'ozone ne sont pas utilisées"

"Los datos que figuran en este folleto han de considerarse como meramente informativos y por lo tanto no están sujetos a obligación o compromiso alguno por parte de la empresa. Los datos adquirirán carácter obligatorio sólo en el caso de que así se especifique de forma explícita mediante contrato firmado con la empresa. En el proceso de fabricación de nuestros productos no se utilizan ningún tipo de sustancias nocivas para la salud ni perjudiciales para la capa de ozono de la atmósfera."

ELEMENTOS DE EXPULSION VARIOS



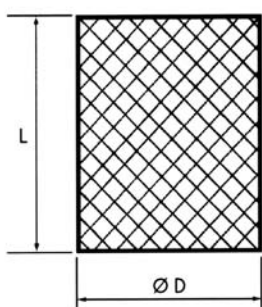
RESORTES ADIPRENE Barras y Tubos de poliuretano

Material:
Poliuretano

Dureza:
90 Shore - 25% (AMARILLO)
95 Shore - 20% (ROJO)

Forma de Pedido:
D x Dureza

BARRA

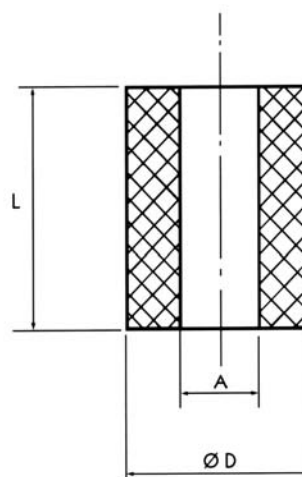


Material:
Poliuretano

Dureza:
90 Shore - 25% (AMARILLO)
95 Shore - 20% (ROJO)

Forma de Pedido:
D x Dureza

TUBO



Barra de poliuretano

| D Ø | L |
|-----|-----|
| 10 | 250 |
| 12 | 250 |
| 16 | 250 |
| 20 | 250 |
| 25 | 250 |
| 30 | 250 |
| 32 | 250 |
| 35 | 250 |
| 40 | 250 |
| 45 | 250 |
| 50 | 250 |
| 60 | 250 |
| 70 | 250 |
| 80 | 250 |
| 100 | 250 |
| 110 | 250 |
| 120 | 250 |
| 140 | 250 |
| 150 | 250 |

Tubos de poliuretano

| D Ø | A | L |
|-----|------|-----|
| 16 | 6,5 | 250 |
| 20 | 8,5 | 250 |
| 25 | 10,5 | 250 |
| 30 | 10,5 | 250 |
| 32 | 13,5 | 250 |
| 40 | 13,5 | 250 |
| 45 | 15 | 250 |
| 50 | 17 | 250 |
| 60 | 17 | 250 |
| 63 | 17 | 250 |
| 80 | 21 | 250 |
| 100 | 21 | 250 |
| 110 | 21 | 250 |
| 120 | 21 | 250 |
| 140 | 25 | 250 |

Bajo demanda fabricamos cualquier medida especial.

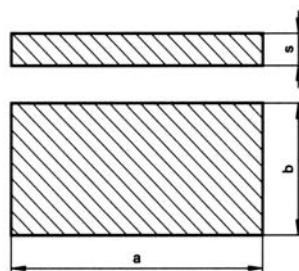
PLACAS ADIPRENE

Material: Poliuretano

Dureza: 80/90 Shore

Forma de Pedido:

$a \times b \times s$



Tubos de poliuretano

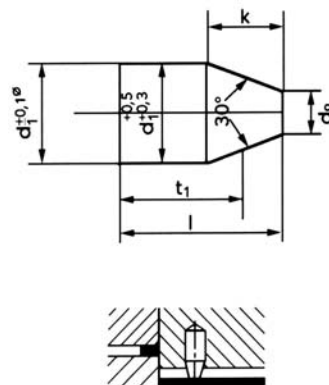
| Espesor S | Dimensiones en mm | | | | | | |
|--------------|-------------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| | a x b | a x b | a x b | a x b | a x b | a x b | a x b |
| 1 | 500 x 500 | 1000 x 500 | 2000 x 500 | 3000 x 500 | 1000 x 1000 | 2000 x 1000 | 3000 x 1000 |
| 2 | 500 x 500 | 1000 x 500 | 2000 x 500 | 3000 x 500 | 1000 x 1000 | 2000 x 1000 | 3000 x 1000 |
| 3 | 500 x 500 | 1000 x 500 | 2000 x 500 | 3000 x 500 | 1000 x 1000 | 2000 x 1000 | 3000 x 1000 |
| 4 | 500 x 500 | 1000 x 500 | 2000 x 500 | 3000 x 500 | 1000 x 1000 | 2000 x 1000 | 3000 x 1000 |
| 5 | 500 x 500 | 1000 x 500 | 2000 x 500 | 3000 x 500 | 1000 x 1000 | 2000 x 1000 | 3000 x 1000 |
| 6 | 500 x 500 | 1000 x 500 | 2000 x 500 | 3000 x 500 | 1000 x 1000 | 2000 x 1000 | 3000 x 1000 |
| 7 | 500 x 500 | 1000 x 500 | 2000 x 500 | 3000 x 500 | 1000 x 1000 | 2000 x 1000 | 3000 x 1000 |
| 8 | 500 x 500 | 1000 x 500 | 2000 x 500 | 3000 x 500 | 1000 x 1000 | 2000 x 1000 | 3000 x 1000 |
| 9 | 500 x 500 | 1000 x 500 | 2000 x 500 | 3000 x 500 | 1000 x 1000 | 2000 x 1000 | 3000 x 1000 |
| 10 | 500 x 500 | 1000 x 500 | 2000 x 500 | 3000 x 500 | 1000 x 1000 | 2000 x 1000 | 3000 x 1000 |
| 12 | 500 x 500 | 1000 x 500 | 2000 x 500 | 3000 x 500 | 1000 x 1000 | 2000 x 1000 | 3000 x 1000 |
| 15 | 500 x 500 | 1000 x 500 | 2000 x 500 | 3000 x 500 | 1000 x 1000 | 2000 x 1000 | 3000 x 1000 |
| 20 | 500 x 500 | 1000 x 500 | 2000 x 500 | 3000 x 500 | 1000 x 1000 | 2000 x 1000 | 3000 x 1000 |
| 25 | 500 x 500 | 1000 x 500 | 2000 x 500 | 3000 x 500 | 1000 x 1000 | 2000 x 1000 | 3000 x 1000 |
| 30 | 500 x 500 | 1000 x 500 | 2000 x 500 | 3000 x 500 | 1000 x 1000 | 2000 x 1000 | 3000 x 1000 |
| 40 | 500 x 500 | 1000 x 500 | 2000 x 500 | 3000 x 500 | 1000 x 1000 | 2000 x 1000 | 3000 x 1000 |
| 50 | 500 x 500 | 1000 x 500 | 2000 x 500 | 3000 x 500 | 1000 x 1000 | 2000 x 1000 | 3000 x 1000 |

Bajo demanda fabricamos cualquier medida especial.

TOPES ADIPRENE

Dureza: 95 Shore

Forma de Pedido:
Modelo



| d ₁ | d ₂ | l | k | t ₁ | Modelo |
|----------------|----------------|------|-----|----------------|--------|
| 6 | 3,6 | 9,5 | 4,5 | 8 | T - 6 |
| 10 | 6 | 15,5 | 7,2 | 13 | T - 10 |
| 16 | 9,5 | 25 | 12 | 21 | T - 16 |
| 24 | 19 | 25 | 10 | 21 | T - 24 |

Material:

Elástometro de Poliuretano

Dureza:

90/95 Shore A.

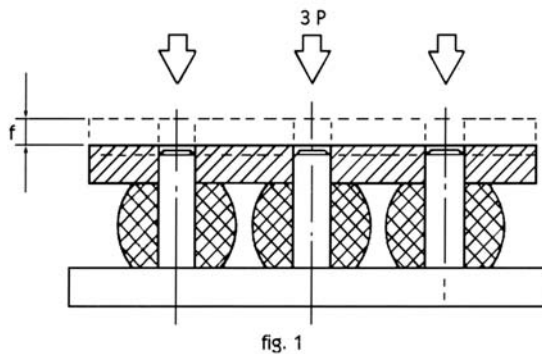
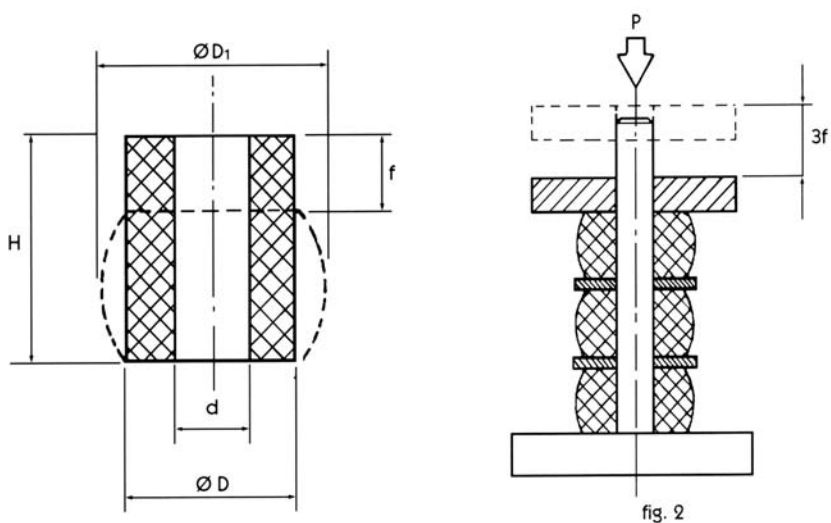
Deformación máx.:

30% de su longitud.

Eliminación de roturas.

Amortiguación de ruidos.

Gran resistencia a los esfuerzos violentos, a los aceites y a las sustancias ácidas o corrosivas.



Advertencias

a) Para obtener mayor rendimiento y duración de los muelles fabricados con "Elástometro de Poliuretano", debe cortarse la barra al torno y a una velocidad aproximada de 40 m/minuto, refrigerando la herramienta para evitar la adherencia de partículas de material.

b) Es muy importante no utilizar muelles cuya longitud sea superior al doble de su \varnothing : (\varnothing 40 L máx. 80mm).

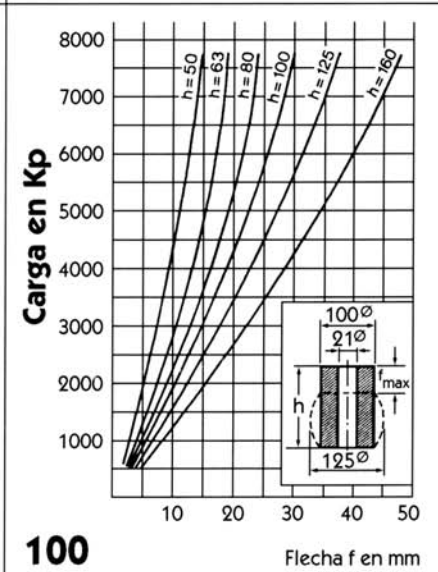
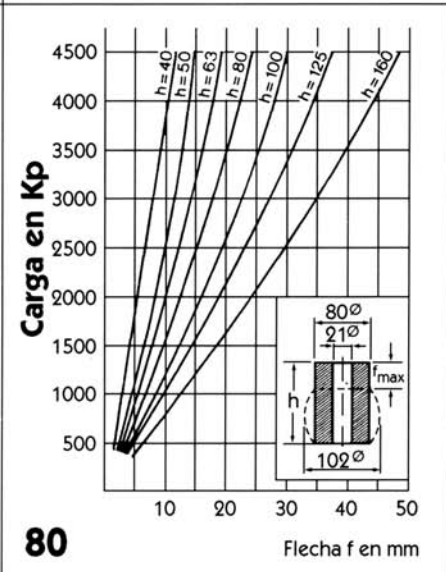
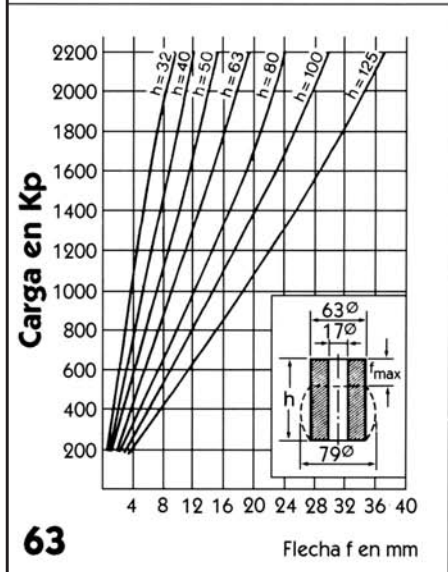
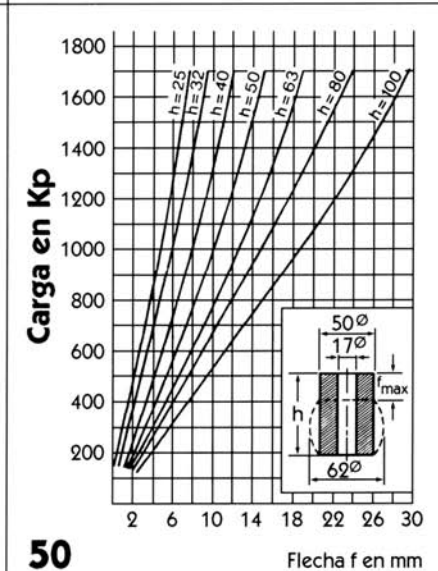
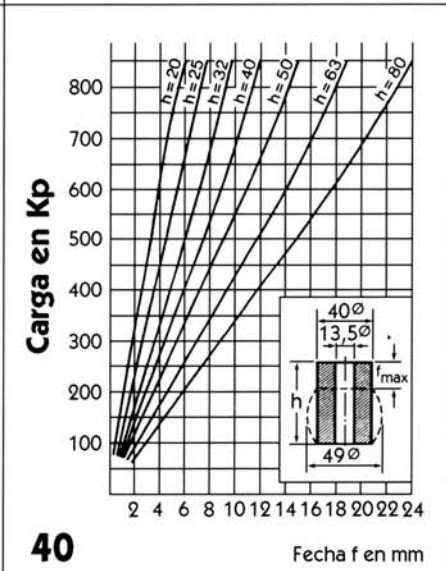
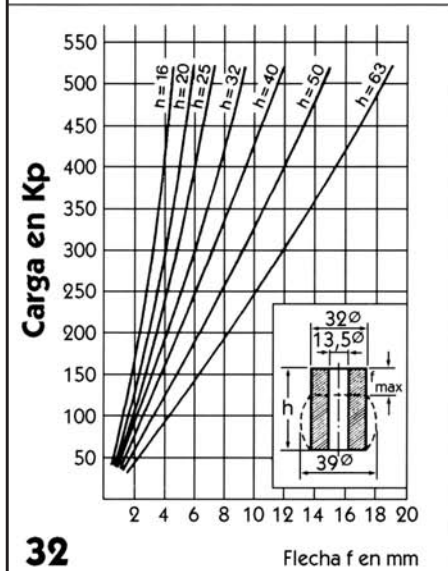
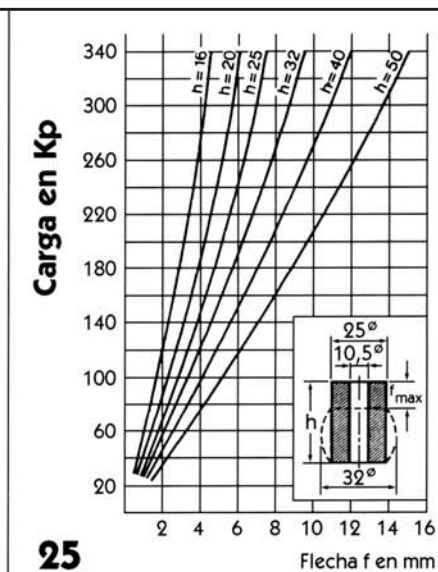
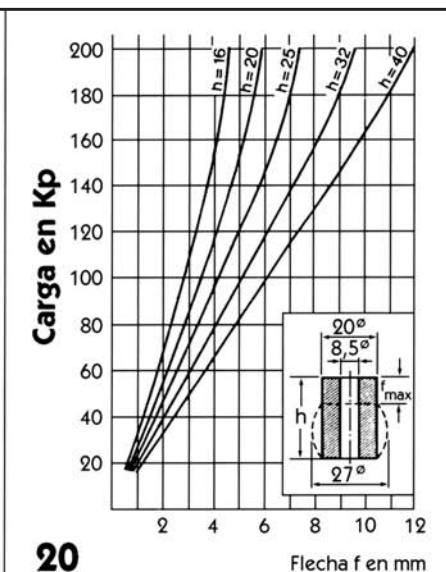
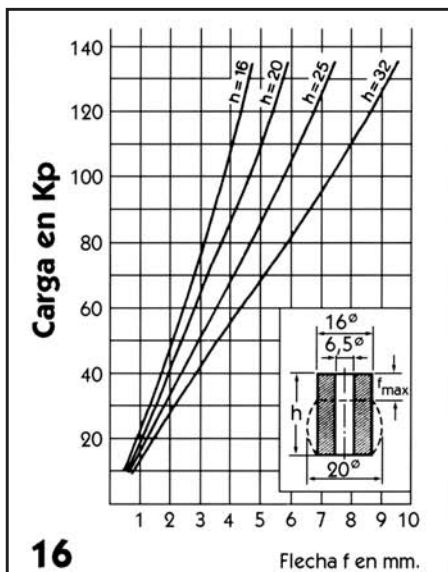
c) Podrá obtenerse mayor resistencia montando varios muelles en paralelo (fig. 1).

La carrera se aumentará montando un máximo de tres muelles en vertical y separados por arandelas o platillos metálicos (fig. 2).

d) Una vez en servicio, el muelle sufrirá un asentamiento de sus fibras, acortando su longitud en un 5 ó 7% aproximadamente, resuperándola paulatinamente durante las primeras 8 ó 10 horas de trabajo.

Una de las muchas aplicaciones de la barra de poliuretano es la construcción de muelles para matrices, recomendada particularmente cuando deban ser sometidos a elevadas cargas.

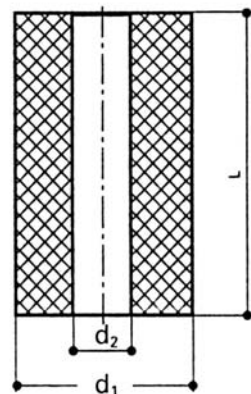
GRÁFICOS DE FLEXIÓN ADIPRENE Barras de poliuretano. Dureza: 90 Shore A



RESORTES NEOPRENE

Dureza: 80 Shores

Forma de Pedido:
 $d_1 \times L$



| $d_1 \times L$ | d_2 |
|----------------|-------|
| 16 x 20 | 8,5 |
| 20 x 25 | |
| 20 x 32 | |
| 25 x 25 | |
| 25 x 32 | |
| 25 x 40 | |
| 32 x 32 | 13,5 |
| 32 x 40 | |
| 32 x 50 | |
| 32 x 63 | |
| 40 x 32 | |
| 40 x 40 | |
| 40 x 50 | |
| 40 x 63 | |
| 40 x 80 | |
| 40 x 100 | |
| 50 x 32 | 17 |
| 50 x 40 | |
| 50 x 50 | |
| 50 x 63 | |
| 50 x 80 | |
| 50 x 100 | |
| 63 x 32 | |
| 63 x 40 | |
| 63 x 50 | |
| 63 x 63 | |
| 63 x 80 | |
| 63 x 100 | |
| 63 x 125 | 21 |
| 80 x 50 | |
| 80 x 63 | |
| 80 x 80 | |
| 80 x 100 | |
| 80 x 125 | |
| 100 x 40 | |
| 100 x 63 | |
| 100 x 100 | |
| 100 x 125 | |

EXPULSORES DE MUELLE Modelo EM 8087 - EM 8088

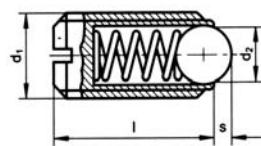
Modelo EM 8087
Con bola de rosca

Material:
Acero de corte

Forma de Pedido:
Modelo x d_1

Modelo EM 8088
Estos expulsores
son resistentes
al calor hasta 350°

Material:
Acero inoxidable



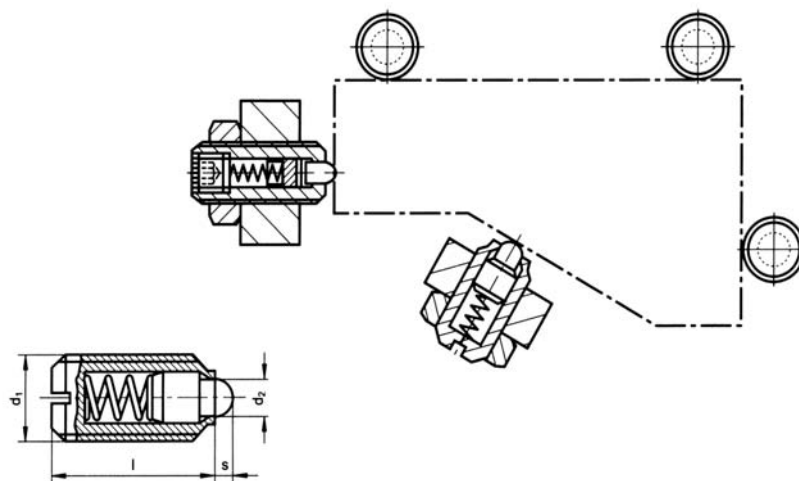
| d_1 | l | s | d_2 | F_{\varnothing} N | F_5 N |
|-------|-----|-----|-------|------------------------|------------|
| M4 | 9 | 0,8 | 2,5 | 6 | 12 |
| M5 | 12 | 0,9 | 3 | 7 | 13 |
| M6 | 14 | 1,0 | 3,5 | 9 | 15 |
| M8 | 16 | 1,5 | 5 | 20 | 35 |
| M10 | 19 | 2,0 | 6 | 25 | 45 |
| M12 | 22 | 2,5 | 8 | 35 | 60 |
| M16 | 24 | 3,5 | 10 | 65 | 110 |

EXPULSORES DE MUELLE Modelo EM 8085

Modelo EM 8085
Con muelle de rosca

Material:
Acero de corte

Forma de Pedido:
Modelo x L_1



| d_1 | l | s | d_2 | F_{\varnothing} N | F_5 N |
|-------|-----|-----|-------|------------------------|------------|
| M8 | 16 | 2,0 | 4 | 18 | 37 |
| M10 | 19 | 2,5 | 4,5 | 21 | 45 |
| M12 | 22 | 3,5 | 6 | 23 | 65 |
| M16 | 24 | 4,5 | 8,5 | 44 | 95 |

EXPULSORES DE MUELLE Modelo EM 8093

Modelo EM 8093

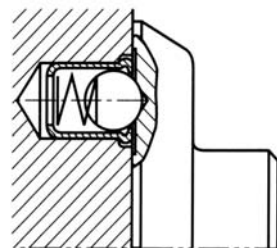
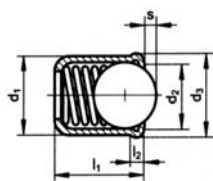
Con muelles

Material:

Acero inoxidable

Forma de Pedido:

Modelo x d₁



| d ₁ | d ₂ | d ₃ | l ₁ | l ₂ | S | F _∅ N | F ₅ N |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|---------------------|---------------------|
| 4 | 3 | 4,6 | 5 | 1 | 0,9 | 2,5 | 6,0 |
| 5 | 4 | 5,6 | 6 | 1 | 1,0 | 3,0 | 6,5 |
| 6 | 5 | 6,5 | 7 | 1 | 1,5 | 5,5 | 11,5 |
| 8 | 6,5 | 8,5 | 9 | 1 | 1,8 | 7,0 | 12,5 |

EXPULSORES DE MUELLE Modelo EM 8092

Modelo EM 8092

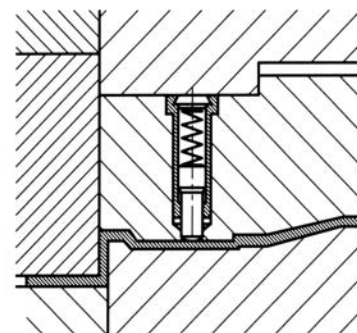
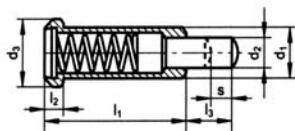
Con muelles

Material:

Acero de corte

Forma de Pedido:

Modelo



| d ₁ | d ₂ | d ₃ | l ₁ | l ₂ | l ₃ | S | F _∅ N | F ₅ N |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|---------------------|---------------------|
| 10 | 5,9 | 13 | 30 | 4 | 10 | 5,5 | 42 | 110 |

EXPULSORES DE MUELLE Modelo EM 8090

Modelo EM 8090

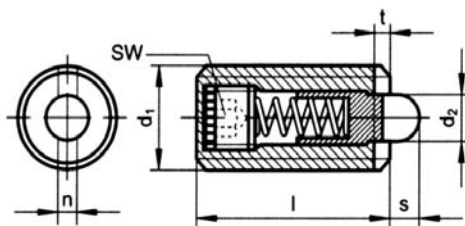
De rosca
con forma hexagonal interior

Material:

Acero de corte

Forma de Pedido:

Modelo x d_1



| d_1 | d_2 | l | n | s | t | SW | F \emptyset N | F ₅ N |
|-------|-------|----|-----|-----|-----|-----|--------------------|---------------------|
| M4 | 1,5 | 15 | 0,6 | 1,5 | 0,6 | 1,3 | 5 | 15 |
| M5 | 2,4 | 18 | 1,2 | 2,3 | 0,8 | 1,5 | 7 | 20 |
| M6 | 2,7 | 20 | 1,3 | 2,5 | 0,9 | 2,0 | 7 | 20 |
| M8 | 3,5 | 22 | 1,5 | 3,0 | 1,4 | 2,5 | 9 | 35 |
| M10 | 4,0 | 22 | 1,5 | 3,0 | 1,4 | 3,0 | 9 | 35 |
| M12 | 6,0 | 28 | 2,7 | 4,0 | 2,0 | 4,0 | 15 | 55 |
| M16 | 7,5 | 32 | 3,2 | 5,0 | 2,5 | 5,0 | 45 | 100 |

EXPULSORES DE MUELLE Modelo EM 8091

Modelo EM 8091

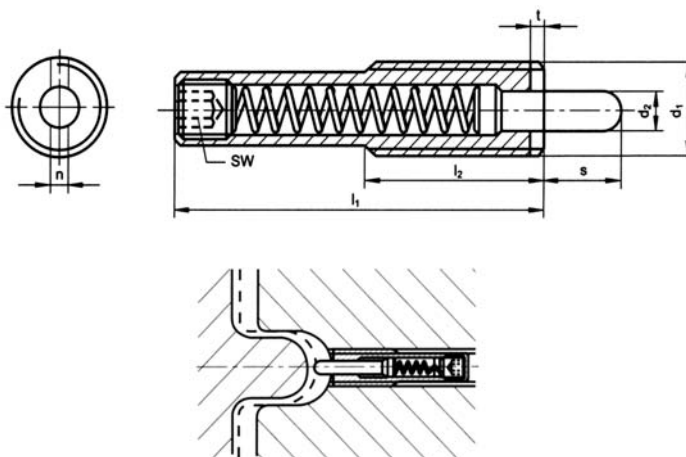
De rosca

Material:

Acero de corte

Forma de Pedido:

Modelo x d_1



| d_1 | s | d_2 | l_1 | l_2 | n | t | SW | F \emptyset N | F ₅ N |
|-------|----|-------|-------|-------|-----|-----|----|--------------------|---------------------|
| M12 | 10 | 5,5 | 43 | 35 | 2,7 | 2,0 | 4 | 4 | 20 |
| M16 | 15 | 7,5 | 60 | 35 | 3,2 | 2,5 | 5 | 10 | 40 |
| M16 | 30 | 7,5 | 120 | 35 | 3,2 | 2,5 | 5 | 18 | 40 |



La normativa ISO 10243 define los siguientes parámetros para el resorte de compresión en cable rectangular:

D: diámetro del alojamiento, también llamado diámetro externo;

d: diámetro de la clavija guía, también llamado diámetro interno;

LO: Longitud del resorte en reposo, llamado también longitud libre;

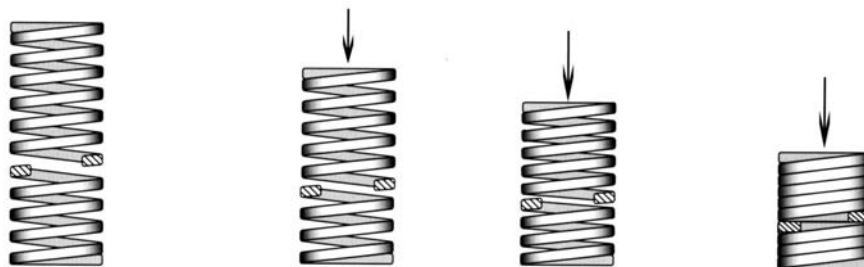
R: Carga expresado en Newton, necesario para desviar el resorte de 1mm. (1 Newton = 0,102 Kg).

La normativa define también los valores y la deflexión máxima de trabajo por cada resorte, la tolerancia de la longitud libre y los colores identificativos de la carga.

SELECCIÓN DEL RESORTE

La selección del resorte es facilitada por las tablas del catálogo, que indican los valores de carga y carrera en dos hipótesis diferentes de deflexión de trabajo. Además vienen suministrados los valores de carga y carrera aproximados para el resorte en bloque. El siguiente prospecto resume las deflexiones calculadas para cada serie.

| | SERIE | CARGA | LARGA DURACIÓN DEFLEXIÓN | MÁXIMA PERMITIDA | DEFLEXIÓN EN BLOQUE |
|-----------|-------|-------------|-----------------------------|---------------------|------------------------|
| ISO 10243 | V | LIGERO | 30% | 40% | Aprox. 50% |
| ISO 10243 | AZ | MEDIO | 25% | 35% | Aprox. 45% |
| ISO 10243 | R | FUERTE | 20% | 30% | Aprox. 40% |
| ISO 10243 | A | EXTRAFUERTE | 20% | 30% | Aprox. 35% |



EN LA SELECCIÓN Y EN LA UTILIZACIÓN DE LOS RESORTES RECOMENDAMOS:

- 1 Elegir los resortes más largos y de serie inferior, mientras sea permitido por las normas de trabajo.
- 2 Evitar absolutamente deflexiones totales (precarga + carrera de trabajo) superiores a la máxima indicada en el catálogo. Comprobar también cuando se afilan los utensilios en el molde.
- 3 Precarga siempre de los resortes, al menos en medida del 5% de la longitud libre, con un mínimo de 2 mm.
- 4 Asegurar un plano de apoyo que permita a los resortes trabajar en eje. Guiar los resortes con una clavija interna o con un alojamiento profundo.

Introducción

Los resortes del presente catálogo se fabrican utilizando nuevas tecnologías y un sistema de enrollado patentado por nosotros, el cual evita deterioros en la sección del cable y por ello, permite una mayor duración y mejor rendimiento.

Están codificados y normalizados en 382 dimensiones, subdivididas en cuatro series que tienen las mismas dimensiones pero diferentes valores de carga y curso. Cada serie tiene su propio color característico, lo que permite una identificación rápida y sencilla. La normalización que aquí se utiliza, y que representa la más corriente internacionalmente, permite individualizar cada resorte según los siguientes parámetros:

| | |
|------------------|---|
| 1.ª Serie | Carga ligera Color verde Modelo de catálogo V |
| | Carga media Color azul Modelo de catálogo Az |
| | Carga fuerte Color rojo Modelo de catálogo R |
| | Carga extrafuerte Color amarillo Modelo de catálogo A |

2.ª Diámetro exterior

Diámetro del orificio donde se inserta el resorte

3.ª Longitud libre

Longitud total del resorte en reposo

En el pedido es suficiente con referirse al modelo de catálogo, el cual especifica exactamente estos tres parámetros. Todos los tamaños en catálogo se enviarán inmediatamente, mientras que los requisitos de una producción especial se basarán en el pedido.

¿Qué se comunica en la lista?

Aparte de los tres parámetros antes mencionados y el modelo de catálogo, las listas indican los siguientes datos para cada resorte:

Diámetro interno:

Diámetro de la varilla que guía el resorte.

Sección del cable:

Sección aproximada después del enrollamiento.

Constante del resorte:

La carga, expresada en newtons, para obtener una deflexión de 1 mm.

Carga y deflexión en dos hipótesis diferentes de trabajo:

La carga y la correspondiente deflexión total recomendada para un mejor uso del resorte (es decir, mayor duración) y la carga y la máxima deflexión total relativa permitida en su utilización.

Carga y deflexión para resortes a altura sólida:

Valores límite aproximados que no deberían alcanzarse en el momento de utilización.

Importante

El diámetro exterior del resorte es siempre inferior al diámetro exterior del catálogo (el cual se refiere al orificio), e igualmente: El diámetro interior del resorte es siempre superior al diámetro interior del catálogo (el cual se refiere a la varilla guía. De esta forma el resorte funciona libremente en la guía seleccionada de acuerdo a los diámetros interior y exterior del catálogo.

Algunos consejos para una mejor utilización del resorte

Selección

La selección del resorte debe realizarse mientras se planifica la matriz, así como otros componentes.

Precarga

El resorte siempre debe estar precargado al 5% para evitar las circunstancias que pudieran adelantar considerablemente la rotura del resorte.

Guía

Los resortes deben ser guiados con un orificio o/ya una varilla apropiados. Esto se hace esencial cuando la longitud libre es más del triple del diámetro externo.

Mayor duración del resorte

Si la matriz está diseñada para grandes producciones y se quiere obtener una mayor vida para los resortes, se aconseja que se opte por:

- Un mayor número de resortes, elegidos de la serie ligera
- Resortes más largos para tener una deflexión proporcionalmente menor.

Recambio

Si se tienen que reemplazar uno o más resortes rotos, se aconseja que se reemplacen todos los resortes de la matriz para distribuir las cargas uniformemente en cada resorte y mantener un equilibrio correcto de fuerzas.

Homogeneidad

No mezcle resortes de diferentes longitudes o cargas.

Modificaciones

En el caso de que se afilen los útiles de la matriz, es necesario asegurarse de que las condiciones de trabajo de los resortes permanecen invariables o que no sobrepasan los límites recomendados en ningún momento.

Ahorro

Teniendo en cuenta que el coste de los resortes es normalmente bajo respecto al coste de la matriz, es obvio que cualquier ahorro en éstos, que puedan incrementar la frecuencia de paradas, costes de mantenimiento, tiempos improductivos, etc. es una elección antieconómica.

Evite problemas y ahorre realmente eligiendo correctamente en este catálogo los resortes que vaya a utilizar en sus matrices.

Acero

El rendimiento que se ha de obtener de un resorte para matrizado requiere la utilización de materiales de alta tenacidad y elasticidad, así como considerable resistencia a la fatiga. Estas características se encuentran a un nivel muy alto en el acero de cromo-vanadio, desgaseados al vacío. Constantes pruebas en nuestros laboratorios y la rentable colaboración con algunos de los mejores y más especializados fabricantes de acero en este campo, nos permiten, tras largos años de experiencia, definir algunos detalles (p.ej., la composición química, la pureza, los tratamientos, ...) que aumentan la calidad del material y el rendimiento de los resortes. El acero fabricado de acuerdo a nuestras normas específicas recibe asimismo un particular acabado de superficie, el cual elimina los posibles puntos de rotura. El proceso de fabricación de nuestros resortes, por lo tanto, comienza con un cable que tenga la capacidad de superar el esfuerzo.

Sección del cable

Los resortes con un diámetro exterior de más de 16 mm. se producen con una sección rectangular y bordes redondeados, obtenidos debido a una sección trapezoidal especial dispuesta antes del enrollado. Se ha demostrado que este tipo de sección tiene menor concentración de tensiones que el resto, obteniéndose así una resistencia máxima del resorte a la fatiga. Además de esta forma especial, al producirse una mayor concentración de material, se alcanza la mejor proporción carga/deflexión.

Enrollado

Es una de las fases más críticas de la fabricación de resortes de matricería. De hecho, las formas tradicionales de enrollado producen inevitables deterioros en la sección del cable. Para evitar este serio inconveniente hemos patentado nuestro propio sistema de enrollado. Gracias a éste, el resorte se enrolla sin deformar la sección del cable y sin producir ni grietas ni puntos de rotura, ni aumenta de forma apreciable la tensión. Este nuevo procedimiento aumenta considerablemente las normas de resistencia a la fatiga de nuestros resortes.

Extremidades planas

La nivelación perfecta de las dos extremidades asegura una superficie máxima de potencia, la verticalidad del resorte y, por lo tanto, una distribución uniforme de la carga en todos los resortes.

Tratamientos térmicos

Los tratamientos térmicos se realizan en pequeños hornos bajo una atmósfera controlada, comprobando la temperatura directamente en los resortes, y registrando los datos correspondientes en cada lote. La utilización de pequeños hornos ultramodernos, controlados por ordenador, asegura una gran uniformidad de temperaturas en todo el lote. El gráfico de datos de cada lote y el posterior ensayo de dureza nos permite controlar el procedimiento exacto de los tratamientos para cada lote. Gracias a que los gráficos se realizan en filas, siempre son posibles posteriores verificaciones, así como la elaboración de estadísticas con grandes cantidades de datos.

Granallado

Este proceso induce un endurecimiento superficial de forma que se aumenta la resistencia a la fatiga del resorte.

Prensado

Todos los resortes sufren un prensado a la altura sólida para evitar posibles pérdidas de carga durante su utilización. Esta etapa también elimina una gran parte de las tensiones producidas por el granallado.

Control de calidad

Cada resorte que se embala y almacena ha superado una larga serie de controles y pruebas que van desde un certificado de análisis de la acería hasta nuestras propias pruebas del cable antes y después del enrollado, hasta un ensayo dimensional de cada resorte, hasta ensayos relacionados con: dureza, rigidez, resistencia a la fatiga, etc. Las tolerancias permitidas en estos ensayos son tan pequeñas que se puede asegurar la absoluta continuidad de la calidad y la intercambiabilidad de nuestros resortes en todos los almacenados.

RESORTES DE MATRICERÍA Color Verde. Carga ligera (I)

Modelo: Danly

Material: Acero al cromo vanadio

Según DIN-17225 (SAE 6150)

IN 0,102 K

1 KP 9,8 N

Forma de Pedido: Modelo



| Diámetro del orificio | Diámetro de varilla | Longitud mm. | Modelo | Constante N/1 mm. | Deflexión recomendada 30% | | Deflexión máxima 40% | | Deflexión al bloqueo aprox. | |
|-----------------------|---------------------|-----------------|---------|----------------------|---------------------------|------|----------------------|------|-----------------------------|-----|
| | | | | | N | mm. | N | mm. | N | mm. |
| 10 mm. | 4,5 mm. | 25 | V10x25 | 11,7 | 88 | 7,5 | 117 | 10 | 140 | 12 |
| | | 32 | V10x32 | 9,4 | 90 | 9,6 | 120 | 12,8 | 150 | 16 |
| | | 38 | V10x38 | 7,4 | 84 | 11,4 | 112 | 15,2 | 141 | 19 |
| | | 45 | V10x45 | 6,6 | 89 | 13,5 | 119 | 18 | 145 | 22 |
| | | 50 | V10x50 | 5,9 | 88 | 15 | 118 | 20 | 141 | 24 |
| | | 65 | V10x65 | 4,5 | 88 | 19,5 | 117 | 26 | 144 | 32 |
| | | 75 | V10x75 | 3,5 | 79 | 22,5 | 105 | 30 | 130 | 37 |
| | | 303 | V10x303 | 1 | 91 | 91 | 121 | 121 | 144 | 144 |
| 13 mm. | 7 mm. | 25 | V13x25 | 15,7 | 117 | 7,5 | 157 | 10 | 188 | 12 |
| | | 32 | V13x32 | 12,2 | 117 | 9,6 | 156 | 12,8 | 207 | 17 |
| | | 38 | V13x38 | 10,6 | 120 | 11,4 | 161 | 15,2 | 212 | 20 |
| | | 45 | V13x45 | 8,8 | 118 | 13,5 | 158 | 18 | 211 | 24 |
| | | 50 | V13x50 | 7,8 | 117 | 15 | 157 | 20 | 210 | 27 |
| | | 65 | V13x65 | 5,9 | 115 | 19,5 | 153 | 26 | 201 | 34 |
| | | 75 | V13x75 | 5 | 113 | 22,5 | 150 | 30 | 190 | 38 |
| | | 303 | V13x303 | 1,3 | 118 | 91 | 158 | 121 | 192 | 148 |
| 16 mm. | 8,5 mm. | 25 | V16x25 | 28,4 | 213 | 7,5 | 284 | 10 | 340 | 12 |
| | | 32 | V16x32 | 22,5 | 216 | 9,6 | 288 | 12,8 | 360 | 16 |
| | | 38 | V16x38 | 19,1 | 217 | 11,4 | 290 | 15,2 | 362 | 19 |
| | | 45 | V16x45 | 15,7 | 212 | 13,5 | 282 | 18 | 361 | 23 |
| | | 50 | V16x50 | 13,8 | 207 | 15 | 276 | 20 | 345 | 25 |
| | | 65 | V16x65 | 10,8 | 210 | 19,5 | 280 | 26 | 367 | 34 |
| | | 75 | V16x75 | 8,9 | 200 | 22,5 | 267 | 30 | 338 | 38 |
| | | 90 | V16x90 | 7,8 | 210 | 27 | 280 | 36 | 351 | 45 |
| | | 101 | V16x101 | 6,8 | 206 | 30 | 274 | 40 | 340 | 50 |
| | | 303 | V16x303 | 2,2 | 200 | 91 | 266 | 121 | 330 | 150 |
| 19 mm. | 10 mm. | 25 | V19x25 | 51 | 383 | 7,5 | 510 | 10 | 612 | 12 |
| | | 32 | V19x32 | 38,3 | 368 | 9,6 | 490 | 12,8 | 612 | 16 |
| | | 38 | V19x38 | 31,1 | 355 | 11,4 | 473 | 15,2 | 590 | 19 |
| | | 45 | V19x45 | 26,7 | 360 | 13,5 | 481 | 18 | 587 | 22 |
| | | 50 | V19x50 | 23,7 | 356 | 15 | 474 | 20 | 592 | 25 |
| | | 65 | V19x65 | 18,4 | 359 | 19,5 | 478 | 26 | 588 | 32 |
| | | 75 | V19x75 | 15,6 | 351 | 22,5 | 468 | 30 | 592 | 38 |
| | | 90 | V19x90 | 13,3 | 359 | 27 | 479 | 36 | 598 | 45 |
| | | 101 | V19x101 | 11,8 | 354 | 30 | 472 | 40 | 613 | 52 |
| | | 115 | V19x115 | 10,4 | 364 | 35 | 478 | 46 | 613 | 59 |
| | | 126 | V19x126 | 9,4 | 357 | 38 | 470 | 50 | 620 | 66 |
| | | 151 | V19x151 | 7,8 | 351 | 45 | 468 | 60 | 616 | 79 |
| | | 303 | V19x303 | 3,8 | 346 | 91 | 460 | 121 | 592 | 156 |

RESORTES DE MATRICERÍA Color Verde. Carga ligera (II)

Forma de Pedido:
Modelo



| Diámetro del orificio | Diámetro de varilla | Longitud mm. | Modelo | Constante N/1 mm. | Deflexión recomendada 30% | | Deflexión máxima 40% | | Deflexión al bloqueo aprox. | |
|-----------------------|---------------------|-----------------|---------|----------------------|---------------------------|------|----------------------|------|-----------------------------|-----|
| | | | | | N | mm. | N | mm. | N | mm. |
| 26 mm. | 12,5 mm. | 25 | V26x25 | 94 | 705 | 7,5 | 940 | 10 | 1128 | 12 |
| | | 32 | V26x32 | 73,6 | 707 | 9,6 | 942 | 12,8 | 1177 | 16 |
| | | 38 | V26x38 | 61,8 | 705 | 11,4 | 940 | 15,2 | 1112 | 18 |
| | | 45 | V26x45 | 49 | 662 | 13,5 | 882 | 18 | 1078 | 22 |
| | | 50 | V26x50 | 44 | 660 | 15 | 880 | 20 | 1100 | 25 |
| | | 65 | V26x65 | 34,3 | 668 | 19,5 | 891 | 26 | 1097 | 32 |
| | | 75 | V26x75 | 29 | 653 | 22,5 | 870 | 30 | 1102 | 38 |
| | | 90 | V26x90 | 24,5 | 662 | 27 | 882 | 36 | 1102 | 45 |
| | | 101 | V26x101 | 21,5 | 645 | 30 | 860 | 40 | 1118 | 52 |
| | | 115 | V26x115 | 18,4 | 644 | 35 | 846 | 46 | 1085 | 59 |
| | | 126 | V26x126 | 17,1 | 650 | 38 | 855 | 50 | 1128 | 66 |
| | | 151 | V26x151 | 14,4 | 648 | 45 | 864 | 60 | 1137 | 79 |
| | | 176 | V26x176 | 12,2 | 647 | 53 | 854 | 70 | 1110 | 91 |
| | | 202 | V26x202 | 10,7 | 652 | 61 | 867 | 81 | 1112 | 104 |
| 303 | V26x303 | 7,2 | 655 | 91 | 871 | 121 | 1123 | 156 | | |
| 32 mm. | 16 mm. | 38 | V32x38 | 91,2 | 1039 | 11,4 | 1386 | 15,2 | 1641 | 18 |
| | | 45 | V32x45 | 77,5 | 1046 | 13,5 | 1395 | 18 | 1705 | 22 |
| | | 50 | V32x50 | 66,7 | 1000 | 15 | 1334 | 20 | 1667 | 25 |
| | | 65 | V32x65 | 52,9 | 1031 | 19,5 | 1375 | 26 | 1692 | 32 |
| | | 75 | V32x75 | 44,1 | 992 | 22,5 | 1323 | 30 | 1675 | 38 |
| | | 90 | V32x90 | 37,3 | 1007 | 27 | 1342 | 36 | 1678 | 45 |
| | | 101 | V32x101 | 31,4 | 942 | 30 | 1256 | 40 | 1632 | 52 |
| | | 115 | V32x115 | 28 | 980 | 35 | 1288 | 46 | 1652 | 59 |
| | | 126 | V32x126 | 25,5 | 980 | 35 | 1288 | 46 | 1652 | 59 |
| | | 151 | V32x151 | 21 | 945 | 45 | 1260 | 60 | 1659 | 79 |
| | | 176 | V32x176 | 17,5 | 927 | 53 | 1225 | 70 | 1592 | 91 |
| | | 202 | V32x202 | 15,4 | 939 | 61 | 1247 | 81 | 1601 | 104 |
| | | 252 | V32x252 | 12,2 | 927 | 76 | 1220 | 100 | 1586 | 130 |
| | | 303 | V32x303 | 10,2 | 928 | 91 | 1234 | 121 | 1591 | 156 |
| 38 mm. | 19 mm. | 50 | V38x50 | 98,1 | 1471 | 15 | 1962 | 20 | 2452 | 25 |
| | | 65 | V38x65 | 76,8 | 1497 | 19,5 | 1996 | 26 | 2457 | 32 |
| | | 75 | V38x75 | 64,6 | 1453 | 22,5 | 1938 | 30 | 2454 | 38 |
| | | 90 | V38x90 | 55 | 1485 | 27 | 1980 | 36 | 2475 | 45 |
| | | 101 | V38x101 | 48 | 1440 | 30 | 1920 | 40 | 2496 | 52 |
| | | 115 | V38x115 | 42,1 | 1473 | 35 | 1936 | 46 | 2483 | 59 |
| | | 126 | V38x126 | 38,2 | 1451 | 38 | 1910 | 50 | 2521 | 66 |
| | | 151 | V38x151 | 30,4 | 1380 | 45 | 1824 | 60 | 2401 | 79 |
| | | 176 | V38x176 | 25,5 | 1351 | 53 | 1785 | 70 | 2320 | 91 |
| | | 202 | V38x202 | 22,8 | 1390 | 61 | 1846 | 81 | 2371 | 104 |
| | | 252 | V38x252 | 18,2 | 1383 | 76 | 1820 | 100 | 2366 | 130 |
| | | 303 | V38x303 | 14,9 | 1356 | 91 | 1802 | 121 | 2324 | 156 |

RESORTES DE MATRICERÍA Color Verde. Carga ligera (III)

Forma de Pedido:
Modelo



| Diámetro del orificio | Diámetro de varilla | Longitud mm. | Modelo | Constante N/1 mm. | Deflexión recomendada 30% | | Deflexión máxima 40% | | Deflexión al bloqueo aprox. | |
|-----------------------|---------------------|-----------------|---------|----------------------|---------------------------|------|----------------------|-----|-----------------------------|-----|
| | | | | | N | mm. | N | mm. | N | mm. |
| 51 mm. | 25 mm. | 65 | V51x65 | 141 | 2749 | 19,5 | 3666 | 26 | 4512 | 32 |
| | | 75 | V51x75 | 120 | 2700 | 22,5 | 3600 | 30 | 4560 | 38 |
| | | 90 | V51x90 | 100 | 2700 | 27 | 3600 | 36 | 4500 | 45 |
| | | 101 | V51x101 | 88,3 | 2649 | 30 | 3532 | 40 | 4591 | 52 |
| | | 115 | V51x115 | 77 | 2695 | 35 | 3542 | 46 | 4543 | 59 |
| | | 126 | V51x126 | 68,6 | 2606 | 38 | 3430 | 50 | 4527 | 66 |
| | | 151 | V51x151 | 56,8 | 2556 | 45 | 3408 | 60 | 4487 | 79 |
| | | 176 | V51x176 | 48 | 2544 | 53 | 3360 | 70 | 4368 | 91 |
| | | 202 | V51x202 | 41,2 | 2513 | 61 | 3373 | 81 | 4284 | 104 |
| | | 252 | V51x252 | 33,3 | 2530 | 76 | 3330 | 100 | 4329 | 130 |
| 63 mm. | 38 mm. | 75 | V63x75 | 189,3 | 4259 | 22,5 | 5679 | 30 | 7382 | 39 |
| | | 90 | V63x90 | 158 | 4266 | 27 | 5688 | 36 | 7110 | 45 |
| | | 101 | V63x101 | 135,4 | 4062 | 30 | 5416 | 40 | 7040 | 52 |
| | | 115 | V63x115 | 115,7 | 4049 | 35 | 5322 | 46 | 6826 | 59 |
| | | 126 | V63x126 | 103 | 3914 | 38 | 5159 | 50 | 6798 | 66 |
| | | 151 | V63x151 | 84,3 | 3793 | 45 | 5058 | 60 | 6659 | 79 |
| | | 176 | V63x176 | 71,6 | 3794 | 53 | 5012 | 70 | 6515 | 91 |
| | | 202 | V63x202 | 61,8 | 3769 | 61 | 5005 | 81 | 6427 | 104 |
| | | 252 | V63x252 | 47 | 3572 | 76 | 4700 | 100 | 6110 | 130 |
| | | 303 | V63x303 | 38,2 | 3476 | 91 | 4622 | 121 | 5959 | 156 |

RESORTES DE MATRICERÍA Color Azul. Carga media (I)

Modelo: Danly

Material: Acero al cromo vanadio

Según DIN-17225 (SAE 6150)

IN 0,102 K

1 KP 9,8 N

Forma de Pedido: Modelo



| Diámetro del orificio | Diámetro de varilla | Longitud mm. | Modelo | Constante N/1 mm. | Deflexión recomendada 25% | | Deflexión máxima 35% | | Deflexión al bloqueo aprox. | |
|-----------------------|---------------------------|-----------------|----------|----------------------|---------------------------|------|----------------------|------|-----------------------------|-----|
| | | | | | N | mm. | N | mm. | N | mm. |
| 10 mm. | 4,5 mm. | 25 | Az10x25 | 17,1 | 106 | 6,2 | 148 | 8,7 | 171 | 10 |
| | | 32 | Az10x32 | 14,7 | 117 | 8 | 161 | 11 | 176 | 12 |
| | | 38 | Az10x38 | 12,7 | 120 | 9,5 | 171 | 13,5 | 190 | 15 |
| | | 45 | Az10x45 | 10,8 | 118 | 11 | 167 | 15,5 | 205 | 19 |
| | Sección hilo 1,8 x 1,2 | 50 | Az10x50 | 9,8 | 122 | 12,5 | 171 | 17,5 | 205 | 21 |
| | | 65 | Az10x65 | 7,4 | 118 | 16 | 170 | 23 | 192 | 26 |
| | | 75 | Az10x75 | 5,9 | 112 | 19 | 153 | 26 | 182 | 31 |
| | | 303 | Az10x303 | 1,5 | 114 | 76 | 159 | 106 | 180 | 120 |
| 13 mm. | 7 mm. | 25 | Az13x25 | 25,5 | 158 | 6,2 | 221 | 8,7 | 255 | 10 |
| | | 32 | Az13x32 | 19,6 | 156 | 8 | 215 | 11 | 254 | 13 |
| | | 38 | Az13x38 | 16,7 | 158 | 9,5 | 225 | 13,5 | 267 | 16 |
| | | 45 | Az13x45 | 13,7 | 150 | 11 | 212 | 15,5 | 274 | 20 |
| | Sección hilo 2,5 x 1,5 | 50 | Az13x50 | 12,7 | 158 | 12,5 | 222 | 17,5 | 279 | 22 |
| | | 65 | Az13x65 | 9,8 | 156 | 16 | 225 | 23 | 264 | 27 |
| | | 75 | Az13x75 | 8,3 | 157 | 19 | 215 | 26 | 257 | 31 |
| | | 303 | Az13x303 | 2 | 152 | 76 | 212 | 106 | 240 | 120 |
| 16 mm. | 8,5 mm. | 25 | Az16x25 | 47 | 291 | 6,2 | 408 | 8,7 | 423 | 9 |
| | | 32 | Az16x32 | 37,2 | 297 | 8 | 409 | 11 | 446 | 12 |
| | | 38 | Az16x38 | 30,4 | 288 | 9,5 | 410 | 13,5 | 456 | 15 |
| | | 45 | Az16x45 | 24,5 | 269 | 11 | 379 | 15,5 | 465 | 19 |
| | Sección hilo 3,2 x 1,9 | 50 | Az16x50 | 22 | 275 | 12,5 | 385 | 17,5 | 484 | 22 |
| | | 65 | Az16x65 | 16,6 | 265 | 16 | 381 | 23 | 415 | 25 |
| | | 75 | Az16x75 | 14,7 | 279 | 19 | 382 | 26 | 441 | 30 |
| | | 90 | Az16x90 | 12,2 | 268 | 22 | 378 | 31 | 463 | 38 |
| 19 mm. | 10 mm. | 101 | Az16x101 | 11 | 275 | 25 | 385 | 35 | 462 | 42 |
| | | 303 | Az16x303 | 3,8 | 288 | 76 | 402 | 106 | 456 | 120 |
| | | 25 | Az19x25 | 87,3 | 541 | 6,2 | 759 | 8,7 | 873 | 10 |
| | | 32 | Az19x32 | 68,6 | 548 | 8 | 754 | 11 | 891 | 13 |
| | Sección hilo 2,4 x 4,1 | 38 | Az19x38 | 54,9 | 521 | 9,5 | 741 | 13,5 | 823 | 15 |
| | | 45 | Az19x45 | 46,1 | 507 | 11 | 714 | 15,5 | 829 | 18 |
| | | 50 | Az19x50 | 38,2 | 477 | 12,5 | 688 | 17,5 | 764 | 20 |
| | | 65 | Az19x65 | 30,4 | 486 | 16 | 699 | 23 | 729 | 24 |
| | | 75 | Az19x75 | 25,5 | 484 | 19 | 663 | 26 | 714 | 28 |
| | | 90 | Az19x90 | 22 | 484 | 22 | 682 | 31 | 726 | 33 |
| | | 101 | Az19x101 | 19,3 | 482 | 25 | 694 | 34 | 733 | 38 |
| | | 115 | Az19x115 | 17 | 493 | 29 | 680 | 40 | 731 | 43 |
| 126 | Az19x126 | 15,4 | 492 | 32 | 677 | 44 | 739 | 48 | | |
| 151 | Az19x151 | 12,7 | 482 | 38 | 673 | 53 | 749 | 59 | | |
| 303 | Az19x303 | 6,2 | 471 | 76 | 663 | 107 | 756 | 122 | | |

RESORTES DE MATRICERÍA Color Azul. Carga media (II)

Forma de Pedido:
Modelo



| Diámetro del orificio | Diámetro de varilla | Longitud mm. | Modelo | Constante N/1 mm. | Deflexión recomendada 25% | | Deflexión máxima 35% | | Deflexión al bloqueo aprox. | |
|-----------------------|---------------------|-----------------|----------|----------------------|---------------------------|------|----------------------|------|-----------------------------|-----|
| | | | | | N | mm. | N | mm. | N | mm. |
| 26 mm. | 12,5 mm. | 25 | Az26x25 | 160 | 992 | 6,2 | 1392 | 8,7 | 1600 | 10 |
| | | 32 | Az26x32 | 122 | 976 | 8 | 1342 | 11 | 1586 | 13 |
| | | 38 | Az26x38 | 96,1 | 913 | 9,5 | 1297 | 13,5 | 1441 | 15 |
| | | 45 | Az26x45 | 80,4 | 884 | 11 | 1246 | 15,5 | 1447 | 18 |
| | | 50 | Az26x50 | 70,6 | 883 | 12,5 | 1235 | 17,5 | 1412 | 20 |
| | | 65 | Az26x65 | 55 | 880 | 16 | 1265 | 23 | 1320 | 24 |
| | | 75 | Az26x75 | 44,1 | 838 | 19 | 1146 | 26 | 1234 | 28 |
| | | 90 | Az26x90 | 37,8 | 831 | 22 | 1171 | 31 | 1247 | 33 |
| | | 101 | Az26x101 | 33,3 | 832 | 25 | 1198 | 36 | 1265 | 38 |
| | | 115 | Az26x115 | 28,9 | 838 | 29 | 1156 | 40 | 1242 | 43 |
| | | 126 | Az26x126 | 26,3 | 841 | 32 | 1157 | 44 | 1262 | 48 |
| | | 151 | Az26x151 | 22 | 836 | 38 | 1166 | 53 | 1298 | 59 |
| | | 176 | Az26x176 | 18,8 | 828 | 44 | 1165 | 62 | 1297 | 69 |
| | | 202 | Az26x202 | 16,5 | 841 | 51 | 1171 | 71 | 1303 | 79 |
| 303 | Az26x303 | 11 | 836 | 76 | 1177 | 107 | 1342 | 122 | | |
| 32 mm. | 16 mm. | 38 | Az32x38 | 159 | 1510 | 9,5 | 2146 | 13,5 | 2385 | 15 |
| | | 45 | Az32x45 | 133 | 1463 | 11 | 2061 | 15,5 | 2394 | 18 |
| | | 50 | Az32x50 | 109 | 1362 | 12,5 | 1907 | 17,5 | 2180 | 20 |
| | | 65 | Az32x65 | 86,3 | 1380 | 16 | 1984 | 23 | 2157 | 25 |
| | | 75 | Az32x75 | 70,6 | 1341 | 19 | 1835 | 26 | 1976 | 28 |
| | | 90 | Az32x90 | 61,8 | 1359 | 22 | 1915 | 31 | 2039 | 33 |
| | | 101 | Az32x101 | 53 | 1325 | 25 | 1908 | 36 | 2014 | 38 |
| | | 115 | Az32x115 | 46,1 | 1336 | 29 | 1844 | 40 | 1982 | 43 |
| | | 126 | Az32x126 | 42,1 | 1347 | 32 | 1852 | 44 | 2020 | 48 |
| | | 151 | Az32x151 | 35,3 | 1341 | 38 | 1870 | 53 | 2082 | 59 |
| | | 176 | Az32x176 | 29,4 | 1293 | 44 | 1822 | 62 | 2028 | 69 |
| | | 202 | Az32x202 | 25,4 | 1295 | 51 | 1803 | 71 | 2006 | 79 |
| | | 252 | Az32x252 | 20,2 | 1272 | 63 | 1777 | 88 | 1999 | 99 |
| | | 303 | Az32x303 | 17 | 1292 | 76 | 1819 | 107 | 2074 | 122 |
| 38 mm. | 19 mm. | 50 | Az38x50 | 161 | 2012 | 12,5 | 2817 | 17,5 | 3220 | 20 |
| | | 65 | Az38x65 | 122 | 1952 | 16 | 2806 | 23 | 3050 | 25 |
| | | 75 | Az38x75 | 102 | 1938 | 19 | 2652 | 26 | 2856 | 28 |
| | | 90 | Az38x90 | 84,3 | 1854 | 22 | 2613 | 31 | 2781 | 33 |
| | | 101 | Az38x101 | 73,5 | 1837 | 25 | 2646 | 36 | 2793 | 38 |
| | | 115 | Az38x115 | 64,7 | 1876 | 29 | 2588 | 40 | 2782 | 43 |
| | | 126 | Az38x126 | 57,8 | 1849 | 32 | 2543 | 44 | 2774 | 48 |
| | | 151 | Az38x151 | 48 | 1824 | 38 | 2544 | 53 | 2832 | 59 |
| | | 176 | Az38x176 | 42 | 1848 | 44 | 2604 | 62 | 2898 | 69 |
| | | 202 | Az38x202 | 37,2 | 1897 | 51 | 2641 | 71 | 2938 | 79 |
| | | 252 | Az38x252 | 28,9 | 1820 | 63 | 2543 | 88 | 2861 | 99 |
| | | 303 | Az38x303 | 23,7 | 1801 | 76 | 2535 | 107 | 2891 | 122 |

RESORTES DE MATRICERÍA Color Azul. Carga media (III)

Forma de Pedido:
Modelo



| Diámetro del orificio | Diámetro de varilla | Longitud mm. | Modelo | Constante N/1 mm. | Deflexión recomendada 25% | | Deflexión máxima 35% | | Deflexión al bloqueo aprox. | |
|-----------------------|---------------------|-----------------|----------|----------------------|---------------------------|-----|----------------------|-----|-----------------------------|-----|
| | | | | | N | mm. | N | mm. | N | mm. |
| 51 mm. | 25 mm. | 65 | Az51x65 | 198 | 3168 | 16 | 4554 | 23 | 4752 | 24 |
| | | 75 | Az51x75 | 162 | 3078 | 19 | 4212 | 26 | 4536 | 28 |
| | | 90 | Az51x90 | 135 | 2970 | 22 | 4185 | 31 | 4455 | 33 |
| | | 101 | Az51x101 | 117 | 2925 | 25 | 4212 | 36 | 4446 | 38 |
| | | 115 | Az51x115 | 103 | 2987 | 29 | 4120 | 40 | 4429 | 43 |
| | | 126 | Az51x126 | 93,2 | 2982 | 32 | 4100 | 44 | 4473 | 48 |
| | | 151 | Az51x151 | 77,5 | 2945 | 38 | 4107 | 53 | 4572 | 59 |
| | | 176 | Az51x176 | 66,7 | 2934 | 44 | 4135 | 62 | 4602 | 69 |
| | | 202 | Az51x202 | 56,9 | 2902 | 51 | 4039 | 71 | 4495 | 79 |
| | | 252 | Az51x252 | 46,1 | 2904 | 63 | 4056 | 88 | 4563 | 99 |
| 63 mm. | 38 mm. | 75 | Az63x75 | 311 | 5909 | 19 | 8086 | 26 | 8708 | 28 |
| | | 90 | Az63x90 | 259 | 5698 | 22 | 8029 | 31 | 8547 | 33 |
| | | 101 | Az63x101 | 220 | 5500 | 25 | 7920 | 36 | 8360 | 38 |
| | | 115 | Az63x115 | 187 | 5423 | 29 | 7480 | 40 | 8041 | 43 |
| | | 126 | Az63x126 | 167 | 5344 | 32 | 7348 | 44 | 8016 | 48 |
| | | 151 | Az63x151 | 136 | 5168 | 38 | 7208 | 53 | 8024 | 59 |
| | | 176 | Az63x176 | 115 | 5060 | 44 | 7130 | 62 | 7935 | 69 |
| | | 202 | Az63x202 | 100 | 5100 | 51 | 7100 | 71 | 7900 | 79 |
| | | 252 | Az63x252 | 78,4 | 4939 | 63 | 6899 | 88 | 7761 | 99 |
| | | 303 | Az63x303 | 64,7 | 4917 | 76 | 6922 | 107 | 7893 | 122 |

RESORTES DE MATRICERÍA Color Rojo. Carga fuerte (I)

Modelo: Danly

Material: Acero al cromo vanadio

Según DIN-17225 (SAE 6150)

IN 0,102 K

1 KP 9,8 N

Forma de Pedido: Modelo



| Diámetro del orificio | Diámetro de varilla | Longitud mm. | Modelo | Constante N/1 mm. | Deflexión recomendada 20% | | Deflexión máxima 30% | | Deflexión al bloqueo aprox. | |
|-----------------------|---------------------|-----------------|---------|----------------------|---------------------------|-----|----------------------|------|-----------------------------|-----|
| | | | | | N | mm. | N | mm. | N | mm. |
| 10 mm. | 4,5 mm. | 25 | R10x25 | 21,5 | 107 | 5 | 161 | 7,5 | 193 | 9 |
| | | 32 | R10x32 | 19,6 | 125 | 6,4 | 188 | 9,6 | 235 | 12 |
| | | 38 | R10x38 | 14,7 | 111 | 7,6 | 167 | 11,4 | 205 | 14 |
| | | 45 | R10x45 | 12,7 | 114 | 9 | 171 | 13,5 | 215 | 17 |
| | | 50 | R10x50 | 10,7 | 107 | 10 | 160 | 15 | 214 | 20 |
| | | 65 | R10x65 | 8,8 | 114 | 13 | 171 | 19,5 | 202 | 23 |
| | | 75 | R10x75 | 6,8 | 102 | 15 | 153 | 22,5 | 183 | 27 |
| | | 303 | R10x303 | 1,7 | 103 | 61 | 154 | 91 | 207 | 122 |
| 13 mm. | 7 mm. | 25 | R13x25 | 40,2 | 201 | 5 | 301 | 7,5 | 321 | 8 |
| | | 32 | R13x32 | 33,3 | 213 | 6,4 | 319 | 9,6 | 366 | 11 |
| | | 38 | R13x38 | 28,4 | 215 | 7,6 | 323 | 11,4 | 369 | 13 |
| | | 45 | R13x45 | 23,5 | 211 | 9 | 317 | 13,5 | 352 | 15 |
| | | 50 | R13x50 | 19,6 | 196 | 10 | 294 | 15 | 333 | 17 |
| | | 65 | R13x65 | 14,7 | 191 | 13 | 286 | 19,5 | 323 | 22 |
| | | 75 | R13x75 | 12,7 | 190 | 15 | 285 | 22,5 | 317 | 25 |
| | | 303 | R13x303 | 3,1 | 189 | 61 | 282 | 91 | 372 | 120 |
| 16 mm. | 8,5 mm. | 25 | R16x25 | 70,6 | 353 | 5 | 529 | 7,5 | 706 | 10 |
| | | 32 | R16x32 | 58,8 | 376 | 6,4 | 564 | 9,6 | 705 | 12 |
| | | 38 | R16x38 | 48 | 364 | 7,6 | 547 | 11,4 | 768 | 16 |
| | | 45 | R16x45 | 39,2 | 352 | 9 | 529 | 13,5 | 744 | 19 |
| | | 50 | R16x50 | 35,3 | 353 | 10 | 529 | 15 | 741 | 21 |
| | | 65 | R16x65 | 26,5 | 344 | 13 | 516 | 19,5 | 662 | 25 |
| | | 75 | R16x75 | 22,5 | 337 | 15 | 506 | 22,5 | 675 | 30 |
| | | 90 | R16x90 | 19,6 | 352 | 18 | 529 | 27 | 705 | 36 |
| | | 101 | R16x101 | 17,6 | 352 | 20 | 528 | 30 | 704 | 40 |
| | | 303 | R16x303 | 5,8 | 353 | 61 | 527 | 91 | 684 | 118 |
| 19 mm. | 10 mm. | 25 | R19x25 | 226 | 1130 | 5 | 1695 | 7,5 | 2034 | 9 |
| | | 32 | R19x32 | 174 | 1113 | 6,4 | 1670 | 9,6 | 1914 | 11 |
| | | 38 | R19x38 | 139 | 1056 | 7,6 | 1584 | 11,4 | 1807 | 13 |
| | | 45 | R19x45 | 115 | 1035 | 9 | 1552 | 13,5 | 1725 | 15 |
| | | 50 | R19x50 | 100 | 1000 | 10 | 1500 | 15 | 1800 | 18 |
| | | 65 | R19x65 | 78,5 | 1020 | 13 | 1530 | 19,5 | 1727 | 22 |
| | | 75 | R19x75 | 64,7 | 970 | 15 | 1455 | 22,5 | 1682 | 26 |
| | | 90 | R19x90 | 53,9 | 970 | 18 | 1455 | 27 | 1670 | 31 |
| | | 101 | R19x101 | 47 | 940 | 20 | 1410 | 30 | 1692 | 36 |
| | | 115 | R19x115 | 42,1 | 968 | 23 | 1431 | 34 | 1726 | 41 |
| | | 126 | R19x126 | 37,2 | 930 | 25 | 1413 | 38 | 1674 | 45 |
| | | 151 | R19x151 | 30,9 | 927 | 30 | 1390 | 45 | 1668 | 54 |
| | | 303 | R19x303 | 15,1 | 921 | 61 | 1374 | 91 | 1630 | 108 |

RESORTES DE MATRICERÍA Color Rojo. Carga fuerte (II)

| Diámetro del orificio | Diámetro de varilla | Longitud mm. | Modelo | Constante N/1 mm. | Deflexión recomendada 20% | | Deflexión máxima 30% | | Deflexión al bloqueo aprox. | | |
|-----------------------|---------------------|-----------------|---------|----------------------|---------------------------|------|----------------------|------|-----------------------------|------|-----|
| | | | | | N | mm. | N | mm. | N | mm. | |
| 26 mm. | 12,5 mm. | 32 | R26x32 | 275 | 1760 | 6,4 | 2640 | 9,6 | 3025 | 11 | |
| | | 38 | R26x38 | 225 | 1710 | 7,6 | 2565 | 11,4 | 3150 | 14 | |
| | | 45 | R26x45 | 189 | 1701 | 9 | 2551 | 13,5 | 3024 | 16 | |
| | | 50 | R26x50 | 161 | 1610 | 10 | 2415 | 15 | 3059 | 19 | |
| | | 65 | R26x65 | 125 | 1625 | 13 | 2437 | 19,5 | 2875 | 23 | |
| | | 75 | R26x75 | 101 | 1515 | 15 | 2272 | 22,5 | 2727 | 27 | |
| | Sección hilo | 4,2 x 5,5 | 90 | R26x90 | 86,3 | 1553 | 18 | 2330 | 27 | 2847 | 33 |
| | | | 101 | R26x101 | 74,5 | 1490 | 20 | 2235 | 30 | 2831 | 38 |
| | | | 115 | R26x115 | 66,7 | 1534 | 23 | 2267 | 34 | 2868 | 43 |
| | | | 126 | R26x126 | 59,8 | 1495 | 25 | 2272 | 38 | 2810 | 47 |
| | | | 151 | R26x151 | 49 | 1470 | 30 | 2205 | 45 | 2793 | 57 |
| | | | 176 | R26x176 | 42,1 | 1473 | 35 | 2231 | 53 | 2820 | 67 |
| | | | 202 | R26x202 | 36,3 | 1452 | 40 | 2214 | 61 | 2795 | 77 |
| 32 mm. | 16 mm. | 303 | R26x303 | 24,5 | 1494 | 61 | 2229 | 91 | 2817 | 115 | |
| | | 38 | R32x38 | 382 | 2903 | 7,6 | 4354 | 11,4 | 5348 | 14 | |
| | | 45 | R32x45 | 316 | 2844 | 9 | 4266 | 13,5 | 5056 | 16 | |
| | | 50 | R32x50 | 271 | 2710 | 10 | 4065 | 15 | 4878 | 18 | |
| | | 65 | R32x65 | 211 | 2743 | 13 | 4114 | 19,5 | 4853 | 23 | |
| | | 75 | R32x75 | 176 | 2640 | 15 | 3960 | 22,5 | 4752 | 27 | |
| | Sección hilo | 5,4 x 7 | 90 | R32x90 | 145 | 2610 | 18 | 3915 | 27 | 4785 | 33 |
| | | | 101 | R32x101 | 125 | 2500 | 20 | 3750 | 30 | 4625 | 37 |
| | | | 115 | R32x115 | 109 | 2507 | 23 | 3706 | 34 | 4796 | 44 |
| | | | 126 | R32x126 | 99 | 2475 | 25 | 3762 | 38 | 4653 | 47 |
| | | | 151 | R32x151 | 81,4 | 2442 | 30 | 3663 | 45 | 4558 | 56 |
| | | | 176 | R32x176 | 68,6 | 2401 | 35 | 3635 | 53 | 4527 | 66 |
| | | | 202 | R32x202 | 60 | 2400 | 40 | 3660 | 61 | 4620 | 77 |
| 38 mm. | 19 mm. | 252 | R32x252 | 48 | 2400 | 50 | 3648 | 76 | 4560 | 95 | |
| | | 303 | R32x303 | 39,2 | 2391 | 61 | 3567 | 91 | 4508 | 115 | |
| | | 50 | R38x50 | 347 | 3470 | 10 | 5205 | 15 | 6593 | 19 | |
| | | 65 | R38x65 | 262 | 3406 | 13 | 5109 | 19,5 | 6288 | 24 | |
| | | 75 | R38x75 | 222 | 3360 | 15 | 5040 | 22,5 | 6048 | 27 | |
| | | 90 | R38x90 | 187 | 3366 | 18 | 5049 | 27 | 6171 | 33 | |
| | Sección hilo | 6,2 x 8,3 | 101 | R38x101 | 163 | 3260 | 20 | 4890 | 30 | 6194 | 38 |
| | | | 115 | R38x115 | 142 | 3266 | 23 | 4828 | 34 | 6106 | 43 |
| | | | 126 | R38x126 | 128 | 3200 | 25 | 4864 | 38 | 6144 | 48 |
| | | | 151 | R38x151 | 105 | 3150 | 30 | 4725 | 45 | 6090 | 58 |
| | | | 176 | R38x176 | 89,2 | 3122 | 35 | 4727 | 53 | 6065 | 68 |
| | | | 202 | R38x202 | 77,5 | 3100 | 40 | 4727 | 61 | 6045 | 78 |
| | | | 252 | R38x252 | 61,8 | 3090 | 50 | 4696 | 76 | 6118 | 99 |
| 51 mm. | 25 mm. | 303 | R38x303 | 51 | 3111 | 61 | 4641 | 91 | 6120 | 120 | |
| | | 65 | R51x65 | 412 | 5356 | 13 | 8034 | 19,5 | 9476 | 23 | |
| | | 75 | R51x75 | 332 | 4980 | 15 | 7470 | 22,5 | 8964 | 27 | |
| | | 90 | R51x90 | 284 | 5112 | 18 | 7668 | 27 | 9088 | 32 | |
| | | 101 | R51x101 | 243 | 4860 | 20 | 7290 | 30 | 8991 | 37 | |
| | | 115 | R51x115 | 212 | 4876 | 23 | 7208 | 34 | 8904 | 42 | |
| | Sección hilo | 7,6 x 11,5 | 126 | R51x126 | 189 | 4725 | 25 | 7182 | 38 | 8883 | 47 |
| | | | 151 | R51x151 | 153 | 4590 | 30 | 6885 | 45 | 8874 | 58 |
| | | | 176 | R51x176 | 131 | 4585 | 35 | 6943 | 53 | 8908 | 68 |
| | | | 202 | R51x202 | 114 | 4560 | 40 | 6954 | 61 | 8892 | 78 |
| | | | 252 | R51x252 | 89,2 | 4460 | 50 | 6779 | 76 | 8741 | 98 |
| | | | 303 | R51x303 | 72,5 | 4422 | 61 | 6597 | 91 | 8700 | 120 |

RESORTES DE MATRICERÍA Color Rojo. Carga fuerte (III)

| Diámetro del orificio | Diámetro de varilla | Longitud mm. | Modelo | Constante N/1 mm. | Deflexión recomendada 20% | | Deflexión máxima 30% | | Deflexión al bloqueo aprox. | |
|----------------------------|-------------------------|-----------------|---------|----------------------|---------------------------|------|----------------------|------|-----------------------------|-----|
| | | | | | N | mm. | N | mm. | N | mm. |
| 63 mm. Sección hilo | 38 mm. 12,5 x 11 | 76 | R63x76 | 630 | 9576 | 15,2 | 14364 | 22,8 | 15120 | 24 |
| | | 89 | R63x89 | 485 | 8633 | 17,8 | 12950 | 26,7 | 15520 | 32 |
| | | 102 | R63x102 | 434 | 8854 | 20,4 | 13280 | 30,6 | 15624 | 36 |
| | | 115 | R63x115 | 384 | 8832 | 23,0 | 13248 | 34,5 | 15360 | 40 |
| | | 127 | R63x127 | 349 | 8865 | 25,4 | 13297 | 38,1 | 15356 | 44 |
| | | 152 | R63x152 | 276 | 8390 | 30,4 | 12586 | 45,6 | 15456 | 56 |
| | | 178 | R63x178 | 237 | 8437 | 35,6 | 12656 | 53,4 | 15405 | 65 |
| | | 203 | R63x203 | 210 | 8526 | 40,6 | 12789 | 60,9 | 15540 | 74 |
| | | 254 | R63x254 | 165 | 8382 | 50,8 | 12573 | 76,2 | 15510 | 94 |
| | | 305 | R63x305 | 134 | 8174 | 61,0 | 12261 | 91,5 | 15410 | 115 |

RESORTES DE MATRICERÍA Color Amarillo. Carga extrafuerte (I)

Modelo: Danly

Material: Acero al cromo vanadio

Según DIN-17225 (SAE 6150)

IN 0,102 K

1 KP 9,8 N

Forma de Pedido: Modelo



| Diámetro del orificio | Diámetro de varilla | Longitud mm. | Modelo | Constante N/1 mm. | Deflexión recomendada 17% | | Deflexión máxima 25% | | Deflexión al bloqueo aprox. | |
|-----------------------|---------------------------|-----------------|---------|----------------------|---------------------------|-----|----------------------|------|-----------------------------|-----|
| | | | | | N | mm. | N | mm. | N | mm. |
| 10 mm. | 4,5 mm. | 25 | A10x25 | 34,3 | 144 | 4,2 | 212 | 6,2 | 274 | 8 |
| | | 32 | A10x32 | 25,5 | 137 | 5,4 | 204 | 8 | 255 | 10 |
| | | 38 | A10x38 | 21,5 | 139 | 6,5 | 204 | 9,5 | 258 | 12 |
| | | 45 | A10x45 | 17,8 | 135 | 7,6 | 199 | 11,2 | 249 | 14 |
| | Sección hilo 1,8 x 1,6 | 50 | A10x50 | 15,6 | 132 | 8,5 | 195 | 12,5 | 249 | 16 |
| | | 65 | A10x65 | 12,2 | 134 | 11 | 195 | 16 | 244 | 20 |
| | | 75 | A10x75 | 10,2 | 132 | 13 | 193 | 19 | 244 | 24 |
| | | 303 | A10x303 | 2,4 | 124 | 52 | 182 | 76 | 261 | 109 |
| 13 mm. | 7 mm. | 25 | A13x25 | 59,8 | 251 | 4,2 | 370 | 6,2 | 538 | 9 |
| | | 32 | A13x32 | 45,1 | 243 | 5,4 | 360 | 8 | 496 | 11 |
| | | 38 | A13x38 | 36,3 | 236 | 6,5 | 345 | 9,5 | 471 | 13 |
| | | 45 | A13x45 | 30,4 | 231 | 7,6 | 340 | 11,2 | 486 | 16 |
| | Sección hilo 2,4 x 2,3 | 50 | A13x50 | 27,4 | 232 | 8,5 | 342 | 12,5 | 493 | 18 |
| | | 65 | A13x65 | 22 | 242 | 11 | 352 | 16 | 484 | 22 |
| | | 75 | A13x75 | 18,2 | 236 | 13 | 345 | 19 | 491 | 27 |
| | | 303 | A13x303 | 4,2 | 218 | 52 | 320 | 76 | 483 | 115 |
| 16 mm. | 8,5 mm. | 25 | A16x25 | 124 | 520 | 4,2 | 768 | 6,2 | 1116 | 9 |
| | | 32 | A16x32 | 93,2 | 503 | 5,4 | 745 | 8 | 1025 | 11 |
| | | 38 | A16x38 | 76,5 | 497 | 6,5 | 726 | 9,5 | 994 | 13 |
| | | 45 | A16x45 | 64,7 | 491 | 7,6 | 724 | 11,2 | 970 | 15 |
| | Sección hilo 2,9 x 3,2 | 50 | A16x50 | 55 | 467 | 8,5 | 687 | 12,5 | 935 | 17 |
| | | 65 | A16x65 | 43,1 | 474 | 11 | 689 | 16 | 948 | 22 |
| | | 75 | A16x75 | 36,3 | 472 | 13 | 689 | 19 | 944 | 26 |
| | | 90 | A16x90 | 30,4 | 456 | 15 | 668 | 22 | 942 | 31 |
| 19 mm. | 10 mm. | 101 | A16x101 | 27 | 459 | 17 | 675 | 25 | 945 | 35 |
| | | 303 | A16x303 | 8,7 | 452 | 52 | 661 | 76 | 930 | 107 |
| | | 25 | A19x25 | 347 | 1457 | 4,2 | 2151 | 6,2 | 3123 | 9 |
| | | 32 | A19x32 | 250 | 1350 | 5,4 | 2000 | 8 | 2750 | 11 |
| | Sección hilo 3,8 x 4,2 | 38 | A19x38 | 198 | 1287 | 6,5 | 1881 | 9,5 | 2574 | 13 |
| | | 45 | A19x45 | 166 | 1261 | 7,6 | 1859 | 11,2 | 2490 | 15 |
| | | 50 | A19x50 | 142 | 1207 | 8,5 | 1775 | 12,5 | 2414 | 17 |
| | | 65 | A19x65 | 111 | 1221 | 11 | 1776 | 16 | 2331 | 21 |
| | | 75 | A19x75 | 93,2 | 1211 | 13 | 1770 | 19 | 2330 | 25 |
| | | 90 | A19x90 | 78,5 | 1177 | 15 | 1727 | 22 | 2433 | 31 |
| | | 101 | A19x101 | 67,6 | 1149 | 17 | 1690 | 25 | 2433 | 36 |
| 115 | A19x115 | 58,8 | 1176 | 20 | 1705 | 29 | 2352 | 40 | | |
| 126 | A19x126 | 53 | 1166 | 22 | 1696 | 32 | 2332 | 44 | | |
| 151 | A19x151 | 43,1 | 1120 | 26 | 1637 | 38 | 2241 | 52 | | |
| 303 | A19x303 | 21 | 1092 | 52 | 1596 | 76 | 2247 | 107 | | |

RESORTES DE MATRICERÍA Color Amarillo. Carga extrafuerte (II)

| Diámetro del orificio | Diámetro de varilla | Longitud mm. | Modelo | Constante N/1 mm. | Deflexión recomendada 17% | | Deflexión máxima 25% | | Deflexión al bloqueo aprox. | | | |
|----------------------------|---------------------------|-----------------|---------|----------------------|---------------------------|-----|----------------------|------|-----------------------------|-----|-------|----|
| | | | | | N | mm. | N | mm. | N | mm. | | |
| 26 mm. | 12,5 mm. | 32 | A26x32 | 381 | 2057 | 5,4 | 3048 | 8 | 4191 | 11 | | |
| | | 38 | A26x38 | 301 | 1956 | 6,5 | 2859 | 9,5 | 3913 | 13 | | |
| | | 45 | A26x45 | 247 | 1877 | 7,6 | 2766 | 11,2 | 3705 | 15 | | |
| | | 50 | A26x50 | 207 | 1759 | 8,5 | 2587 | 12,5 | 3519 | 17 | | |
| | | 65 | A26x65 | 161 | 1771 | 11 | 2576 | 16 | 3381 | 21 | | |
| | | 75 | A26x75 | 131 | 1703 | 13 | 2489 | 19 | 3275 | 25 | | |
| | | 90 | A26x90 | 110 | 1650 | 15 | 2420 | 22 | 3410 | 31 | | |
| | Sección hilo 4,7 x 5,5 | 101 | A26x101 | 96,1 | 1633 | 17 | 2402 | 25 | 3459 | 36 | | |
| | | 115 | A26x115 | 85,3 | 1706 | 20 | 2473 | 29 | 3412 | 40 | | |
| | | 126 | A26x126 | 76,5 | 1683 | 22 | 2448 | 32 | 3442 | 45 | | |
| | | 151 | A26x151 | 62,7 | 1630 | 26 | 2382 | 38 | 3385 | 54 | | |
| | | 176 | A26x176 | 54 | 1620 | 30 | 2376 | 44 | 3402 | 63 | | |
| | | 202 | A26x202 | 47 | 1598 | 34 | 2350 | 50 | 3243 | 69 | | |
| | | 303 | A26x303 | 30,4 | 1580 | 52 | 2310 | 76 | 3313 | 109 | | |
| 32 mm. | 16 mm. | 38 | A32x38 | 519 | 3373 | 6,5 | 4930 | 9,5 | 6747 | 13 | | |
| | | 45 | A32x45 | 427 | 3245 | 7,6 | 4782 | 11,2 | 6405 | 15 | | |
| | | 50 | A32x50 | 361 | 3068 | 8,5 | 4512 | 12,5 | 6137 | 17 | | |
| | | 65 | A32x65 | 282 | 3102 | 11 | 4512 | 16 | 5922 | 21 | | |
| | | 75 | A32x75 | 225 | 2925 | 13 | 4275 | 19 | 5625 | 25 | | |
| | | 90 | A32x90 | 189 | 2835 | 15 | 4158 | 22 | 5859 | 31 | | |
| | | 101 | A32x101 | 160 | 2720 | 17 | 4000 | 25 | 5600 | 35 | | |
| | Sección hilo 5,8 x 7,2 | 115 | A32x115 | 142 | 2840 | 20 | 4118 | 29 | 5680 | 40 | | |
| | | 126 | A32x126 | 128 | 2816 | 22 | 4096 | 32 | 5632 | 44 | | |
| | | 151 | A32x151 | 104 | 2704 | 26 | 3952 | 38 | 5512 | 53 | | |
| | | 176 | A32x176 | 89,2 | 2676 | 30 | 3924 | 44 | 5530 | 62 | | |
| | | 202 | A32x202 | 78,5 | 2669 | 34 | 3925 | 50 | 5573 | 71 | | |
| | | 252 | A32x252 | 61,8 | 2657 | 43 | 3893 | 63 | 5562 | 90 | | |
| | | 303 | A32x303 | 51 | 2652 | 52 | 3876 | 76 | 5559 | 109 | | |
| 38 mm. | 19 mm. | 50 | A38x50 | 578 | 4913 | 8,5 | 7225 | 12,5 | 9248 | 16 | | |
| | | 65 | A38x65 | 445 | 4895 | 11 | 7120 | 16 | 9345 | 21 | | |
| | | 75 | A38x75 | 357 | 4641 | 13 | 6783 | 19 | 8925 | 25 | | |
| | | 90 | A38x90 | 292 | 4380 | 15 | 6424 | 22 | 8468 | 29 | | |
| | | 101 | A38x101 | 258 | 4386 | 17 | 6450 | 25 | 8772 | 34 | | |
| | | 115 | A38x115 | 227 | 4540 | 20 | 6583 | 29 | 8626 | 38 | | |
| | | 126 | A38x126 | 201 | 4422 | 22 | 6432 | 32 | 8643 | 43 | | |
| | Sección hilo 7,2 x 8,6 | 151 | A38x151 | 164 | 4264 | 26 | 6232 | 38 | 8528 | 52 | | |
| | | 176 | A38x176 | 140 | 4200 | 30 | 6160 | 44 | 8540 | 61 | | |
| | | 202 | A38x202 | 120 | 4080 | 34 | 6000 | 50 | 8400 | 70 | | |
| | | 252 | A38x252 | 94,1 | 4046 | 43 | 5928 | 63 | 8374 | 89 | | |
| | | 303 | A38x303 | 78,4 | 4076 | 52 | 5958 | 76 | 8310 | 106 | | |
| | | 51 mm. | 25 mm. | 65 | A51x65 | 737 | 8107 | 11 | 11792 | 16 | 15477 | 21 |
| | | | | 75 | A51x75 | 588 | 7644 | 13 | 11172 | 19 | 14700 | 25 |
| 90 | A51x90 | | | 496 | 7440 | 15 | 10912 | 22 | 14880 | 30 | | |
| 101 | A51x101 | | | 442 | 7174 | 17 | 10550 | 25 | 14348 | 34 | | |
| 115 | A51x115 | | | 368 | 7360 | 20 | 10672 | 29 | 14352 | 39 | | |
| 126 | A51x126 | | | 324 | 7128 | 22 | 10368 | 32 | 13932 | 43 | | |
| 151 | A51x151 | | | 263 | 6838 | 26 | 9994 | 38 | 13676 | 52 | | |
| Sección hilo 8,8 x 11,5 | 176 | | A51x176 | 226 | 6780 | 30 | 9944 | 44 | 13786 | 61 | | |
| | 202 | | A51x202 | 197 | 6698 | 34 | 9850 | 50 | 13790 | 70 | | |
| | 252 | | A51x252 | 155 | 6655 | 43 | 9765 | 63 | 13795 | 89 | | |
| | 303 | | A51x303 | 126 | 6552 | 52 | 9576 | 76 | 13356 | 106 | | |

RESORTES DE MATRICERÍA Color Amarillo. Carga extrafuerte (III)

| Diámetro del orificio | Diámetro de varilla | Longitud mm. | Modelo | Constante N/1 mm. | Deflexión recomendada 17% | | Deflexión máxima 25% | | Deflexión al bloqueo aprox. | |
|----------------------------|---------------------------|-----------------|-----------|----------------------|---------------------------|-------|----------------------|-------|-----------------------------|-----|
| | | | | | N | mm. | N | mm. | N | mm. |
| 63 mm. Sección hilo | 38 mm. 13,3 x 11,8 | 76 | A 63 x 76 | 842,0 | 12,9 | 10879 | 19,0 | 15998 | 20208 | 24 |
| | | 89 | A 63 x 89 | 726,0 | 15,1 | 10984 | 22,3 | 16154 | 20328 | 28 |
| | | 102 | A 63 x102 | 656,0 | 17,3 | 11375 | 25,5 | 16728 | 20336 | 31 |
| | | 115 | A 63 x115 | 534,0 | 19,6 | 10440 | 28,8 | 15353 | 20292 | 38 |
| | | 127 | A 63 x127 | 480,0 | 21,6 | 10363 | 31,8 | 15240 | 20160 | 42 |
| | | 152 | A 63 x152 | 396,0 | 25,8 | 10233 | 38,0 | 15048 | 20196 | 51 |
| | | 178 | A 63 x178 | 335,0 | 30,3 | 10137 | 44,5 | 14908 | 20100 | 60 |
| | | 203 | A 63 x203 | 297,0 | 34,5 | 10249 | 50,8 | 15073 | 20196 | 68 |
| | | 254 | A 63 x254 | 235,0 | 43,2 | 10147 | 63,5 | 14923 | 19975 | 85 |
| | | 305 | A 63 x305 | 194,0 | 51,9 | 10059 | 76,3 | 14793 | 19982 | 103 |



M



MHC



H



XH

Los resortes del presente catálogo son producidos en cable a sección ovalada y subdivididos en cuatro series, con diferentes valores de carga y de carrera con paridad de dimensiones.

Cada serie tiene un color característico propio, que permite una fácil e inmediata identificación.

SELECCIÓN DEL RESORTE

La selección del resorte es facilitada por las tablas del catálogo, que indican los valores de carga y carrera en dos hipótesis diferentes de deflexión de trabajo. Son además suministrados los valores de carga y carrera aproximados para el resorte en bloque. El siguiente prospecto resume las deflexiones calculadas por cada serie.

| MODELO | LARGA DURACIÓN DEFLEXIÓN | MÁXIMA PERMITIDA DEFLEXIÓN | DEFLEXIÓN EN BLOQUE |
|--------|-----------------------------|-------------------------------|------------------------|
| M | 25% | 50% | Aprox. 60% |
| MHC | 20% | 37% | Aprox. 50% |
| H | 15% | 30% | Aprox. 40% |
| XH | 15% | 25% | Aprox. 30% |

TOLERANCIA

Constante: +-10%

Longitud libre: +-1%, con un mínimo de +-1 mm.

Diámetro externo: El diámetro externo del resorte es siempre inferior al diámetro alojamiento indicado en el catálogo;

Diámetro interno: El diámetro interno del resorte es siempre mayor que el diámetro de la clavija guía, indicado en el catálogo.

RESORTES DE MATRICERÍA Color Azul. Carga ligera (I)

Modelo: Lamina

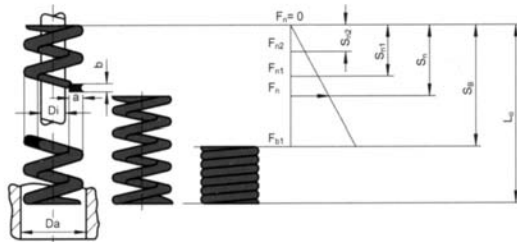
Material: Acero al cromo vanadio

Según DIN-17225 (SAE 6150)

IN 0,102 Kp

1 Kp 9,81 N

Forma de Pedido: Modelo



| Diámetro del orificio | Diámetro de varilla | Longitud mm. | Modelo | Constante N/1 mm. | Deflexión máxima 50% | | Deflexión normal 40% | | Deflexión prolongada 25% | | Deflexión al bloqueo aprox. | |
|-----------------------|---------------------|-----------------|--------|----------------------|----------------------|-------|----------------------|------|--------------------------|------|-----------------------------|-------|
| | | | | | N | mm | N | mm | N | mm | N | mm |
| 10 | 4,5 | 25 | M-100 | 9,8 | 125 | 12,5 | 102 | 10 | 62 | 6,3 | 138 | 13,8 |
| | | 32 | M-100A | 8,4 | 133 | 16 | 107 | 12,8 | 67 | 8 | 156 | 18,7 |
| | | 38 | M-101 | 6,7 | 129 | 19 | 102 | 15,2 | 62 | 9,5 | 151 | 23 |
| | | 44 | M-101A | 6,0 | 133 | 22 | 107 | 17,6 | 67 | 11 | 160 | 26,7 |
| | | 51 | M-102 | 4,9 | 125 | 25,5 | 98 | 20,4 | 62 | 12,8 | 156 | 31,7 |
| | | 64 | M-103 | 4,2 | 133 | 32 | 107 | 25,6 | 67 | 16 | 169 | 40,2 |
| | | 76 | M-104 | 3,2 | 120 | 38 | 98 | 30,4 | 62 | 19 | 156 | 49 |
| | | 305 | M-105 | 1,1 | 160 | 152,5 | 129 | 122 | 80 | 76,3 | 214 | 202,2 |
| 13 | 7 | 25 | M-110 | 17,5 | 222 | 12,5 | 178 | 10 | 111 | 6,3 | 258 | 14,7 |
| | | 32 | M-110A | 16,1 | 258 | 16 | 205 | 12,8 | 129 | 8 | 294 | 18,3 |
| | | 38 | M-111 | 13,3 | 254 | 19 | 205 | 15,2 | 129 | 9,5 | 302 | 22,7 |
| | | 44 | M-111A | 11,9 | 267 | 22 | 214 | 17,6 | 133 | 11 | 316 | 26,6 |
| | | 51 | M-112 | 11,2 | 285 | 25,5 | 227 | 20,4 | 142 | 12,8 | 351 | 31,3 |
| | | 64 | M-113 | 9,1 | 289 | 32 | 231 | 25,6 | 147 | 16 | 360 | 39,4 |
| | | 76 | M-114 | 7,0 | 267 | 38 | 214 | 30,4 | 133 | 19 | 338 | 48 |
| | | 89 | M-115 | 5,3 | 236 | 44,5 | 187 | 35,6 | 116 | 22,3 | 298 | 56,7 |
| 16 | 8,5 | 25 | M-120 | 22,8 | 288 | 12,5 | 231 | 10 | 147 | 6,3 | 245 | 10,7 |
| | | 32 | M-120A | 22,4 | 356 | 16 | 285 | 12,8 | 178 | 8 | 351 | 15,7 |
| | | 38 | M-121 | 28,9 | 360 | 19 | 289 | 15,2 | 182 | 9,5 | 391 | 20,7 |
| | | 44 | M-121A | 16,8 | 374 | 22 | 298 | 17,6 | 187 | 11 | 414 | 24,6 |
| | | 51 | M-122 | 15,4 | 391 | 25,5 | 311 | 20,4 | 196 | 12,8 | 454 | 29,4 |
| | | 64 | M-123 | 10,5 | 334 | 32 | 267 | 25,6 | 169 | 16 | 387 | 36,7 |
| | | 76 | M-124 | 9,8 | 374 | 38 | 298 | 30,4 | 187 | 19 | 458 | 46,7 |
| | | 89 | M-125 | 8,4 | 374 | 44,5 | 298 | 35,6 | 187 | 22,3 | 463 | 54,8 |
| 19 | 9,5 | 102 | M-126 | 7,7 | 391 | 51 | 311 | 40,8 | 196 | 25,5 | 503 | 65,4 |
| | | 305 | M-127 | 2,5 | 374 | 152,5 | 298 | 122 | 187 | 76,3 | 485 | 197,7 |
| | | 25 | M-1 | 54,6 | 694 | 12,5 | 556 | 10 | 347 | 6,3 | 756 | 13,8 |
| | | 32 | M-1A | 44,8 | 712 | 16 | 569 | 12,8 | 356 | 8 | 796 | 17,8 |
| | | 38 | M-2 | 35,0 | 667 | 19 | 534 | 15,2 | 334 | 9,5 | 761 | 21,7 |
| | | 44 | M-2A | 30,8 | 685 | 22 | 547 | 17,6 | 343 | 11 | 783 | 25,4 |
| | | 51 | M-3 | 25,2 | 641 | 25,5 | 512 | 20,4 | 320 | 12,8 | 743 | 29,5 |
| | | 64 | M-4 | 21,0 | 667 | 32 | 534 | 25,6 | 334 | 16 | 787 | 37,4 |
| Sección hilo | 1,3 x 2,4 | 76 | M-5 | 16,8 | 641 | 38 | 512 | 30,4 | 320 | 19 | 761 | 45,3 |
| | | 89 | M-6 | 14,0 | 623 | 44,5 | 498 | 35,6 | 311 | 22,3 | 474 | 53,2 |
| | | 102 | M-7 | 12,6 | 641 | 51 | 512 | 40,8 | 320 | 25,5 | 770 | 61,1 |
| | | 115 | M-8 | 11,2 | 641 | 57,5 | 512 | 46 | 320 | 28,8 | 774 | 68,9 |
| | | 127 | M-9 | 9,8 | 623 | 63,5 | 498 | 50,8 | 311 | 31,8 | 752 | 76,8 |
| | | 139 | M-10 | 8,4 | 587 | 69,5 | 472 | 55,6 | 294 | 34,8 | 712 | 84,7 |
| | | 152 | M-11 | 7,0 | 534 | 76 | 427 | 60,8 | 267 | 38 | 649 | 92,6 |
| | | 305 | M-11A | 4,2 | 641 | 152,5 | 512 | 122 | 320 | 76,3 | 787 | 187 |

RESORTES DE MATRICERÍA Color Azul. Carga ligera (II)

| Diámetro del orificio | Diámetro de varilla | Longitud mm. | Modelo | Constante N/1 mm. | Deflexión máxima 50% | | Deflexión normal 40% | | Deflexión prolongada 25% | | Deflexión al bloqueo aprox. | | |
|-----------------------|---------------------|-----------------|--------|----------------------|----------------------|------|----------------------|-------|--------------------------|-------|-----------------------------|------|-------|
| | | | | | N | mm | N | mm | N | mm | N | mm | |
| 26 | 12,5 | 2,5 x 5,5 | 25 | M-12 | 93,9 | | 12,4 | 952 | 10 | 596 | 6,3 | 1174 | 12,7 |
| | | | 32 | M-12A | 76,4 | | 15,8 | 970 | 12,8 | 605 | 8 | 1210 | 16,0 |
| | | | 38 | M-13 | 58,8 | 1120 | 19 | 899 | 15,2 | 560 | 9,5 | 1219 | 20,7 |
| | | | 44 | M-13A | 50,4 | 1103 | 22 | 899 | 17,6 | 560 | 11 | 1210 | 23,9 |
| | | | 51 | M-14 | 40,6 | 1031 | 25,5 | 824 | 20,4 | 516 | 12,8 | 1148 | 28,3 |
| | | | 64 | M-15 | 35,0 | 1112 | 32 | 890 | 25,6 | 556 | 16 | 1254 | 35,8 |
| | | | 76 | M-16 | 26,6 | 1014 | 38 | 210 | 30,4 | 507 | 19 | 1156 | 43,4 |
| | | | 89 | M-17 | 22,4 | 996 | 44,5 | 801 | 35,6 | 498 | 22,3 | 1183 | 52,9 |
| | | | 102 | M-18 | 21,0 | 1068 | 51 | 854 | 40,8 | 534 | 25,5 | 1228 | 58,5 |
| | | | 115 | M-19 | 18,2 | 1040 | 57,5 | 832 | 46 | 520 | 28,8 | 1205 | 66,1 |
| | | | 127 | M-20 | 16,8 | 1068 | 63,5 | 854 | 50,8 | 534 | 31,8 | 1237 | 73,6 |
| | | | 139 | M-21 | 15,4 | 1076 | 69,5 | 863 | 55,6 | 538 | 34,8 | 1250 | 81,2 |
| | | | 152 | M-22 | 14,0 | 1068 | 76 | 854 | 60,8 | 534 | 38 | 1241 | 88,7 |
| | | | 178 | M-23 | 12,6 | 1120 | 89 | 899 | 71,2 | 560 | 44,5 | 1308 | 103,8 |
| 203 | M-24 | 9,8 | 996 | 101,5 | 801 | 81,2 | 498 | 50,8 | 1165 | 118,9 | | | |
| 305 | M-24A | 7,0 | 1068 | 152,5 | 854 | 122 | 534 | 76,3 | 1254 | 179,3 | | | |
| 32 | 15,5 | 2,9 x 7,2 | 38 | M-36 | 86,9 | 1654 | 19 | 1326 | 15,2 | 827 | 9,5 | 1775 | 20,4 |
| | | | 44 | M-36A | 74,3 | 1650 | 22 | 1317 | 17,6 | 823 | 11 | 1788 | 24,1 |
| | | | 51 | M-37 | 61,6 | 1565 | 25,5 | 1254 | 20,4 | 783 | 12,8 | 1770 | 28,7 |
| | | | 64 | M-38 | 50,4 | 1601 | 32 | 1281 | 25,6 | 801 | 16 | 1864 | 37 |
| | | | 76 | M-39 | 42,0 | 1601 | 38 | 1281 | 30,4 | 801 | 19 | 1904 | 45,3 |
| | | | 89 | M-40 | 35,0 | 1557 | 44,5 | 1246 | 35,6 | 778 | 22,3 | 1877 | 53,5 |
| | | | 105 | M-41 | 30,8 | 1566 | 51 | 1254 | 40,8 | 783 | 25,5 | 1904 | 61,8 |
| | | | 115 | M-42 | 28,0 | 1601 | 57,5 | 1281 | 46 | 801 | 28,8 | 1966 | 70,1 |
| | | | 127 | M-43 | 23,8 | 1512 | 63,5 | 1210 | 50,8 | 756 | 31,8 | 1868 | 78,4 |
| | | | 139 | M-44 | 22,4 | 1566 | 69,5 | 1254 | 55,6 | 783 | 34,8 | 1944 | 86,7 |
| | | | 152 | M-45 | 21,0 | 1601 | 76 | 1281 | 60,8 | 801 | 38 | 1997 | 94,9 |
| | | | 178 | M-46 | 18,2 | 1619 | 89 | 1294 | 71,2 | 810 | 44,5 | 2033 | 111,5 |
| | | | 203 | M-47 | 15,4 | 1566 | 101,5 | 1254 | 81,2 | 783 | 50,8 | 1975 | 128,1 |
| | | | 254 | M-48 | 12,6 | 1601 | 127 | 1281 | 101,6 | 801 | 63,5 | 2033 | 161,2 |
| 305 | M-48A | 9,8 | 1495 | 152,5 | 1197 | 122 | 474 | 76,3 | 1904 | 194,3 | | | |
| 38 | 19 | 3,4 x 8,8 | 51 | M-49 | 78,5 | 1993 | 25,5 | 1592 | 20,4 | 996 | 12,8 | 2224 | 28,3 |
| | | | 64 | M-50 | 64,4 | 2046 | 32 | 1637 | 25,6 | 1023 | 16 | 2366 | 36,7 |
| | | | 76 | M-51 | 58,8 | 2242 | 38 | 1793 | 30,4 | 1121 | 19 | 2656 | 45,1 |
| | | | 89 | M-52 | 46,2 | 2055 | 44,5 | 1646 | 35,6 | 1028 | 22,3 | 2433 | 53,6 |
| | | | 102 | M-53 | 37,8 | 1922 | 51 | 1539 | 40,8 | 961 | 25,5 | 2340 | 61,9 |
| | | | 115 | M-54 | 36,4 | 2082 | 57,5 | 1664 | 46 | 1041 | 28,8 | 2558 | 70,3 |
| | | | 127 | M-55 | 35,0 | 2224 | 63,5 | 1779 | 50,8 | 1112 | 31,8 | 2753 | 78,6 |
| | | | 139 | M-55A | 29,4 | 2055 | 69,5 | 1646 | 55,6 | 1028 | 34,8 | 2562 | 87,0 |
| | | | 152 | M-56 | 25,2 | 1922 | 76 | 1539 | 60,8 | 961 | 38 | 2406 | 95,4 |
| | | | 178 | M-56A | 23,8 | 2117 | 89 | 1695 | 71,2 | 1059 | 44,5 | 2673 | 112,2 |
| | | | 203 | M-57 | 22,4 | 2277 | 101,5 | 1824 | 81,2 | 1139 | 50,8 | 2891 | 128,9 |
| | | | 254 | M-58 | 15,4 | 1957 | 127 | 1566 | 101,6 | 979 | 63,5 | 2504 | 162,5 |
| | | | 305 | M-58A | 14,0 | 2135 | 152,5 | 1708 | 122 | 1068 | 76,3 | 2696 | 192,5 |
| | | | 51 | 25 | 5,0 x 11,9 | 64 | M-70 | 156,9 | 4982 | 32 | 3986 | 25,6 | 2491 |
| 76 | M-71 | 134,5 | | | | 5124 | 38 | 4101 | 30,4 | 2562 | 19 | 5529 | 41,1 |
| 89 | M-72 | 113,5 | | | | 5044 | 44,5 | 4035 | 35,6 | 2522 | 22,3 | 5538 | 48,8 |
| 102 | M-73 | 96,7 | | | | 4910 | 51 | 3928 | 40,8 | 2455 | 25,5 | 5462 | 56,5 |
| 115 | M-74 | 82,7 | | | | 4724 | 57,5 | 3781 | 46 | 2362 | 28,8 | 5307 | 64,2 |
| 127 | M-75 | 72,9 | | | | 4626 | 63,5 | 3701 | 50,8 | 2313 | 31,8 | 5236 | 71,9 |
| 139 | M-76 | 68,6 | | | | 4795 | 69,5 | 3834 | 55,6 | 2398 | 34,8 | 5462 | 79,6 |
| 152 | M-77 | 61,6 | | | | 4697 | 76 | 3759 | 60,8 | 2349 | 38 | 5378 | 87,2 |
| 178 | M-79 | 54,6 | | | | 4857 | 89 | 3888 | 71,2 | 2429 | 44,5 | 5605 | 102,6 |
| 203 | M-80 | 44,8 | | | | 4555 | 101,5 | 3643 | 81,2 | 2277 | 50,8 | 5289 | 118 |
| 254 | M-82 | 36,4 | | | | 4326 | 127 | 3701 | 101,6 | 2313 | 63,5 | 5418 | 148,8 |
| 305 | M-83 | 29,4 | | | | 4484 | 152,5 | 3585 | 122 | 2242 | 76,3 | 5280 | 179,5 |

RESORTES DE MATRICERÍA Color Rojo. Carga media (I)

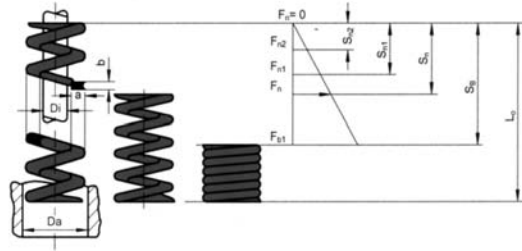
Modelo: Lamina

Material: Acero al cromo vanadio

Según DIN-17225 (SAE 6150)

IN 0,102 Kp
1 Kp 9,81 N

Forma de Pedido: Modelo



| Diámetro del orificio | Diámetro de varilla | Longitud mm. | Modelo | Constante N/1 mm. | Deflexión máxima 37% | | Deflexión normal 25% | | Deflexión prolongada 20% | | Deflexión al bloqueo aprox. | |
|-----------------------|---------------------|-----------------|----------|----------------------|----------------------|-------|----------------------|------|--------------------------|------|-----------------------------|-------|
| | | | | | N | mm | N | mm | N | mm | N | mm |
| 10 | 4,5 | 25 | MHC-100 | 15,8 | 147 | 9,3 | 102 | 6,3 | 80 | 5 | 182 | 11,6 |
| | | 32 | MHC-100A | 12,8 | 151 | 11,8 | 102 | 8 | 80 | 6,4 | 200 | 15,5 |
| | | 38 | MHC-101 | 11,7 | 165 | 14,1 | 111 | 9,5 | 89 | 7,6 | 240 | 20,4 |
| | | 44 | MHC-101A | 10,2 | 169 | 16,3 | 111 | 11 | 89 | 8,8 | 236 | 23,4 |
| | | 51 | MHC-102 | 8,8 | 164 | 18,9 | 111 | 12 | 89 | 10,2 | 236 | 26,8 |
| | | 64 | MHC-103 | 7,4 | 173 | 23,7 | 116 | 16 | 93 | 12,8 | 249 | 34,1 |
| | | 76 | MHC-104 | 5,3 | 147 | 28 | 102 | 19 | 80 | 15,2 | 214 | 40,8 |
| | | 305 | MHC-106 | 1,6 | 178 | 112,9 | 120 | 76,3 | 98 | 61 | 285 | 179,9 |
| 13 | 7 | 25 | MHC-110 | 29,4 | 276 | 9,3 | 187 | 6,3 | 151 | 5 | 374 | 12,7 |
| | | 32 | MHC-110A | 24,3 | 285 | 11,8 | 191 | 8 | 156 | 6,4 | 400 | 16,4 |
| | | 38 | MHC-111 | 21,0 | 298 | 14,1 | 200 | 9,5 | 160 | 7,6 | 431 | 20,6 |
| | | 44 | MHC-111A | 18,1 | 298 | 13,6 | 200 | 11 | 160 | 8,8 | 445 | 24,4 |
| | | 51 | MHC-112 | 15,2 | 285 | 18,9 | 196 | 12,8 | 156 | 10,2 | 427 | 28,1 |
| | | 64 | MHC-113 | 11,9 | 280 | 23,7 | 191 | 16 | 151 | 12,8 | 423 | 35,7 |
| | | 76 | MHC-114 | 10,0 | 280 | 28 | 191 | 19 | 151 | 15,2 | 436 | 43,6 |
| | | 89 | MHC-115 | 8,2 | 271 | 32,9 | 182 | 22,3 | 147 | 17,8 | 418 | 50,7 |
| 16 | 8,5 | 25 | MHC-120 | 48,5 | 454 | 9,3 | 307 | 6,3 | 245 | 5 | 472 | 9,7 |
| | | 32 | MHC-120A | 36,4 | 427 | 11,8 | 289 | 8 | 231 | 6,4 | 462 | 12,6 |
| | | 38 | MHC-121 | 33,3 | 467 | 14,1 | 316 | 9,5 | 254 | 7,6 | 560 | 16,9 |
| | | 44 | MHC-121A | 29,4 | 485 | 16,3 | 325 | 11 | 262 | 8,8 | 627 | 21,3 |
| | | 51 | MHC-122 | 25,9 | 489 | 18,9 | 329 | 12,8 | 262 | 10,2 | 658 | 25,3 |
| | | 64 | MHC-123 | 20,1 | 472 | 23,7 | 320 | 16 | 258 | 12,8 | 636 | 31,6 |
| | | 76 | MHC-124 | 17,5 | 494 | 28 | 334 | 19 | 267 | 15,2 | 693 | 39,6 |
| | | 89 | MHC-125 | 14,9 | 489 | 32,9 | 329 | 22,3 | 267 | 17,8 | 689 | 46,4 |
| 19 | 9,5 | 102 | MHC-126 | 13,3 | 498 | 37,7 | 338 | 25,5 | 271 | 20,4 | 783 | 55,4 |
| | | 305 | MHC-127 | 4,7 | 534 | 112,9 | 360 | 76,3 | 289 | 61 | 818 | 173,1 |
| | | 25 | MHC-1 | 100,9 | 947 | 9,3 | 641 | 6,3 | 512 | 5 | 1152 | 11,4 |
| | | 32 | MHC-1A | 78,5 | 921 | 11,8 | 623 | 8 | 498 | 6,4 | 1178 | 15 |
| | | 38 | MHC-2 | 56,0 | 792 | 14,1 | 534 | 9,5 | 427 | 7,6 | 1045 | 18,7 |
| | | 44 | MHC-2A | 50,4 | 827 | 16,3 | 560 | 11 | 449 | 8,8 | 1121 | 22,2 |
| | | 51 | MHC-3 | 43,4 | 818 | 18,9 | 552 | 12,8 | 440 | 10,2 | 1125 | 25,9 |
| | | 64 | MHC-4 | 33,6 | 792 | 23,7 | 534 | 16 | 427 | 12,8 | 1116 | 33,1 |
| Sección hilo | 2,4 x 4,0 | 76 | MHC-5 | 25,2 | 712 | 28 | 480 | 19 | 383 | 15,2 | 1019 | 40,4 |
| | | 89 | MHC-6 | 22,4 | 738 | 32,9 | 498 | 22,3 | 400 | 17,8 | 1068 | 47,6 |
| | | 102 | MHC-7 | 21,0 | 792 | 37,7 | 534 | 25,5 | 427 | 20,4 | 1152 | 54,9 |
| | | 115 | MHC-8 | 19,6 | 827 | 42,6 | 560 | 28,8 | 449 | 23 | 1217 | 62,1 |
| | | 127 | MHC-9 | 18,2 | 854 | 47 | 578 | 31,8 | 462 | 25,4 | 1272 | 69,9 |
| | | 139 | MHC-10 | 16,8 | 867 | 51,4 | 587 | 34,8 | 472 | 27,8 | 1286 | 76,6 |
| | | 152 | MHC-11 | 14,0 | 792 | 56,2 | 534 | 38 | 427 | 30,4 | 1174 | 83,8 |
| | | 305 | MHC-11A | 6,3 | 712 | 112,9 | 480 | 76,3 | 382 | 61 | 1032 | 164 |

RESORTES DE MATRICERÍA Color Rojo. Carga media (II)

| Diámetro del orificio | Diámetro de varilla | Longitud mm. | Modelo | Constante N/1 mm. | Deflexión máxima 37% | | Deflexión normal 25% | | Deflexión prolongada 20% | | Deflexión al bloqueo aprox. | |
|-----------------------|---------------------|-----------------|---------|----------------------|----------------------|-------|----------------------|------|--------------------------|-------|-----------------------------|-------|
| | | | | | N | mm | N | mm | N | mm | N | mm |
| 26 | 12,5 | 25 | MHC-12 | 126 | 1183 | 9,3 | 801 | 6,3 | 641 | 5 | 1321 | 10,5 |
| | | 32 | MHC-12A | 109 | 1281 | 11,8 | 867 | 8 | 694 | 6,4 | 1334 | 12,2 |
| | | 38 | MHC-13 | 87 | 1223 | 14,1 | 827 | 9,5 | 663 | 7,6 | 1557 | 17,9 |
| | | 44 | MHC-13A | 77 | 1267 | 16,3 | 854 | 11 | 685 | 8,8 | 1619 | 21,0 |
| | | 51 | MHC-14 | 64 | 1210 | 18,9 | 818 | 12,8 | 654 | 10,2 | 1640 | 25,4 |
| | | 64 | MHC-15 | 50 | 1183 | 23,7 | 801 | 16 | 641 | 12,8 | 1659 | 32,9 |
| | | 76 | MHC-16 | 41 | 1148 | 28 | 774 | 19 | 618 | 15,2 | 1641 | 40,4 |
| | | 89 | MHC-17 | 38 | 1246 | 32,9 | 841 | 22,3 | 672 | 17,8 | 1810 | 47,8 |
| | | 102 | MHC-18 | 32 | 1210 | 37,7 | 818 | 25,5 | 654 | 20,4 | 1784 | 55,3 |
| | | 115 | MHC-19 | 27 | 1125 | 42,6 | 761 | 28,8 | 609 | 23 | 1672 | 62,8 |
| | | 127 | MHC-20 | 25 | 1183 | 47 | 801 | 31,8 | 641 | 25,4 | 1770 | 70,3 |
| | | 139 | MHC-21 | 22 | 1157 | 51,4 | 783 | 34,8 | 627 | 27,8 | 1677 | 74,7 |
| | | 152 | MHC-22 | 20 | 1108 | 56,2 | 747 | 38 | 596 | 30,4 | 1610 | 82,2 |
| | | 178 | MHC-23 | 17 | 1108 | 65,9 | 747 | 44,5 | 596 | 35,6 | 1632 | 97,2 |
| 203 | MHC-24 | 15 | 1157 | 75,1 | 783 | 50,8 | 627 | 40,6 | 1726 | 112,1 | | |
| 305 | MHC-24A | 10 | 1108 | 112,9 | 474 | 76,3 | 596 | 61 | 1686 | 171,9 | | |
| 32 | 15,5 | 38 | MHC-36 | 200 | 2825 | 14,1 | 1908 | 9,5 | 1526 | 7,6 | 3345 | 16,7 |
| | | 44 | MHC-36A | 177 | 2900 | 16,3 | 1957 | 11 | 1570 | 8,8 | 3514 | 19,9 |
| | | 51 | MHC-37 | 151 | 2842 | 18,9 | 1922 | 12,8 | 1539 | 10,2 | 3523 | 23,3 |
| | | 64 | MHC-38 | 109 | 2567 | 23,7 | 1735 | 16 | 1388 | 12,8 | 3265 | 29,9 |
| | | 76 | MHC-39 | 90 | 2527 | 28 | 1708 | 19 | 1366 | 15,2 | 3269 | 36,4 |
| | | 89 | MHC-40 | 77 | 2535 | 32,9 | 1713 | 22,3 | 1370 | 17,8 | 3314 | 43,0 |
| | | 105 | MHC-41 | 64 | 2424 | 37,7 | 1637 | 25,5 | 1308 | 20,4 | 3198 | 42,6 |
| | | 115 | MHC-42 | 56 | 2370 | 42,6 | 1601 | 28,8 | 1281 | 23 | 3149 | 56,2 |
| | | 127 | MHC-43 | 48 | 2237 | 47 | 1512 | 31,8 | 1210 | 25,4 | 2989 | 61,6 |
| | | 139 | MHC-44 | 46 | 2389 | 51,4 | 1615 | 34,8 | 1290 | 27,8 | 3202 | 69,4 |
| | | 152 | MHC-45 | 41 | 2291 | 56,2 | 1548 | 38 | 1237 | 30,4 | 3167 | 78,0 |
| | | 178 | MHC-46 | 35 | 2304 | 65,9 | 1557 | 44,5 | 1246 | 35,6 | 3123 | 89,1 |
| | | 203 | MHC-47 | 32 | 2424 | 75,1 | 1637 | 50,8 | 1308 | 40,6 | 3296 | 102,3 |
| | | 254 | MHC-48 | 22 | 2108 | 94 | 1423 | 63,5 | 1139 | 50,8 | 2882 | 128,7 |
| 305 | MHC-48A | 20 | 2211 | 112,9 | 1495 | 76,3 | 1197 | 61 | 3038 | 155 | | |
| 38 | 19 | 51 | MHC-49 | 189 | 3554 | 18,9 | 2402 | 12,8 | 1922 | 10,2 | 4297 | 22,7 |
| | | 64 | MHC-50 | 150 | 3522 | 23,7 | 2380 | 16 | 1904 | 12,8 | 4395 | 29,3 |
| | | 76 | MHC-51 | 109 | 3083 | 28 | 2082 | 19 | 1664 | 15,2 | 3923 | 35,9 |
| | | 89 | MHC-52 | 93 | 3043 | 32,9 | 2055 | 22,3 | 1646 | 17,8 | 3928 | 42,5 |
| | | 102 | MHC-53 | 84 | 3158 | 37,7 | 2135 | 25,5 | 1708 | 20,4 | 4128 | 49,1 |
| | | 115 | MHC-54 | 76 | 3198 | 42,6 | 2162 | 28,8 | 1730 | 23 | 4212 | 55,7 |
| | | 127 | MHC-55 | 64 | 3029 | 47 | 2046 | 31,8 | 1637 | 25,4 | 4012 | 62,3 |
| | | 139 | MHC-55A | 60 | 3113 | 51,4 | 2104 | 34,8 | 1681 | 27,8 | 4150 | 68,9 |
| | | 152 | MHC-56 | 53 | 3003 | 56,2 | 2028 | 38 | 1624 | 30,4 | 4017 | 75,5 |
| | | 178 | MHC-56A | 46 | 3043 | 65,9 | 2055 | 44,5 | 1646 | 35,6 | 4155 | 89,9 |
| | | 203 | MHC-57 | 36 | 2740 | 75,1 | 1850 | 50,8 | 1481 | 40,6 | 3754 | 103,1 |
| | | 254 | MHC-58 | 31 | 2896 | 94 | 1957 | 63,5 | 1566 | 50,8 | 4035 | 130,9 |
| | | 305 | MHC-58A | 25 | 2842 | 112,9 | 1922 | 76,3 | 1539 | 61 | 3928 | 155,8 |
| | | 51 | 25 | 64 | MHC-70 | 205 | 4871 | 23,7 | 3292 | 16 | 2633 | 12,8 |
| 76 | MHC-71 | | | 168 | 4742 | 28 | 3203 | 19 | 2562 | 15,2 | 5934 | 35,3 |
| 89 | MHC-72 | | | 140 | 4608 | 32,9 | 3114 | 22,3 | 2491 | 17,8 | 5703 | 42,2 |
| 102 | MHC-73 | | | 116 | 4373 | 37,7 | 2954 | 25,5 | 2362 | 20,4 | 5793 | 49,0 |
| 115 | MHC-74 | | | 105 | 4444 | 42,6 | 3003 | 28,8 | 2402 | 23 | 5872 | 55,9 |
| 127 | MHC-75 | | | 98 | 4608 | 47 | 3114 | 31,8 | 2491 | 25,4 | 6152 | 62,7 |
| 139 | MHC-76 | | | 88 | 4564 | 51,4 | 3083 | 34,8 | 2464 | 27,8 | 6143 | 69,6 |
| 152 | MHC-77 | | | 83 | 4661 | 56,2 | 3149 | 38 | 2518 | 30,4 | 6321 | 76,5 |
| 178 | MHC-79 | | | 70 | 4608 | 65,9 | 3114 | 44,5 | 2491 | 35,6 | 6316 | 90,2 |
| 203 | MHC-80 | | | 62 | 4635 | 75,1 | 3132 | 50,8 | 2504 | 40,6 | 6405 | 103,9 |
| 254 | MHC-82 | | | 42 | 3950 | 94 | 2669 | 63,5 | 2135 | 50,8 | 5520 | 131,3 |
| 305 | MHC-83 | | | 39 | 4426 | 112,9 | 2989 | 76,3 | 2393 | 61 | 6228 | 158,7 |

RESORTES DE MATRICERÍA Color Oro. Carga fuerte (I)

Modelo: Lamina

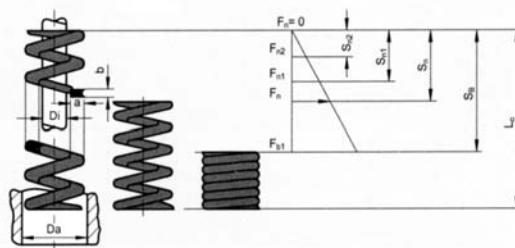
Material: Acero al cromo vanadio

Según DIN-17225 (SAE 6150)

IN 0,102 Kp

1 Kp 9,81 N

Forma de Pedido: Modelo



| Diámetro del orificio | Diámetro de varilla | Longitud mm. | Modelo | Constante N/1 mm. | Deflexión máxima 30% | | Deflexión normal 20% | | Deflexión prolongada 15% | | Deflexión al bloqueo aprox. | |
|-----------------------|---------------------|-----------------|--------|----------------------|----------------------|------|----------------------|------|--------------------------|------|-----------------------------|-------|
| | | | | | N | mm | N | mm | N | mm | N | mm |
| 10 | 4,5 | 25 | H-100 | 21,7 | 165 | 7,5 | 111 | 5 | 85 | 3,8 | 196 | 9 |
| | | 32 | H-100A | 17,2 | 165 | 9,6 | 111 | 6,4 | 80 | 4,8 | 200 | 11,8 |
| | | 38 | H-101 | 16,8 | 191 | 11,4 | 129 | 7,6 | 98 | 5,7 | 245 | 14,6 |
| | | 44 | H-101A | 14,7 | 196 | 13,2 | 129 | 8,8 | 98 | 6,6 | 258 | 17,4 |
| | | 51 | H-102 | 12,6 | 191 | 15,3 | 129 | 10,2 | 98 | 7,7 | 254 | 20,1 |
| | | 64 | H-103 | 10,5 | 200 | 19,2 | 133 | 12,8 | 102 | 9,6 | 294 | 25,7 |
| | | 76 | H-104 | 7,4 | 169 | 22,8 | 111 | 15,2 | 85 | 11,4 | 227 | 30,9 |
| | | 305 | H-105 | 2,1 | 191 | 91,5 | 129 | 61 | 98 | 45,8 | 311 | 147,8 |
| 13 | 7 | 25 | H-110 | 41,3 | 316 | 7,5 | 209 | 5 | 156 | 3,8 | 476 | 11,6 |
| | | 32 | H-110A | 32,6 | 311 | 9,6 | 209 | 6,4 | 156 | 4,8 | 485 | 14,9 |
| | | 38 | H-111 | 28,7 | 329 | 11,4 | 218 | 7,6 | 165 | 5,7 | 538 | 18,7 |
| | | 44 | H-111A | 24,2 | 320 | 13,2 | 214 | 8,8 | 160 | 6,6 | 516 | 21,4 |
| | | 51 | H-112 | 19,3 | 294 | 15,3 | 196 | 10,2 | 147 | 7,7 | 489 | 25,4 |
| | | 64 | H-113 | 14,7 | 280 | 19,2 | 187 | 12,8 | 142 | 9,6 | 472 | 32,1 |
| | | 76 | H-114 | 13,0 | 298 | 22,8 | 196 | 15,2 | 147 | 11,4 | 503 | 38,8 |
| | | 89 | H-115 | 11,2 | 298 | 26,7 | 200 | 17,8 | 151 | 13,4 | 516 | 46 |
| 16 | 8,5 | 25 | H-120 | 74,3 | 565 | 7,5 | 378 | 5 | 285 | 3,8 | 672 | 9,1 |
| | | 32 | H-120A | 51,8 | 494 | 9,6 | 329 | 6,4 | 245 | 4,8 | 623 | 12,0 |
| | | 38 | H-121 | 47,6 | 543 | 11,4 | 365 | 7,6 | 271 | 5,7 | 734 | 15,4 |
| | | 44 | H-121A | 42,0 | 560 | 13,2 | 374 | 8,8 | 280 | 6,6 | 778 | 18,5 |
| | | 51 | H-122 | 36,4 | 556 | 15,3 | 369 | 10,2 | 276 | 7,7 | 796 | 21,8 |
| | | 64 | H-123 | 29,8 | 569 | 19,2 | 378 | 12,8 | 285 | 9,6 | 845 | 28,4 |
| | | 76 | H-124 | 25,2 | 578 | 22,8 | 383 | 15,2 | 289 | 11,4 | 881 | 34,9 |
| | | 89 | H-125 | 21,4 | 569 | 26,7 | 378 | 17,8 | 285 | 13,4 | 885 | 41,5 |
| 19 | 9,5 | 25 | H-1 | 189 | 1441 | 7,5 | 961 | 5 | 721 | 3,8 | 1441 | 7,6 |
| | | 32 | H-1A | 152 | 1450 | 9,6 | 965 | 6,4 | 721 | 4,8 | 1570 | 10,3 |
| | | 38 | H-2 | 115 | 1312 | 11,4 | 876 | 7,6 | 658 | 5,7 | 1499 | 13,1 |
| | | 44 | H-2A | 105 | 1401 | 13,2 | 934 | 8,8 | 698 | 6,6 | 1606 | 15,3 |
| | | 51 | H-3 | 87 | 1326 | 15,3 | 881 | 10,2 | 663 | 7,7 | 1606 | 18,5 |
| | | 64 | H-4 | 66 | 1254 | 19,2 | 836 | 12,8 | 627 | 9,6 | 1575 | 23,9 |
| | | 76 | H-5 | 55 | 1250 | 22,8 | 832 | 15,2 | 623 | 11,4 | 1606 | 29,4 |
| | | 89 | H-6 | 46 | 1232 | 26,7 | 823 | 17,8 | 618 | 13,4 | 1606 | 34,8 |
| Sección hilo | 3,2 x 4,2 | 102 | H-7 | 41 | 1237 | 30,6 | 827 | 20,4 | 618 | 15,3 | 1632 | 40,2 |
| | | 115 | H-8 | 35 | 1201 | 34,5 | 801 | 23 | 601 | 17,3 | 1597 | 45,6 |
| | | 127 | H-9 | 31 | 1174 | 38,1 | 783 | 25,4 | 587 | 19,1 | 1575 | 51,1 |
| | | 139 | H-10 | 28 | 1174 | 41,7 | 783 | 27,8 | 587 | 20,9 | 1584 | 56,5 |
| | | 152 | H-11 | 25 | 1152 | 45,6 | 770 | 30,4 | 578 | 22,8 | 1561 | 61,9 |
| | | 305 | H-11A | 13 | 1152 | 91,5 | 770 | 61 | 578 | 45,8 | 1699 | 134,6 |

RESORTES DE MATRICERÍA Color Oro. Carga fuerte (II)

| Diámetro del orificio | Diámetro de varilla | Longitud mm. | Modelo | Constante N/mm. | Deflexión máxima 30% | | Deflexión normal 20% | | Deflexión prolongada 15% | | Deflexión al bloqueo aprox. | |
|-----------------------|---------------------|-----------------|--------|--------------------|----------------------|------|----------------------|------|--------------------------|-------|-----------------------------|-------|
| | | | | | N | mm | N | mm | N | mm | N | mm |
| 26 | 12,5 | 25 | H-12 | 364 | | | 1850 | 5 | 1388 | 3,8 | 2731 | 7,5 |
| | | 32 | H-12A | 300 | | | 1903 | 6,4 | 1423 | 4,8 | 2402 | 8,0 |
| | | 38 | H-13 | 207 | 2370 | 11,4 | 1579 | 7,6 | 1183 | 5,7 | 2660 | 12,8 |
| | | 44 | H-13A | 182 | 2429 | 13,2 | 1619 | 8,8 | 1210 | 6,6 | 2914 | 16,0 |
| | | 51 | H-14 | 147 | 2241 | 15,3 | 1495 | 10,2 | 1121 | 7,7 | 2669 | 18,1 |
| | | 64 | H-15 | 119 | 2269 | 19,2 | 1512 | 12,8 | 1134 | 9,6 | 2793 | 23,5 |
| | | 76 | H-16 | 95 | 2180 | 22,8 | 1450 | 15,2 | 1090 | 11,4 | 2745 | 28,8 |
| | | 89 | H-17 | 80 | 2131 | 26,7 | 1419 | 18,8 | 1063 | 13,4 | 2722 | 34,1 |
| | | 102 | H-18 | 70 | 2135 | 30,6 | 1423 | 20,4 | 1068 | 15,3 | 2762 | 39,4 |
| | | 115 | H-19 | 62 | 2112 | 34,5 | 1410 | 23 | 1059 | 17,3 | 2762 | 44,8 |
| | | 127 | H-20 | 55 | 2082 | 38,1 | 1387 | 25,4 | 1041 | 19,1 | 2736 | 50,1 |
| | | 139 | H-20A | 50 | 2113 | 41,7 | 1410 | 27,8 | 1059 | 20,9 | 2793 | 55,4 |
| | | 152 | H-21 | 45 | 2051 | 45,6 | 1365 | 30,4 | 1023 | 22,8 | 2722 | 60,8 |
| | | 178 | H-21A | 39 | 2091 | 53,4 | 1397 | 35,6 | 1045 | 26,7 | 2802 | 71,4 |
| 203 | H-22 | 34 | 2051 | 60,9 | 1366 | 40,6 | 1023 | 30,5 | 2758 | 82,0 | | |
| 305 | H-22A | 21 | 1922 | 91,5 | 1281 | 61 | 961 | 45,8 | 2620 | 124,7 | | |
| 32 | 15,5 | 38 | H-36 | 371 | 4244 | 11,4 | 2829 | 7,6 | 2122 | 5,7 | 4244 | 11,4 |
| | | 44 | H-36A | 318 | 4239 | 13,2 | 2829 | 8,8 | 2117 | 6,6 | 4524 | 14,2 |
| | | 51 | H-37 | 262 | 3995 | 15,3 | 2660 | 10,2 | 1997 | 7,7 | 4226 | 16,1 |
| | | 64 | H-38 | 206 | 3923 | 19,2 | 2616 | 12,8 | 1962 | 9,6 | 4288 | 20,8 |
| | | 76 | H-39 | 167 | 3812 | 22,8 | 2540 | 15,2 | 1904 | 11,4 | 4257 | 25,5 |
| | | 89 | H-40 | 132 | 3514 | 26,7 | 2340 | 18,8 | 1757 | 13,4 | 3981 | 30,2 |
| | | 105 | H-41 | 116 | 3545 | 30,6 | 2362 | 20,4 | 1770 | 15,3 | 4061 | 34,9 |
| | | 115 | H-42 | 102 | 3505 | 34,5 | 2340 | 23 | 1753 | 17,3 | 4052 | 39,6 |
| | | 127 | H-43 | 87 | 3309 | 38,1 | 2206 | 25,4 | 1624 | 19,1 | 3852 | 44,3 |
| | | 139 | H-44 | 83 | 3465 | 41,7 | 2309 | 27,8 | 1730 | 20,9 | 4052 | 49,0 |
| | | 152 | H-45 | 74 | 3394 | 45,6 | 2264 | 30,4 | 1699 | 22,8 | 3990 | 53,7 |
| | | 178 | H-46 | 64 | 3438 | 53,4 | 2291 | 35,6 | 1717 | 26,7 | 4066 | 63,1 |
| | | 203 | H-47 | 57 | 3501 | 60,9 | 2335 | 40,6 | 1753 | 30,5 | 4164 | 72,5 |
| | | 254 | H-48 | 45 | 3416 | 76,2 | 2277 | 50,8 | 1708 | 38,1 | 4092 | 91,3 |
| 305 | H-48A | 36 | 3331 | 91,5 | 2220 | 61 | 1664 | 45,8 | 4012 | 110,1 | | |
| 38 | 19 | 51 | H-49 | 333 | 5080 | 15,3 | 3390 | 10,2 | 2540 | 7,7 | 5987 | 18,0 |
| | | 64 | H-50 | 261 | 4964 | 19,2 | 3309 | 12,8 | 2482 | 9,6 | 6432 | 24,7 |
| | | 76 | H-51 | 214 | 4901 | 22,8 | 3265 | 15,2 | 2451 | 11,4 | 6419 | 29,9 |
| | | 89 | H-52 | 186 | 4969 | 26,7 | 3314 | 17,8 | 2487 | 13,4 | 6828 | 36,7 |
| | | 102 | H-53 | 160 | 4866 | 30,6 | 3247 | 20,4 | 2433 | 15,3 | 6695 | 41,9 |
| | | 115 | H-54 | 137 | 4706 | 34,5 | 3140 | 23 | 2353 | 17,3 | 6574 | 47,9 |
| | | 127 | H-55 | 125 | 4750 | 38,1 | 3167 | 25,4 | 2375 | 19,1 | 6712 | 53,8 |
| | | 139 | H-55A | 112 | 4697 | 41,7 | 3132 | 27,8 | 2349 | 20,9 | 6708 | 59,9 |
| | | 152 | H-56 | 102 | 4675 | 45,6 | 3118 | 30,4 | 2340 | 22,8 | 6735 | 65,8 |
| | | 178 | H-56A | 87 | 4635 | 53,4 | 3087 | 35,6 | 2318 | 26,7 | 6761 | 77,8 |
| | | 203 | H-57 | 76 | 4613 | 60,9 | 3074 | 40,6 | 2304 | 30,5 | 6792 | 89,8 |
| | | 254 | H-58 | 60 | 4591 | 76,2 | 3060 | 50,8 | 2295 | 38,1 | 6850 | 113,7 |
| | | 305 | H-58A | 50 | 4613 | 91,5 | 3074 | 61 | 2304 | 45,5 | 6944 | 137,7 |
| | | 51 | 25 | 64 | H-70 | 385 | 7340 | 19,2 | 4893 | 12,8 | 3670 | 9,6 |
| 76 | H-71 | | | 325 | 7429 | 22,8 | 4955 | 15,2 | 3714 | 11,4 | 9470 | 29,1 |
| 89 | H-72 | | | 280 | 7473 | 26,7 | 5427 | 17,8 | 3737 | 13,4 | 9906 | 35,3 |
| 102 | H-73 | | | 234 | 7130 | 30,6 | 4755 | 20,4 | 3567 | 15,3 | 9732 | 41,6 |
| 115 | H-74 | | | 206 | 7064 | 34,5 | 4706 | 23 | 3532 | 17,3 | 9857 | 47,9 |
| 127 | H-75 | | | 182 | 6939 | 38,1 | 4626 | 25,4 | 3470 | 19,1 | 9848 | 54,1 |
| 139 | H-76 | | | 163 | 6810 | 41,7 | 4542 | 27,8 | 3407 | 20,9 | 9804 | 60,3 |
| 152 | H-77 | | | 146 | 6663 | 45,6 | 4439 | 30,4 | 3332 | 22,8 | 9702 | 66,6 |
| 178 | H-79 | | | 129 | 6877 | 53,4 | 4582 | 35,6 | 3438 | 26,7 | 10186 | 79,1 |
| 203 | H-80 | | | 112 | 6832 | 60,9 | 4555 | 40,6 | 3416 | 30,5 | 10257 | 91,5 |
| 254 | H-82 | | | 85 | 6512 | 76,2 | 4341 | 50,8 | 3256 | 38,1 | 9955 | 116,5 |
| 305 | H-83 | | | 70 | 6405 | 91,5 | 4270 | 61 | 3203 | 45,8 | 9906 | 141,4 |

RESORTES DE MATRICERÍA Color Verde. Carga extrafuerte (I)

Modelo: Lamina

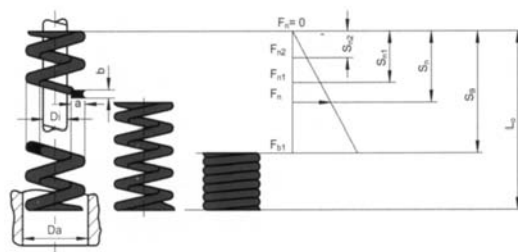
Material: Acero al cromo vanadio

Según DIN-17225 (SAE 6150)

IN 0,102 Kp

1 Kp 9,81 N

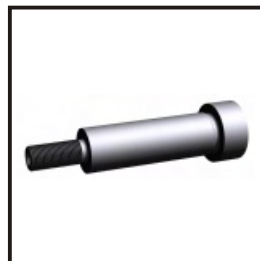
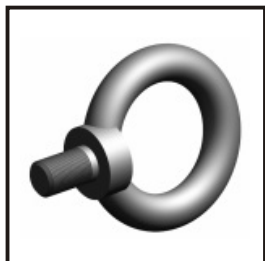
Forma de Pedido: Modelo



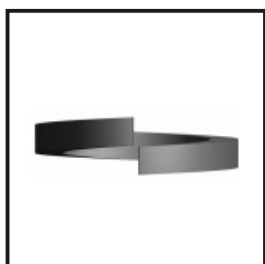
| Diámetro del orificio | Diámetro de varilla | Longitud mm. | Modelo | Constante N/1 mm. | Deflexión máxima 25% | | Deflexión normal 20% | | Deflexión prolongada 15% | | Deflexión al bloqueo aprox. | |
|-----------------------|---------------------|-----------------|---------|----------------------|----------------------|------|----------------------|------|--------------------------|------|-----------------------------|-------|
| | | | | | N | mm | N | mm | N | mm | N | mm |
| 10 | 4,5 | 25 | XH-100 | 38,5 | 245 | 6,4 | 196 | 5,1 | 146 | 3,8 | 249 | 6,9 |
| | | 32 | XH-100A | 29,8 | 237 | 7,9 | 191 | 6,4 | 142 | 4,7 | 240 | 8,9 |
| | | 38 | XH-101 | 25,4 | 242 | 9,5 | 191 | 7,6 | 142 | 5,7 | 254 | 11,2 |
| | | 44 | XH-101A | 20,1 | 224 | 11,1 | 173 | 8,9 | 129 | 6,7 | 245 | 12,2 |
| | | 51 | XH-102 | 17,5 | 222 | 12,7 | 178 | 10,2 | 133 | 7,6 | 240 | 15,2 |
| | | 64 | XH-103 | 14,0 | 222 | 15,9 | 178 | 12,7 | 133 | 9,5 | 245 | 19,6 |
| | | 76 | XH-104 | 11,4 | 217 | 19,1 | 173 | 15,2 | 129 | 11,4 | 245 | 23,4 |
| | | 305 | XH-105 | 2,6 | 200 | 76,2 | 160 | 61,0 | 120 | 45,7 | 258 | 97,8 |
| 13 | 7 | 25 | XH-110 | 56,0 | 356 | 6,4 | 285 | 5,1 | 214 | 3,8 | 458 | 7,5 |
| | | 32 | XH-110A | 42,0 | 334 | 7,9 | 267 | 6,4 | 200 | 4,7 | 431 | 9,1 |
| | | 38 | XH-111 | 35,0 | 334 | 9,5 | 267 | 7,6 | 200 | 5,7 | 458 | 11,9 |
| | | 44 | XH-111A | 29,8 | 331 | 11,1 | 267 | 8,9 | 200 | 6,7 | 440 | 13,5 |
| | | 51 | XH-112 | 24,5 | 311 | 12,7 | 249 | 10,2 | 187 | 7,6 | 560 | 17,3 |
| | | 64 | XH-113 | 20,1 | 320 | 15,9 | 249 | 12,7 | 187 | 9,5 | 454 | 20,3 |
| | | 76 | XH-114 | 15,8 | 300 | 19,1 | 240 | 15,2 | 182 | 11,4 | 454 | 24,9 |
| | | 305 | XH-116 | 4,4 | 334 | 76,2 | 267 | 61 | 200 | 45,7 | 463 | 105,4 |
| 16 | 8,5 | 25 | XH-120 | 110 | 701 | 6,4 | 560 | 5,1 | 423 | 3,8 | 925 | 7,1 |
| | | 32 | XH-120A | 82 | 654 | 7,9 | 520 | 6,4 | 391 | 4,7 | 832 | 8,6 |
| | | 38 | XH-121 | 66 | 634 | 9,5 | 507 | 7,6 | 383 | 5,7 | 818 | 10,7 |
| | | 44 | XH-121A | 56 | 624 | 11,1 | 498 | 8,9 | 374 | 6,7 | 805 | 12,4 |
| | | 51 | XH-122 | 51 | 644 | 12,7 | 516 | 10,2 | 387 | 7,6 | 801 | 14,2 |
| | | 64 | XH-123 | 39 | 612 | 15,9 | 489 | 12,7 | 369 | 9,5 | 867 | 19,8 |
| | | 76 | XH-124 | 32 | 600 | 19,1 | 480 | 15,2 | 360 | 11,4 | 890 | 24,9 |
| | | 305 | XH-127 | 8 | 601 | 76,2 | 480 | 61 | 360 | 45,7 | 876 | 104,1 |
| 19 | 9,5 | 25 | XH-1 | 245 | 1557 | 6,4 | 1245 | 5,1 | 934 | 3,8 | 1490 | 5,5 |
| | | 32 | XH-1A | 193 | 1530 | 7,9 | 1223 | 6,4 | 916 | 4,7 | 1512 | 7,6 |
| | | 38 | XH-2 | 156 | 1485 | 9,5 | 1192 | 7,6 | 890 | 5,7 | 1868 | 11,7 |
| | | 44 | XH-2A | 131 | 1461 | 11,1 | 1174 | 8,9 | 881 | 6,7 | 1557 | 11,7 |
| | | 51 | XH-3 | 111 | 1412 | 12,7 | 1129 | 10,2 | 845 | 7,6 | 1468 | 13,0 |
| | | 64 | XH-4 | 88 | 1390 | 15,9 | 1112 | 12,7 | 836 | 9,5 | 1579 | 18,0 |
| | | 76 | XH-5 | 71 | 1350 | 19,1 | 1081 | 15,2 | 810 | 11,4 | 1535 | 21,3 |
| | | 89 | XH-6 | 60 | 1343 | 22,2 | 1076 | 17,8 | 805 | 13,3 | 1601 | 26,4 |
| | | 102 | XH-7 | 53 | 1334 | 25,4 | 1068 | 20,3 | 801 | 15,2 | 1601 | 30,5 |
| | | 115 | XH-8 | 46 | 1326 | 28,4 | 1059 | 22,9 | 792 | 17,1 | 1713 | 37,1 |
| | | 127 | XH-9 | 41 | 1306 | 31,8 | 1045 | 25,4 | 787 | 19,1 | 1566 | 38,1 |
| | | 139 | XH-10 | 38 | 1315 | 34,9 | 1041 | 27,9 | 783 | 21,0 | 1610 | 43,2 |
| Sección hilo | 3,4 x 4,2 | 152 | XH-11 | 34 | 1301 | 38,1 | 1041 | 30,5 | 783 | 22,9 | 1601 | 47,0 |
| | | 305 | XH-11A | 17 | 1268 | 76,2 | 1014 | 61,0 | 761 | 45,7 | 1668 | 105,4 |

RESORTES DE MATRICERÍA Color Verde. Carga extrafuerte (II)

| Diámetro del orificio | Diámetro de varilla | Longitud mm. | Modelo | Constante N/1 mm. | Deflexión máxima 25% | | Deflexión normal 20% | | Deflexión prolongada 15% | | Deflexión al bloqueo aprox. | | | |
|-----------------------|---------------------|-----------------|------------|----------------------|----------------------|------|----------------------|------|--------------------------|------|-----------------------------|-------|--|--|
| | | | | | N | mm | N | mm | N | mm | N | mm | | |
| 26 | 12,5 | 38 | XH-13 | 324 | | | 2469 | 7,6 | 1850 | 5,7 | 2811 | 8,7 | | |
| | | 51 | XH-14 | 203 | | | 2064 | 10,2 | 1548 | 7,7 | 2522 | 12,4 | | |
| | | 64 | XH-15 | 157 | 2491 | 15,9 | 1993 | 12,8 | 1495 | 9,6 | 2540 | 16,2 | | |
| | | 76 | XH-16 | 129 | 2455 | 19,1 | 1966 | 15,2 | 1472 | 11,4 | 2736 | 21,2 | | |
| | | 89 | XH-17 | 109 | 2429 | 22,2 | 1944 | 17,8 | 1459 | 13,4 | 2727 | 24,9 | | |
| | | 102 | XH-18 | 97 | 2455 | 25,4 | 1966 | 20,4 | 1472 | 15,3 | 2896 | 30,0 | | |
| | | 115 | XH-19 | 85 | 2442 | 28,6 | 1953 | 23 | 1463 | 17,3 | 2989 | 25,0 | | |
| | | 127 | XH-20 | 76 | 2402 | 31,8 | 1922 | 25,4 | 1441 | 19,1 | 2931 | 38,8 | | |
| | | 152 | XH-21 | 63 | 2402 | 38,1 | 1922 | 30,4 | 1441 | 22,8 | 2998 | 47,5 | | |
| Sección hilo | 4,8 x 5,7 | 305 | XH-22A | 31 | 2349 | 76,2 | 1882 | 61 | 1410 | 45,8 | 3087 | 100,1 | | |
| | | 51 | XH-37 | 336 | 4270 | 12,7 | 3416 | 10,2 | 2567 | 7,7 | 4457 | 13,3 | | |
| | | 64 | XH-38 | 252 | 4003 | 15,9 | 3203 | 12,8 | 2402 | 9,6 | 4648 | 18,4 | | |
| | | 76 | XH-39 | 207 | 3950 | 19,1 | 3158 | 15,2 | 2370 | 11,4 | 4902 | 23,6 | | |
| | | 89 | XH-40 | 177 | 3923 | 22,2 | 3140 | 17,8 | 2358 | 13,4 | 5089 | 28,8 | | |
| | | 102 | XH-41 | 147 | 3737 | 25,4 | 2994 | 20,4 | 2246 | 15,3 | 4782 | 32,5 | | |
| | | 115 | XH-42 | 137 | 3923 | 28,6 | 3140 | 23 | 2353 | 17,3 | 5178 | 37,7 | | |
| | | 127 | XH-43 | 119 | 3780 | 31,8 | 3024 | 25,4 | 2269 | 19,1 | 5111 | 42,9 | | |
| | | 152 | XH-45 | 98 | 3737 | 38,1 | 2989 | 30,4 | 2242 | 22,8 | 5080 | 51,8 | | |
| 32 | 15,5 | 203 | XH-47 | 73 | 3700 | 50,8 | 2963 | 40,6 | 2220 | 30,5 | 5177 | 71,0 | | |
| | | 254 | XH-48 | 59 | 3737 | 63,5 | 2989 | 50,8 | 2242 | 38,1 | 5311 | 90,3 | | |
| | | 305 | XH-48A | 46 | 3522 | 76,2 | 2829 | 61 | 2112 | 45,8 | 4786 | 103,6 | | |
| | | 51 | XH-49 | 658 | | | 6695 | 10,2 | 5017 | 7,7 | 7224 | 11 | | |
| | | 64 | XH-50 | 516 | 8185 | 15,9 | 6548 | 12,8 | 4911 | 9,6 | 8184 | 15,9 | | |
| | | 76 | XH-51 | 405 | 7713 | 19,1 | 6170 | 15,2 | 4626 | 11,4 | 8434 | 20,8 | | |
| | | 89 | XH-52 | 343 | 7629 | 22,2 | 6103 | 17,8 | 4577 | 13,4 | 8501 | 24,8 | | |
| | | 102 | XH-53 | 300 | 7615 | 25,4 | 6094 | 20,4 | 4568 | 15,3 | 8900 | 29,7 | | |
| | | 115 | XH-54 | 259 | 7406 | 28,6 | 5925 | 23 | 4443 | 17,3 | 8972 | 34,6 | | |
| Sección hilo | 7,6 x 8,9 | 127 | XH-55 | 238 | 7562 | 31,8 | 6050 | 25,4 | 4537 | 19,1 | 9421 | 39,5 | | |
| | | 152 | XH-56 | 193 | 7366 | 38,1 | 5894 | 30,4 | 4422 | 22,8 | 9550 | 49,4 | | |
| | | 203 | XH-57 | 142 | 7188 | 50,8 | 5752 | 40,6 | 4315 | 30,5 | 9782 | 69,1 | | |
| | | 254 | XH-58 | 118 | 7473 | 63,5 | 5978 | 50,8 | 4484 | 38,1 | 10453 | 88,8 | | |
| | | 305 | XH-58A | 95 | 7259 | 76,2 | 5800 | 61 | 4359 | 45,8 | 10342 | 108,5 | | |
| | | 64 | XH-70 | 668 | 10609 | 15,9 | 8487 | 12,8 | 6365 | 9,6 | 12682 | 19 | | |
| | | 76 | XH-71 | 546 | 10409 | 19,1 | 8327 | 15,2 | 6245 | 11,4 | 12019 | 22 | | |
| | | 89 | XH-72 | 445 | 9901 | 22,2 | 7922 | 17,8 | 5943 | 13,4 | 10275 | 23,1 | | |
| | | 102 | XH-73 | 385 | 9786 | 25,4 | 7829 | 20,4 | 5872 | 15,3 | 11970 | 31,1 | | |
| 51 | 25 | 115 | XH-74 | 331 | 9448 | 28,6 | 7562 | 23 | 5667 | 17,3 | 11663 | 35,3 | | |
| | | 127 | XH-75 | 303 | 9608 | 31,8 | 7687 | 25,4 | 5765 | 19,1 | 10800 | 35,7 | | |
| | | 152 | XH-77 | 248 | 9448 | 38,1 | 7562 | 30,4 | 5671 | 22,8 | 10142 | 40,9 | | |
| | | 203 | XH-80 | 175 | 8896 | 50,8 | 7117 | 40,6 | 5338 | 30,5 | 9937 | 56,7 | | |
| | | 254 | XH-82 | 147 | 9341 | 63,5 | 7413 | 50,8 | 5605 | 38,1 | 10889 | 74,0 | | |
| | | 305 | XH-83 | 125 | 9501 | 76,7 | 7606 | 61 | 5703 | 45,8 | 14163 | 113,6 | | |
| | | Sección hilo | 9,3 x 11,7 | | | | | | | | | | | |

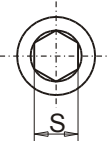
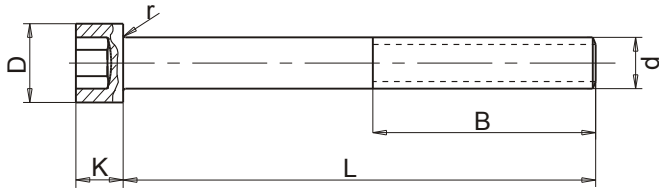


| | |
|--|-------|
| ARANDELA GROWER DIN 7980 / 416 | IV/21 |
| CÁNCAMO FORJADO DIN 580 (Macho) DIN 582 (Hembra) / 410 | IV/15 |
| CÁNCAMO FUNDICIÓN DIN 580 / 409 | IV/14 |
| CÁNCAMO GIRATORIO / 420 | IV/16 |
| CÁNCAMO "RUD" / 421 | IV/17 |
| CINTA DE PRECISIÓN EN ESTUCHE / 422 | IV/22 |
| CINTA DE PRECISIÓN EN ROLLO / 423 | IV/23 |
| CINTA DE PRECISIÓN EN ROLLO ANCHO VARIABLE / 424 | IV/24 |
| CINTA DE PRECISIÓN SURTIDO / 425 | IV/25 |
| COLUMNA DE APOYO / 499 | IV/26 |
| ELEMENTO FORJADO DE TRANSPORTE "ET1" / 417 | IV/18 |
| ELEMENTO FORJADO DE TRANSPORTE "ET2" / 418 | IV/19 |
| ELEMENTO FORJADO DE TRANSPORTE "ET3" / 419 | IV/20 |
| ESPARRAGO ALLEN DIN 913 / 404 | IV/ 4 |
| LLAVE ALLEN ACODADA DIN 911 / 411 | IV/ 5 |
| POSICIONADOR BOLA / PIVOTE ESFÉRICO / 412 | IV/12 |
| TAPÓN DE CIERRE A EXPANSIÓN <i>EXPANDER</i> ® / 415 | IV/13 |
| TOPE GUIA HEMBRA "TGH" / 408 | IV/ 9 |
| TOPE GUIA MACHO "TGM" / 407 | IV/ 8 |
| TOPE PLACA EXPULSORA "TPE" / 413 | IV/11 |
| TORNILLO AVELLANADO DIN 7991 / 403 | IV/ 3 |
| TORNILLO ALLEN DIN 912 - 8.8 / 401 | IV/ 1 |
| TORNILLO ALLEN DIN 912 - 12.9 / 402 | IV/ 2 |
| TORNILLO LÍMITE HEMBRA "TLH" / 406 | IV/ 7 |
| TORNILLO LÍMITE MACHO "TLM" / 405 | IV/ 6 |
| TORNILLO LIMITADOR "KRT" / 414 | IV/10 |



TORNILLO ALLEN DIN 912 - 8.8
SOCKET HEAD CAP SCREWS DIN 912 - 8.8

401



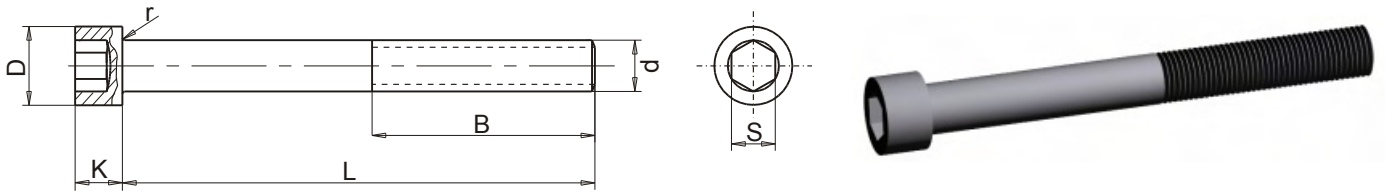
RESISTENCIA A LA TRACCION / TENSILE STRENGTH: (80-100 Kp/mm2)

| d | M- 3 | M- 4 | M- 5 | M- 6 | M- 8 | M- 10 | M-12 | M-14 | M-16 | M-18 | M-20 | M-24 | M-30 |
|---|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| b | 18 | 20 | 22 | 24 | 28 | 32 | 36 | 40 | 44 | 52 | 52 | 60 | 72 |
| D | 5.5 | 7 | 8.5 | 10 | 13 | 16 | 18 | 21 | 24 | 27 | 30 | 36 | 45 |
| K | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 24 | 30 |
| S | 2.6 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 14 | 17 | 19 | 22 |
| r | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 0.5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.6 | 2 |

| L | M- 3 | M- 4 | M- 5 | M- 6 | M- 8 | M- 10 | M-12 | M-14 | M-16 | M-18 | M-20 | M-24 | M-30 |
|-----|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| 6 | * | * | * | | | | | | | | | | |
| 8 | * | * | * | * | | | | | | | | | |
| 10 | * | * | * | * | * | | | | | | | | |
| 12 | * | * | * | * | * | | | | | | | | |
| 14 | * | * | * | * | * | | | | | | | | |
| 16 | * | * | * | * | * | * | | | | | | | |
| 18 | * | * | * | * | * | * | | | | | | | |
| 20 | * | * | * | * | * | * | * | | | | | | |
| 22 | * | * | * | * | * | * | * | | | | | | |
| 25 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | | | | |
| 30 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | | |
| 35 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | | |
| 40 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | |
| 45 | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 50 | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 55 | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 60 | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 65 | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 70 | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 80 | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 90 | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 100 | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 110 | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 120 | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 130 | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 140 | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 150 | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 160 | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 170 | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 180 | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 190 | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 200 | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 220 | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 240 | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 260 | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 280 | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 300 | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * |

FORMA DE PEDIDO / ORDER FORM : d x L.

SOCKET HEAD CAP SCREWS DIN 912 - 12.9

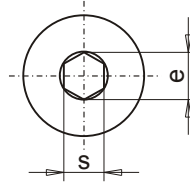
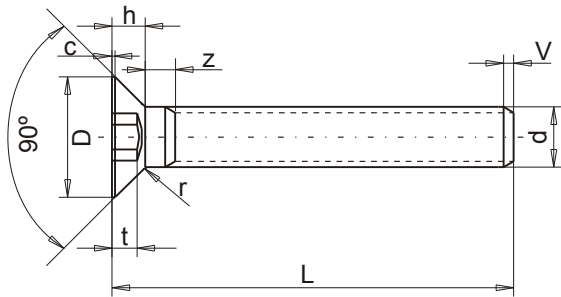


RESISTENCIA A LA TRACCION / TENSILE STRENGTH: (120-140 Kp/mm2)

| d | M- 3 | M- 4 | M- 5 | M- 6 | M- 8 | M- 10 | M-12 | M-14 | M-16 | M-18 | M-20 | M-24 | M-30 |
|---|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| b | 18 | 20 | 22 | 24 | 28 | 32 | 36 | 40 | 44 | 52 | 52 | 60 | 72 |
| D | 5.5 | 7 | 8.5 | 10 | 13 | 16 | 18 | 21 | 24 | 27 | 30 | 36 | 45 |
| K | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 24 | 30 |
| S | 2.6 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 14 | 17 | 19 | 22 |
| r | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 0.5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.6 | 2 |

| L | M- 3 | M- 4 | M- 5 | M- 6 | M- 8 | M- 10 | M-12 | M-14 | M-16 | M-18 | M-20 | M-24 | M-30 |
|-----|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| 6 | * | * | * | | | | | | | | | | |
| 8 | * | * | * | * | | | | | | | | | |
| 10 | * | * | * | * | * | | | | | | | | |
| 12 | * | * | * | * | * | | | | | | | | |
| 14 | * | * | * | * | * | | | | | | | | |
| 16 | * | * | * | * | * | * | | | | | | | |
| 18 | * | * | * | * | * | * | | | | | | | |
| 20 | * | * | * | * | * | * | * | | | | | | |
| 22 | * | * | * | * | * | * | * | | | | | | |
| 25 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | | | | |
| 30 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | | |
| 35 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | | |
| 40 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | |
| 45 | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | |
| 50 | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | |
| 55 | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | |
| 60 | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 65 | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 70 | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 80 | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 90 | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 100 | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 110 | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 120 | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 130 | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 140 | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 150 | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 160 | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 170 | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 180 | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 190 | | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 200 | | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 220 | | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 240 | | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 260 | | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 280 | | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 300 | | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * |

FORMA DE PEDIDO / ORDER FORM : d x L.

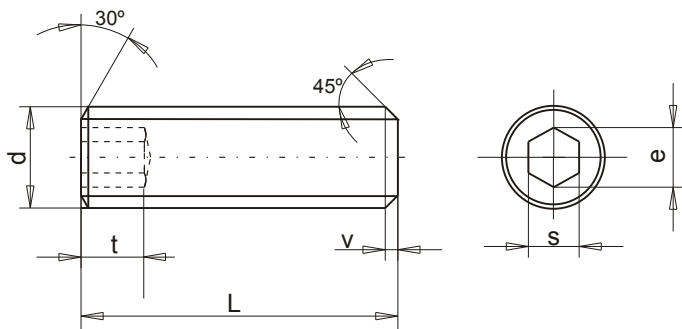
**TORNILLO AVELLANADO DIN 7991
 SOCKET HEAD CAP SCREWS DIN 7991**
403

RESISTENCIA A LA TRACCION / TENSILE STRENGTH : (100-120 Kp/mm2)

| d | M- 3 | M- 4 | M- 5 | M- 6 | M- 8 | M- 10 | M-12 | M-14 | M-16 | M-20 |
|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| D | 6 | 8 | 10 | 12 | 16 | 20 | 24 | 27 | 30 | 36 |
| h | 1.7 | 2.3 | 2.8 | 3.3 | 4.4 | 5.5 | 6.5 | 7 | 7.5 | 8.5 |
| c | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| r | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 0.5 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| s | 2 | 2.5 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 10 | 12 |
| t | 1.3 | 2 | 2.4 | 2.8 | 3.8 | 4.8 | 5 | 5.3 | 5.8 | 6.8 |
| e | 2.3 | 2.9 | 3.5 | 4.7 | 5.8 | 7 | 9.4 | 11.7 | 11.7 | 14 |
| v | 0.5 | 0.7 | 0.8 | 1 | 1.25 | 1.5 | 1.75 | 2 | 2 | 2.5 |
| z | 1 | 1.4 | 1.6 | 2 | 2.5 | 3 | 3.5 | 4 | 4.5 | 5 |

| L | M- 3 | M- 4 | M- 5 | M- 6 | M- 8 | M- 10 | M-12 | M-14 | M-16 | M-20 |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 8 | * | * | * | | | | | | | |
| 10 | * | * | * | * | | | | | | |
| 12 | * | * | * | * | | | | | | |
| 16 | * | * | * | * | * | * | | | | |
| 18 | * | * | * | * | * | * | | | | |
| 20 | * | * | * | * | * | * | * | | | |
| 25 | * | * | * | * | * | * | * | * | | |
| 30 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | |
| 35 | | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 40 | | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 45 | | | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 50 | | | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 55 | | | | * | * | * | * | * | * | * |
| 60 | | | | * | * | * | * | * | * | * |
| 70 | | | | | * | * | * | * | * | * |
| 80 | | | | | * | * | * | * | * | * |
| 90 | | | | | | * | * | * | * | * |
| 100 | | | | | | * | * | * | * | * |

FORMA DE PEDIDO / ORDER FORM : d x L.

SCREW PLUGS DIN 913

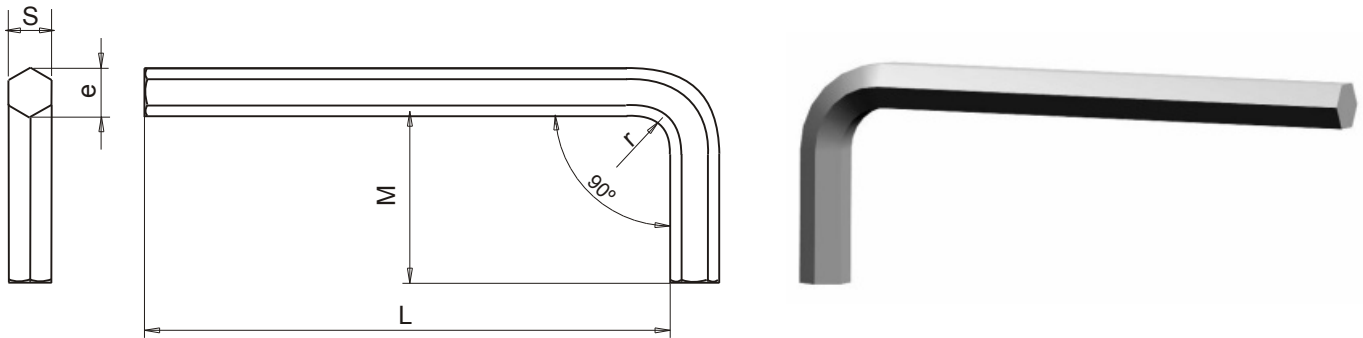


RESISTENCIA A LA TRACCION / TENSILE STRENGTH: (120 Kp/mm²)

| d | M-2,5 | M-3 | M-4 | M-5 | M-6 | M-8 | M-10 | M-12 | M-14 | M-16 | M-20 | M-24 |
|------|-------|-----|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| peso | 0.45 | 0.5 | 0.7 | 0.8 | 1 | 1.25 | 1.5 | 1.75 | 2 | 2 | 2.5 | 3 |
| e | 1.5 | 1.8 | 2.3 | 2.9 | 3.5 | 4.7 | 5.8 | 7 | 7 | 9.4 | 11.7 | 14 |
| s | 1.3 | 1.5 | 2 | 2.5 | 3 | 4 | 5 | 6 | 6 | 8 | 10 | 12 |
| t | 2 | 2 | 2.5 | 3 | 3.5 | 5 | 6 | 8 | 8 | 10 | 12 | 15 |
| v | 0.5 | 0.5 | 0.75 | 0.75 | 1 | 1.25 | 1.5 | 1.75 | 2 | 2 | 2.5 | 3 |

| L | M-2,5 | M-3 | M-4 | M-5 | M-6 | M-8 | M-10 | M-12 | M-14 | M-16 | M-20 | M-24 |
|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
| 3 | * | * | * | | | | | | | | | |
| 4 | * | * | * | * | | | | | | | | |
| 5 | * | * | * | * | * | | | | | | | |
| 6 | * | * | * | * | * | * | | | | | | |
| 8 | * | * | * | * | * | * | | | | | | |
| 10 | * | * | * | * | * | * | * | | | | | |
| 12 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | | | |
| 16 | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | | |
| 20 | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 25 | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 30 | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 35 | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 40 | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 45 | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 50 | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 55 | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 60 | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 70 | | | | | | * | * | * | * | * | * | * |
| 80 | | | | | | * | * | * | * | * | * | * |
| 90 | | | | | | * | * | * | * | * | * | * |
| 100 | | | | | | * | * | * | * | * | * | * |

FORMA DE PEDIDO / ORDEN FORM: d x L.

LLAVE ALLEN ACODADA DIN 911
SOCKET SCREW ALLEN KEY DIN 911
411


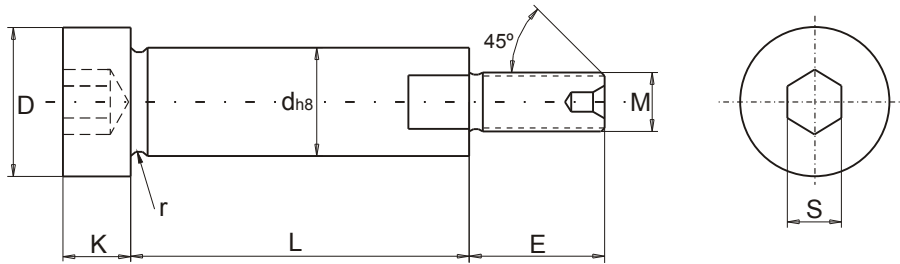
MATERIAL : 50 Cr V4.
DUREZA / HARDNESS : 45-50 Hrc.
RESISTENCIA / RESISTANCE : 140 - 165 Kg/mm2.

| S | e | L | M | r |
|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1.5 | 1.73 | 50 | 12 | 2 |
| 2 | 2.3 | 55 | 15 | 2 |
| 2.5 | 2.9 | 60 | 18 | 2.5 |
| 3 | 3.5 | 65 | 20 | 3 |
| 4 | 4.6 | 72 | 25 | 4 |
| 5 | 5.8 | 80 | 28 | 5 |
| 6 | 6.9 | 90 | 32 | 6 |
| 8 | 9.2 | 100 | 36 | 8 |
| 10 | 11.5 | 112 | 40 | 10 |
| 12 | 13.8 | 125 | 45 | 12 |
| 14 | 16.2 | 140 | 55 | 14 |
| 17 | 19.6 | 160 | 60 | 16 |
| 18 | 22 | 180 | 70 | 18 |

FORMA DE PEDIDO / ORDER FORM : **S**.

TORNILLO LIMITE MACHO “ TLM “

SHOULDER BOLT “ TLM “



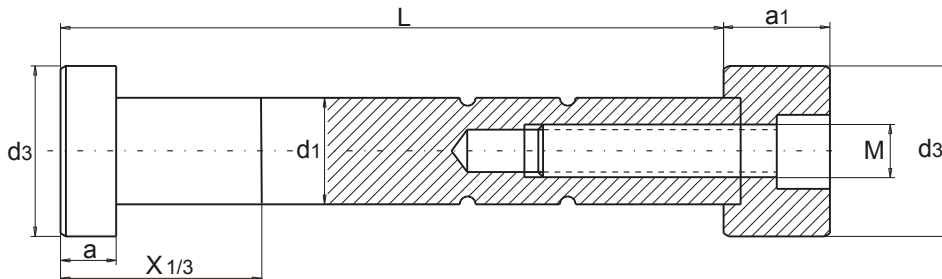
MATERIAL : Acero aleado Cromo-Níquel-Molibdeno.
Special alloyed steel Cr-Ni-Mo.

RESISTENCIA A LA TRACCION:
TENSILE STRENGTH : 120 - 140 Kp/mm2.

| M | M- 5 | M- 6 | M- 8 | M-10 | M-12 | M-16 | M-20 | M-24 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| d (h8) | 6 | 8 | 10 | 12 | 16 | 20 | 25 | 32 |
| D (h13) | 9 | 11 | 14 | 18 | 22 | 28 | 36 | 45 |
| K (h14) | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 16 | 20 |
| E | 8 | 10 | 12 | 16 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| S | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 14 | 17 |
| r | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.8 | 0.9 | 1 | 1.2 | 1.5 |

| M | M- 5 | M- 6 | M- 8 | M-10 | M-12 | M-16 | M-20 | M-24 |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| d (h8) | 6 | 8 | 10 | 12 | 16 | 20 | 25 | 32 |
| L | | | | | | | | |
| 6 | * | * | * | | | | | |
| 8 | * | * | * | * | | | | |
| 10 | * | * | * | * | * | | | |
| 12 | * | * | * | * | * | | | |
| 14 | * | * | * | * | * | | | |
| 16 | * | * | * | * | * | * | | |
| 20 | * | * | * | * | * | * | * | |
| 25 | * | * | * | * | * | * | * | |
| 30 | * | * | * | * | * | * | * | |
| 32 | * | * | * | * | * | * | * | |
| 40 | * | * | * | * | * | * | * | |
| 50 | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 60 | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 63 | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 70 | | * | * | * | * | * | * | * |
| 80 | | * | * | * | * | * | * | * |
| 90 | | * | * | * | * | * | * | * |
| 100 | | * | * | * | * | * | * | * |
| 110 | | * | * | * | * | * | * | * |
| 120 | | | * | * | * | * | * | * |
| 125 | | | * | * | * | * | * | * |
| 140 | | | * | * | * | * | * | * |
| 160 | | | * | * | * | * | * | * |
| 200 | | | | * | * | * | * | * |
| 250 | | | | | * | * | * | * |

FORMA DE PEDIDO / ORDER FORM : M x d x L.

TORNILLO LIMITE HEMBRA “ TLH “
SHOULDER BOLT “ TLH “
406


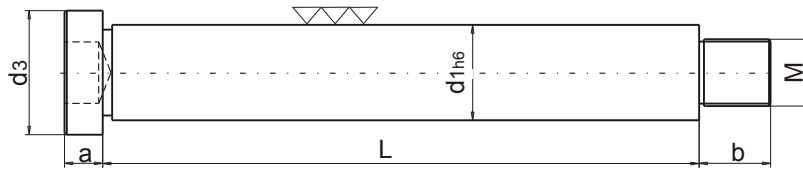
MATERIAL : Acero aleado al Cromo Molibdeno.
Special alloyed steel Cr-Ni-Mo.

RESISTENCIA A LA TRACCION : 110-120 Kg/mm2.
TENSILE STRENGTH :

| d1 | d3 | a | a1 | M | L | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|
| | | | | | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 | 260 | |
| F7 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | | | | | | | | | | | |
| 16 | 26 | 5 | 16 | 8 | * | * | * | * | * | | | | | |
| 20 | 32 | 6 | 20 | 10 | | * | * | * | * | * | * | * | | |
| 25 | 38 | 7 | 24 | 12 | | * | * | * | * | * | * | * | * | * |

FORMA DE PEDIDO / ORDER FORM : d1 x L.

GUIDE STOP " TGM "

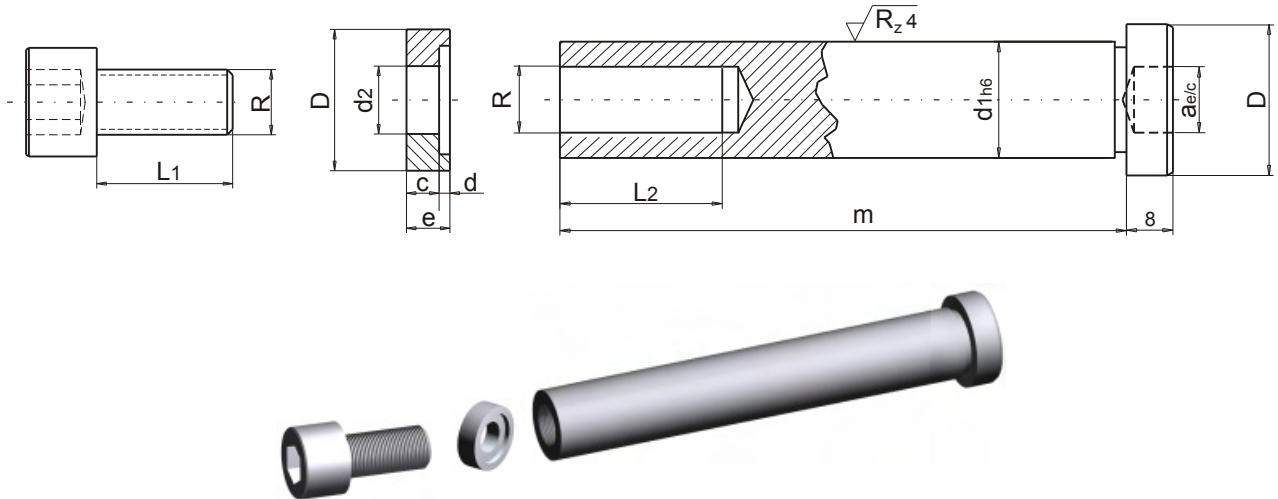


MATERIAL : Acero 1.7242 / Steel 1.7242

DUREZA / HARDNESS : 46-48 Hrc

| d1 h6 | d3 | a | b | M | L | | | | | | | | | |
|----------|----|---|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|---|
| | | | | | 40 | 50 | 60 | 80 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | |
| 14 | 20 | 8 | 12 | 10 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 20 | 26 | 8 | 15 | 14 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |

FORMA DE PEDIDO / ORDER FORM : d1 x L.

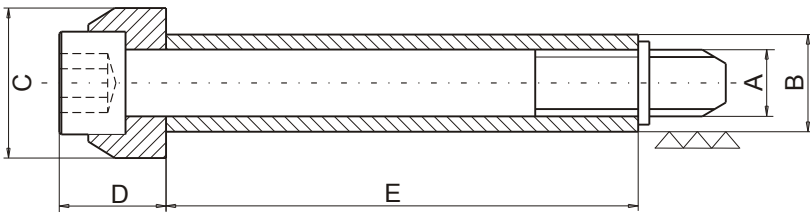
TOPE GUIA HEMBRA “ TGH “
GUIDE STOP “ TGH “
408

MATERIAL : Acero 1.1730 / Steel 1.1730

DUREZA / HARDNESS : 50-52 HRC

| d1 h6 | D | d2 | a | c | d | e | L1 | L2 | R | m | | | | | | | | |
|----------|----|------|----|---|---|---|----|----|------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | | | | | | | | | 40 | 50 | 60 | 80 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 |
| 14 | 20 | 8.5 | 8 | 4 | 2 | 6 | 20 | 18 | M- 8 | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 20 | 26 | 12.5 | 10 | 6 | 2 | 8 | 25 | 25 | M-12 | * | * | * | * | * | * | * | * | * |

FORMA DE PEDIDO / ORDER FORM : d1 x m.

TORNILLO LIMITADOR “ KRT “
STOPPER BOLT “ KRT “



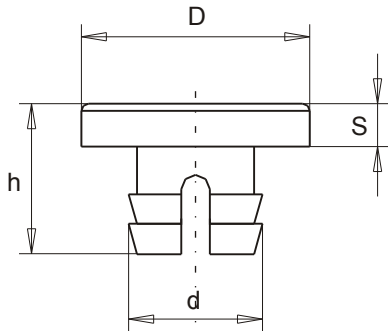
MATERIAL : Acero 1.7242 / Steel 1.7242
DUREZA / HARDNESS : 46-48 Hrc

| A | B | C | D | E | | | | | | | | | | | | | | |
|------|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|
| | | | | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 |
| 6MA | 10 | 15 | 10 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | | | | | |
| 8MA | 12.5 | 19 | 13 | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | | | | |
| 10MA | 15 | 23 | 15 | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | | | |
| 12MA | 17.5 | 27 | 18 | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 16MA | 23 | 34 | 24 | | | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * |

FORMA DE PEDIDO / ORDER FORM : A x E.

TOPE PLACA EXPULSORA " TPE "
STOP FOR EJECTION PLATE " TPE "

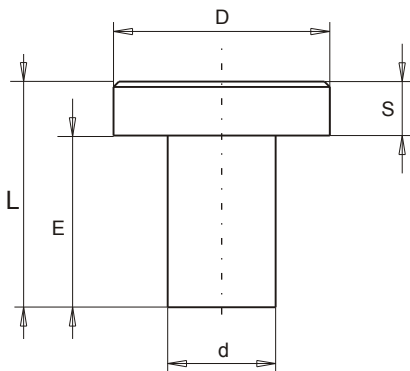
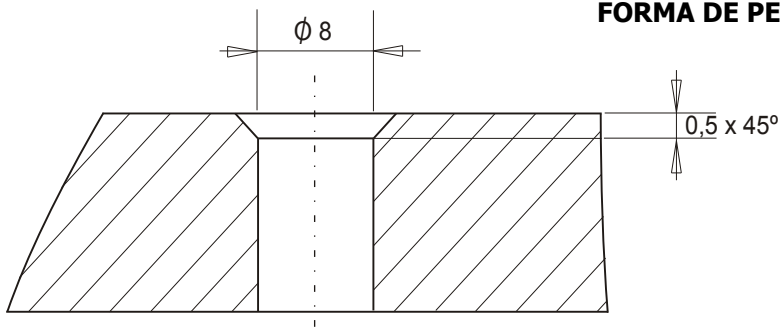
413



MATERIAL : Acero 1.7242 / Steel 1.7242

| D | d | h | S |
|----|-----|----|---|
| 16 | 8.2 | 11 | 3 |
| 25 | 8.2 | 11 | 3 |

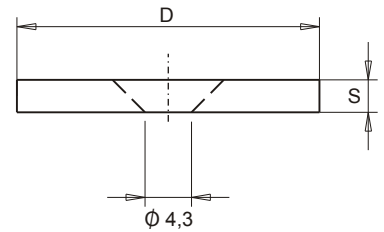
FORMA DE PEDIDO / ORDER FORM : D.



MATERIAL : Acero 1.7242 / Steel 1.7242

| d | D | S | E | L |
|----|----|---|----|----|
| 8 | 15 | 4 | 16 | 20 |
| 10 | 20 | 5 | 10 | 15 |

FORMA DE PEDIDO / ORDER FORM : d.



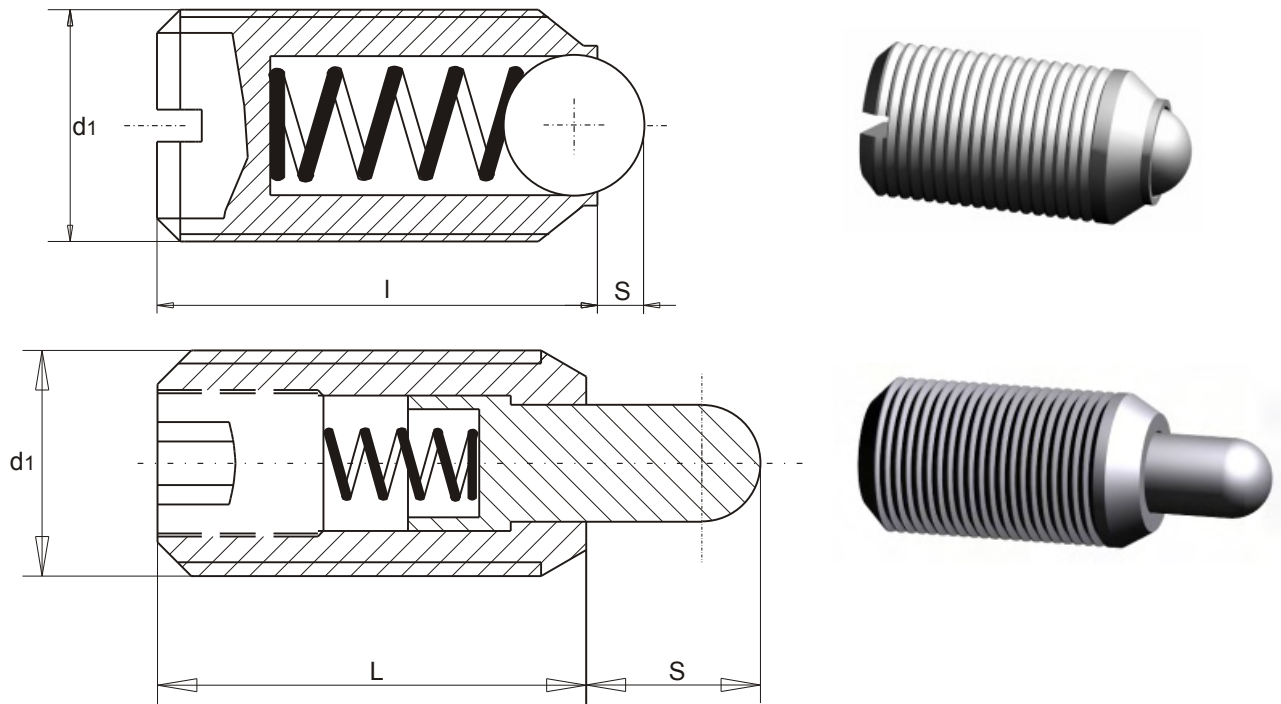
MATERIAL : Acero 1.7242 / Steel 1.7242

| D | S |
|----|---|
| 18 | 3 |
| 28 | 3 |

FORMA DE PEDIDO : D.
ORDER FORM : D.

POSICIONADOR BOLA / POSICIONADOR PIVOTE ESFERICO

BALL PLUNGER / SFERIC PIVOT PLUNGER



MATERIAL: Acero F-114. Pavonado.
MATERIAL: Steel F-114

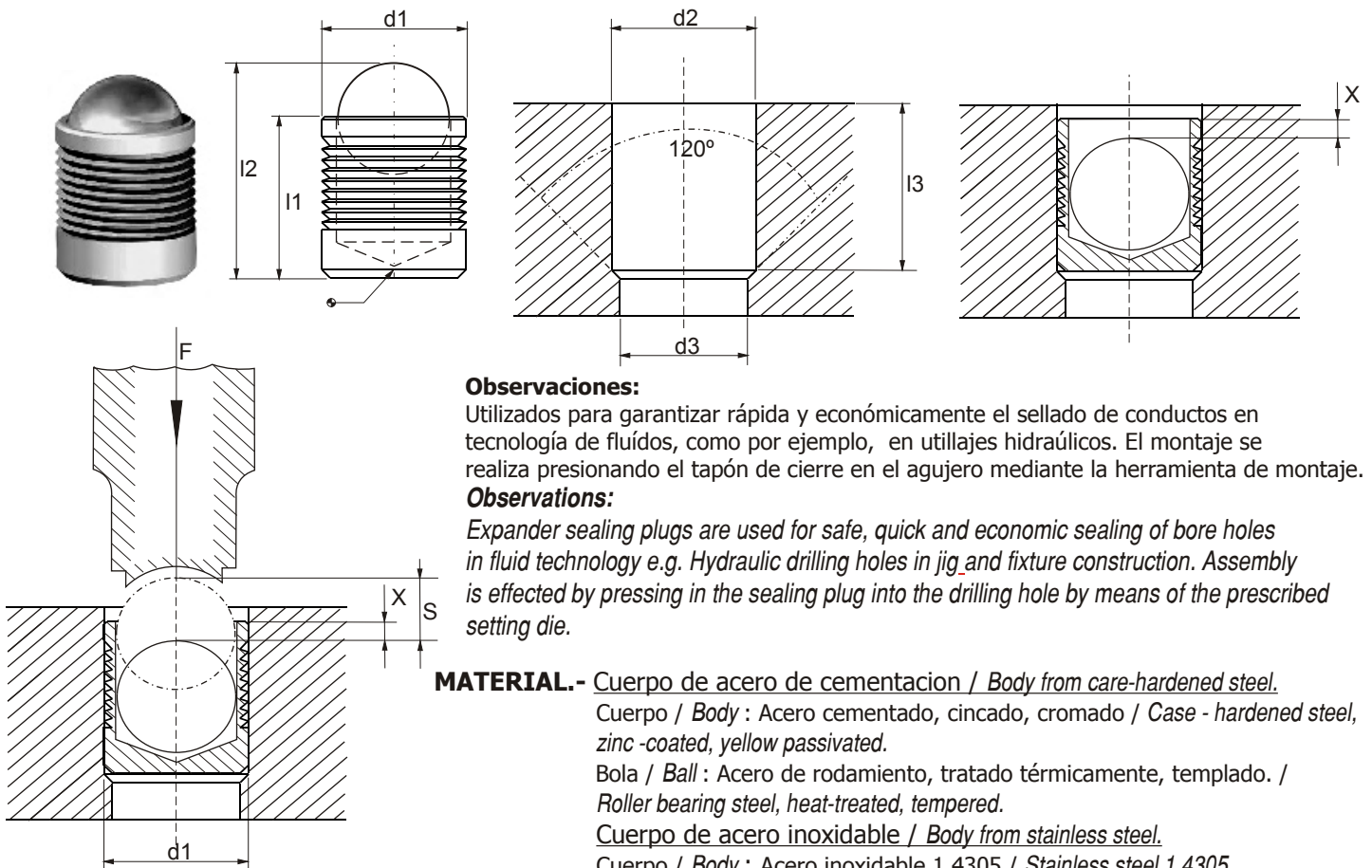
| d1 | l | s | Diam.Bola Ball Diam. |
|------|----|-----|-------------------------|
| M- 3 | 7 | 0.5 | 1.5 |
| M- 4 | 9 | 0.8 | 2.5 |
| M- 5 | 12 | 0.9 | 3 |
| M- 6 | 14 | 1 | 3.5 |
| M- 8 | 16 | 1.5 | 5 |
| M-10 | 19 | 2 | 6 |
| M-12 | 22 | 2.5 | 8 |
| M-16 | 24 | 3.5 | 10 |
| M-20 | 30 | 4.5 | 12 |
| M-24 | 34 | 5.5 | 15 |

FORMA DE PEDIDO : d1/bola.
ORDER FORM : d1/ball

MATERIAL: Acero F-114. Pavonado.
MATERIAL: Steel F-114

| d1 | l | s | Diam. Pivote Sferic pivot Diam. |
|------|----|-----|------------------------------------|
| M- 4 | 9 | 1.5 | 1.8 |
| M- 5 | 12 | 2 | 2.4 |
| M- 6 | 14 | 2 | 2.7 |
| M- 8 | 16 | 2 | 4 |
| M-10 | 19 | 2.5 | 4.5 |
| M-12 | 22 | 3.5 | 6 |
| M-16 | 24 | 4.5 | 8.5 |
| M-20 | 30 | 6.5 | 10 |
| M-24 | 34 | 8 | 12 |

FORMA DE PEDIDO : d1/pivote.
FORMA DE PEDIDO : d1/Sferic pivot

TAPONES DE CIERRE A EXPANSION EXPANDER®
EXPANDER® SEALING PLUGS
415

Observaciones:

Utilizados para garantizar rápida y económicamente el sellado de conductos en tecnología de fluidos, como por ejemplo, en utillajes hidráulicos. El montaje se realiza presionando el tapón de cierre en el agujero mediante la herramienta de montaje.

Observations:

Expander sealing plugs are used for safe, quick and economic sealing of bore holes in fluid technology e.g. Hydraulic drilling holes in jig and fixture construction. Assembly is effected by pressing in the sealing plug into the drilling hole by means of the prescribed setting die.

MATERIAL.- Cuerpo de acero de cementacion / Body from care-hardened steel.

Cuerpo / Body : Acero cementado, cincado, cromado / Case - hardened steel, zinc -coated, yellow passivated.

Bola / Ball : Acero de rodamiento, tratado térmicamente, templado. / Roller bearing steel, heat-treated, tempered.

Cuerpo de acero inoxidable / Body from stainless steel.

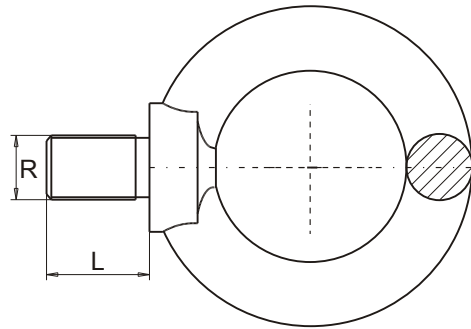
Cuerpo / Body : Acero inoxidable 1.4305 / Stainless steel 1.4305.

Bola / Ball : Acero de rodamiento, tratado térmicamente, templado / Roller bearing steel, heat-treated, tempered.

| d1 | l1 | l2 | d2 +0,1 | d3 max. | l3 Min. | x ±0,2 | s | Peso gr. Weight gr. |
|----|-----|------|------------|------------|------------|-----------|------|------------------------|
| 3 | 3,6 | 4,6 | 3 | 2,2 | 3,4 | 0,4 | 1,2 | 0,2 |
| 4 | 4 | 5,2 | 4 | 3,3 | 3,8 | 0,2 | 1,5 | 0,4 |
| 5 | 5,5 | 7 | 5 | 4,3 | 5,3 | 0,4 | 2 | 0,7 |
| 6 | 6,5 | 8,6 | 6 | 5,3 | 6,3 | 0,4 | 2,5 | 1,2 |
| 7 | 7,5 | 10,1 | 7 | 6,4 | 7,3 | 0,4 | 3 | 1,9 |
| 8 | 8,5 | 11,7 | 8 | 7,4 | 8,3 | 0,3 | 3,5 | 3,1 |
| 9 | 10 | 13,7 | 9 | 8,4 | 9,8 | 0,4 | 4 | 4,1 |
| 10 | 11 | 15,2 | 10 | 9,4 | 10,8 | 0,4 | 4,5 | 6 |
| 12 | 13 | 18 | 12 | 10,6 | 12,8 | 0,4 | 5,5 | 9,4 |
| 14 | 15 | 20,8 | 14 | 12,7 | 14,5 | 0,4 | 6,35 | 14,4 |
| 16 | 17 | 23,7 | 16 | 14,7 | 16,5 | 0,6 | 7 | 21,7 |
| 18 | 19 | 26,3 | 18 | 16,7 | 18,5 | 0,6 | 8 | 32,4 |
| 20 | 22 | 30,5 | 20 | 18,7 | 21,5 | 0,8 | 9 | 44,7 |
| 22 | 25 | 34,2 | 22 | 20,7 | 24,5 | 0,8 | 10 | 59,3 |

FORMA DE PEDIDO / ORDER FORM : Material x d1

EYE BOLT DIN 580

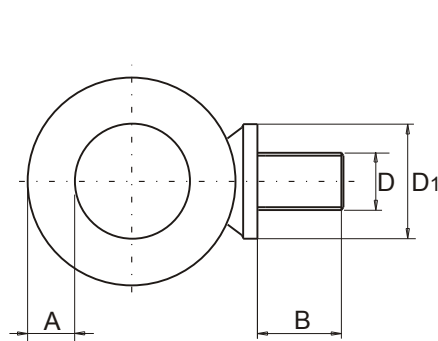
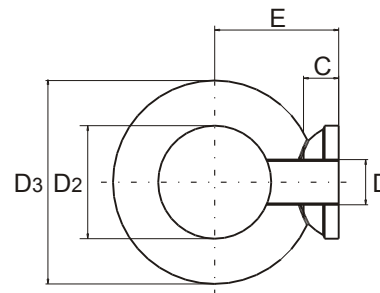
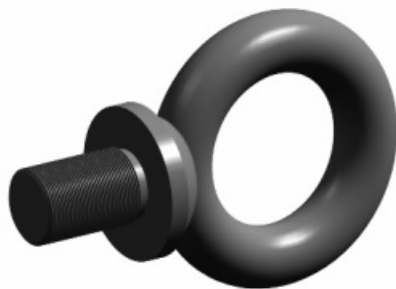


MATERIAL : Acero de fundición. / *Cast ironed steel.*

| R | M- 8 | M-10 | M-12 | M-14 | M-16 | M-18 | M-20 | M-22 | M-24 | M-30 | M-36 | M-42 | M-48 |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Carga max. en Kgs. Maximum load Kgs. | 85 | 150 | 220 | 220 | 380 | 450 | 570 | 800 | 1050 | 1700 | 2500 | 3400 | 5200 |
| L | 15 | 18 | 22 | 22 | 26 | 30 | 30 | 32 | 38 | 45 | 55 | 65 | 70 |

FORMA DE PEDIDO / ORDER FORM : R.

CANCAMO FORJADO DIN 580 (Macho) / DIN 582 (Hembra)
EYE BOLT DIN 580 (Male) DIN 582 (Female)


DIN 580

DIN 582


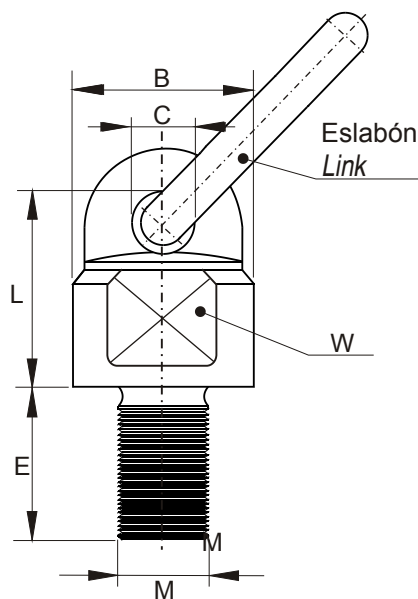
MATERIAL : Acero de forja. / *Forged Steel.*

| D | D1 | D2 | D3 | A | B | C | E | Carga Max en Kgs. <i>Maximum load Kgs.</i> | DIN580 | DIN582 |
|----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|--|---------------|---------------|
| M- 8 | 20 | 20 | 36 | 8 | 15 | 8.5 | 18 | 140 | * | * |
| M-10 | 25 | 25 | 45 | 10 | 18 | 10 | 22 | 230 | * | * |
| M-12 | 30 | 30 | 54 | 12 | 22 | 11 | 28 | 340 | * | * |
| M-14 | 30 | 30 | 54 | 12 | 22 | 11 | 28 | 340 | * | * |
| M-16 | 35 | 35 | 63 | 14 | 28 | 13 | 30 | 700 | * | * |
| M-18 | 35 | 35 | 63 | 14 | 28 | 13 | 30 | 900 | * | * |
| M-20 | 40 | 40 | 72 | 16 | 30 | 16 | 35 | 1200 | * | * |
| M-22 | 40 | 40 | 72 | 16 | 30 | 16 | 35 | 1500 | * | * |
| M-24 | 50 | 50 | 90 | 20 | 38 | 20 | 45 | 1800 | * | * |
| M-27 | 50 | 50 | 90 | 20 | 38 | 20 | 45 | 2200 | * | * |
| M-30 | 65 | 60 | 108 | 24 | 45 | 25 | 55 | 3600 | * | * |
| M-36 | 75 | 70 | 126 | 28 | 56 | 30 | 65 | 5100 | * | * |
| M-42 | 85 | 80 | 144 | 32 | 65 | 35 | 75 | 7000 | * | * |
| M-48 | 100 | 90 | 166 | 38 | 70 | 40 | 85 | 8600 | * | * |
| M-56 | 110 | 100 | 184 | 42 | 78 | 45 | 95 | 11500 | * | * |

FORMA DE PEDIDO / ORDER FORM : D - DIN580 O OR DIN582.

CANCAMO GIRATORIO

REVOLVING EYE BOLT



Coefficiente de seguridad contra rotura 4 en todas las direcciones de las fuerzas. Giro de 360°.

Giro máximo de la anilla : 180°

Security coefficient against break 4 in all strength directions. 360° rotation.

Maximum ring rotation: 180°

| Carga de trabajo en toneladas Working load in tones | Peso en Kg Weight in Kg | Eslabon oval mm. Oval ring mm. | B | C | M | E | W | L |
|--|----------------------------|-----------------------------------|-----|----|-----|-----|-----|-----|
| 0,5 | 0,30 | Ø13x 55x30 | 36 | 14 | M12 | 18 | 30 | 40 |
| 1,12 | 0,34 | Ø13x 55x30 | 36 | 14 | M16 | 20 | 30 | 40 |
| 2 | 1,04 | Ø16x 70x34 | 49 | 19 | M20 | 30 | 41 | 56 |
| 3,15 | 1,40 | Ø18x 85x40 | 57 | 20 | M24 | 30 | 46 | 61 |
| 5,3 | 2,20 | Ø20x 85x40 | 66 | 24 | M30 | 35 | 55 | 83 |
| 8 * | 3,50 | Ø22x115x50 | 80 | 27 | M30 | 35 | 65 | 88 |
| 10 * | 3,70 | Ø22x115x50 | 80 | 27 | M36 | 50 | 65 | 88 |
| 15 * | 6,80 | Ø26x140x65 | 104 | 32 | M45 | 60 | 80 | 107 |
| Medidas espaciales sobre pedido / Special sizes under request. | | | | | | | | |
| 20 | 14,20 | Ø36x170x75 | 129 | 45 | M64 | 110 | 105 | 150 |
| 25 | 14,80 | Ø36x170x75 | 129 | 45 | M80 | 150 | 105 | 150 |
| 30 | 22,50 | Ø40x170x80 | 148 | 50 | M90 | 150 | 115 | 172 |

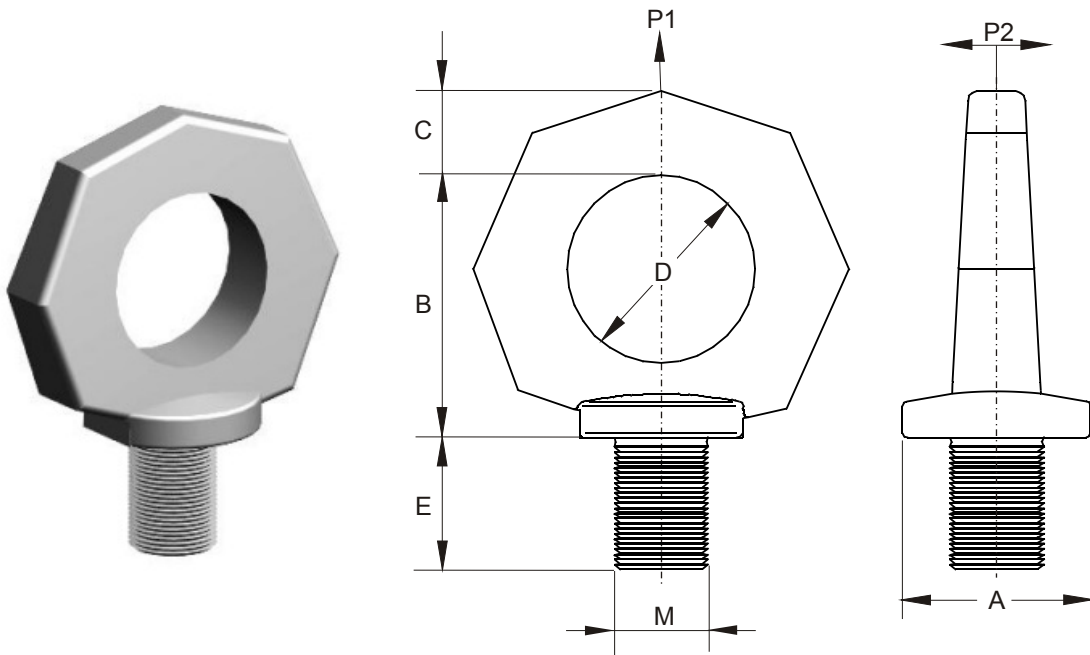
Otras medidas especiales: M14 - M39 - M42 - M48 - M52 - M56 - M60

Other special sizes: M14 - M39 - M42 - M48 - M52 - M56 - M60

* En caso de uso incorrecto, la carga de trabajo debe reducirse a 1 tonelada.

* If not use correctly, work load must be reduced to 1 tone.

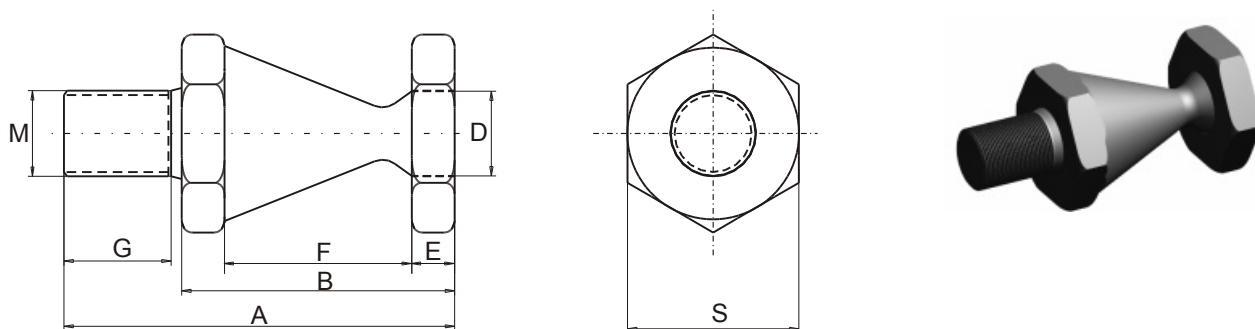
FORMA DE PEDIDO / ORDER FORM : M

CANCAMO “ RUD “
“ RUD “ EYE BOLT
421

MATERIAL : Acero 1.6541 forjado / 1.6541 Forged steel.

| M | P1 (Kg.) | P2 (Kg.) | B | C | E | D | A | Peso Weight |
|------|-------------|-------------|-----|----|----|----|-----|----------------|
| M.6 | 400 | 100 | 35 | 10 | 12 | 25 | 25 | 0,1 |
| M.8 | 800 | 200 | | | | | | |
| M.10 | 1.000 | 250 | | | 15 | | | |
| M.12 | 1.600 | 400 | 41 | 12 | 18 | 30 | 30 | 0,2 |
| M.14 | 3.000 | 750 | 48 | 14 | 21 | 35 | 35 | 0,25 |
| M.16 | 4.000 | 1.000 | 48 | 16 | 24 | | | 0,3 |
| M.20 | 6.000 | 1.500 | 55 | 20 | 30 | 40 | 40 | 0,45 |
| M.24 | 8.000 | 2.000 | 70 | | 36 | 50 | 50 | 0,7 |
| M.30 | 12.000 | 3.000 | 85 | 24 | 45 | 60 | 60 | 1,6 |
| M.36 | 16.000 | 4.000 | 130 | 43 | 54 | 90 | 100 | 6,0 |
| M.42 | 24.000 | 6.000 | 130 | 43 | 63 | 90 | 100 | 6,2 |
| M.48 | 32.000 | 8.000 | | | 68 | | | 6,4 |

FORMA DE PEDIDO / ORDER FORM : M

LIFTING STUD “ ET1 “



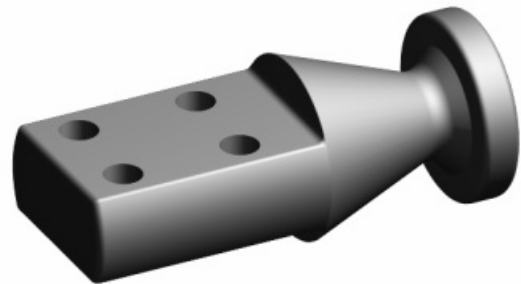
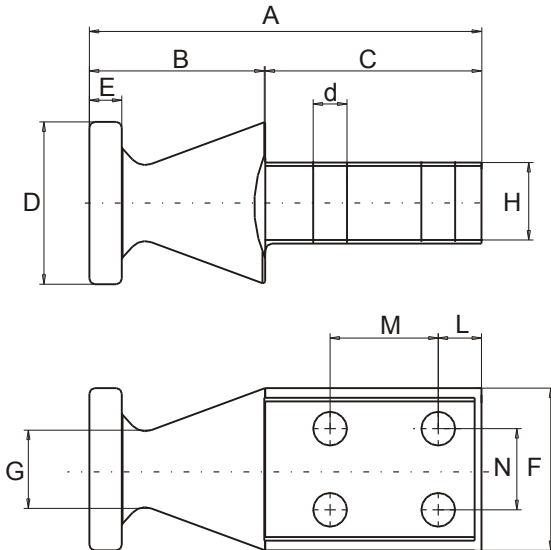
MATERIAL : F1140 pavonado. / F1140

| M | S | D | A | B | E | F | G | Kg. |
|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| 16 | 32 | 16 | 76 | 51 | 8 | 35 | 20 | 100 |
| 20 | 41 | 20 | 90 | 60 | 10 | 40 | 25 | 150 |

FORMA DE PEDIDO / ORDER FORM : ET1/M.

ELEMENTOS FORJADOS DE TRANSPORTE “ ET2 “
LIFTING STUD “ ET2 “

418

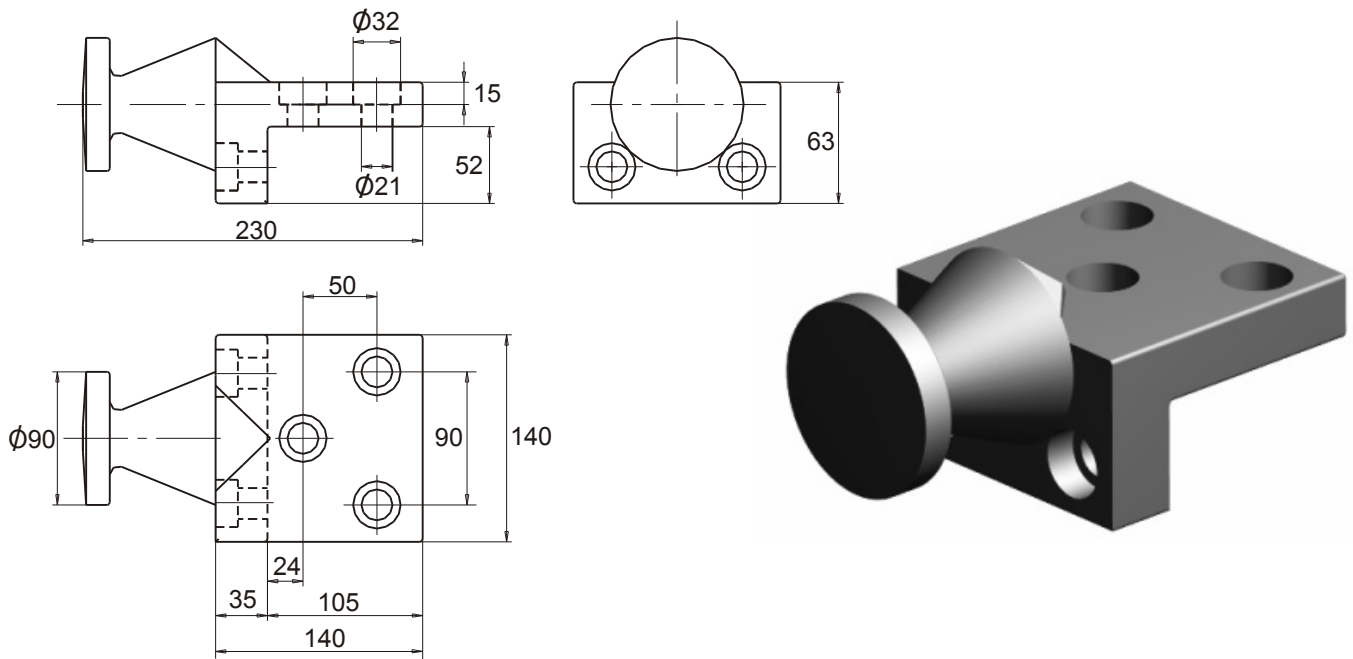


MATERIAL: Acero forjado pavonado. / *Forged steel.*

| D | A | B | C | F | G | H | L | M | N | d | Kg. |
|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------------|
| 38 | 115 | 52 | 63 | 38 | 16 | 12 | 13 | 30 | 20 | 10.5 | 150 |
| 50 | 120 | 50 | 70 | 50 | 18 | 20 | 15 | 35 | 25 | 10.5 | 300 |
| 60 | 145 | 65 | 80 | 60 | 22 | 30 | 16 | 40 | 30 | 12.5 | 600 |
| 70 | 155 | 65 | 90 | 70 | 30 | 30 | 20 | 40 | 34 | 16.5 | 1000 |
| 80 | 165 | 65 | 100 | 80 | 37 | 40 | 20 | 50 | 40 | 16.5 | 1500 |
| 100 | 195 | 75 | 120 | 100 | 50 | 40 | 38 | 52 | 55 | 20.5 | 2000 |

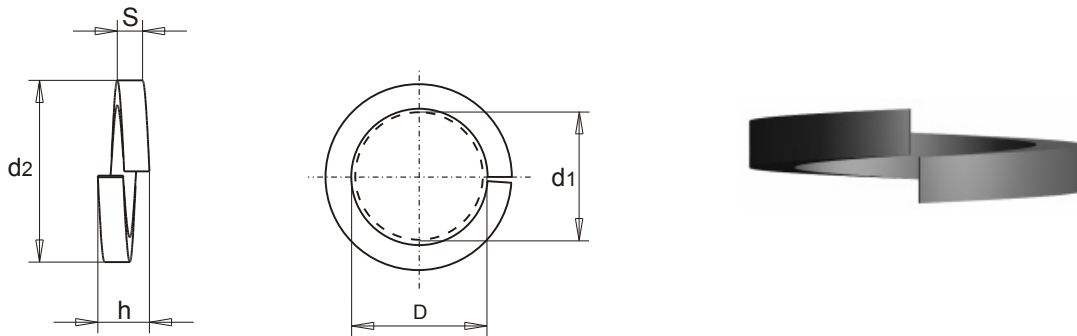
FORMA DE PEDIDO / ORDER FORM : ET2/D.

LIFTING STUD “ ET3 “



MATERIAL : Acero forjado pavonado. / *Forged steel.*

FORMA DE PEDIDO / ORDER FORM : ET3.

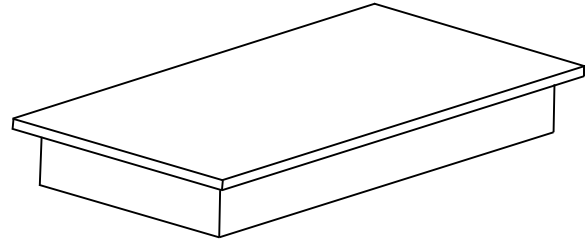
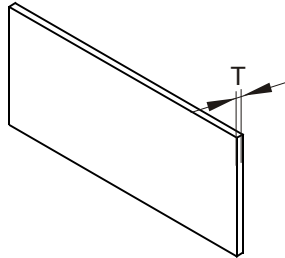
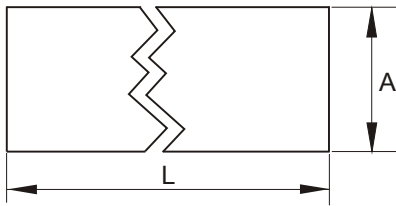
ARANDELA GROWER DIN 7980
GROWER RING DIN 7980
416

MATERIAL: 100-120 Kp/mm².

| D | h | d1 | d2 | S |
|----------|----------|-----------|-----------|----------|
| 4 | 2,4-2,83 | 4.1 | 7 | 1.2 |
| 5 | 3,2-3,78 | 5.1 | 8.8 | 1.6 |
| 6 | 3,2-3,78 | 6.1 | 9.9 | 1.6 |
| 8 | 4-4,78 | 8.1 | 12.7 | 2 |
| 10 | 5-5,9 | 10.2 | 16 | 2.5 |
| 12 | 5-5,9 | 12.2 | 18 | 2.5 |
| 16 | 7-8,25 | 16.2 | 24.4 | 2.5 |

FORMA DE PEDIDO / ORDER FORM : D.

CINTA DE PRECISION EN ESTUCHE

CASE GAUGED STRIP BAND

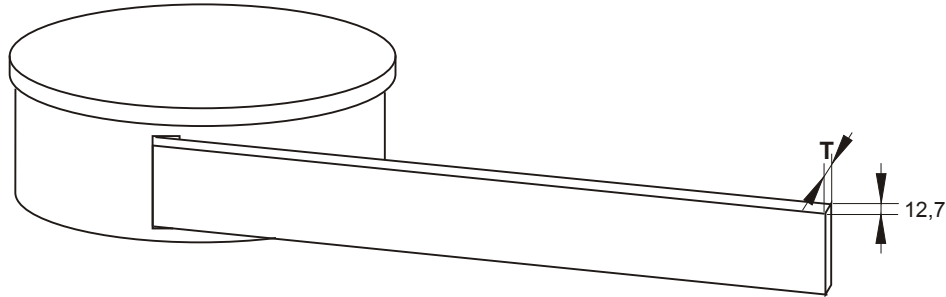


MATERIAL : 1.1274 Acero Carbono / Carbon Steel
1.4310 Acero Inoxidable / Stainless Steel

| T | Tol. | Resist. | A x L | | | |
|--------------------------|--------|---------------|--------|--------|---------|---------|
| | | | 25x300 | 50x300 | 100x500 | 150x500 |
| Material | | | 1.1274 | 1.1274 | 1.4310 | 1.4310 |
| Nº Hojas Nº of Strips | | | 10 | 10 | 5 | 5 |
| 0.01 | ±0.002 | 1.600 - 1.800 | * | * | | |
| 0.02 | | | * | * | * | |
| 0.025 | | | | | | * |
| 0.03 | | | * | * | | |
| 0.04 | | | * | * | | |
| 0.05 | ±0.003 | 1.400 - 1.600 | * | * | * | * |
| 0.06 | | | * | * | | |
| 0.07 | | | * | * | | |
| 0.075 | | | | | | * |
| 0.08 | | | * | * | | |
| 0.09 | ±0.004 | 1.400 - 1.600 | * | * | | |
| 0.10 | | | * | * | * | * |
| 0.12 | | | | * | | |
| 0.15 | | | * | * | * | * |
| 0.18 | | | | * | | |
| 0.20 | ±0.006 | 1.400 - 1.600 | * | * | * | * |
| 0.25 | | | * | * | * | * |
| 0.30 | | | * | * | * | * |
| 0.35 | | | | * | * | * |
| 0.40 | | | * | * | * | * |
| 0.45 | | | | * | * | * |

| T | Tol. | Resist. | A x L | | | |
|--------------------------|--------|---------------|--------|--------|---------|---------|
| | | | 25x300 | 50x300 | 100x500 | 150x500 |
| Material | | | 1.1274 | 1.1274 | 1.4310 | 1.4310 |
| Nº Hojas Nº of Strips | | | 10 | 10 | 5 | 5 |
| 0.50 | ±0.010 | 1.600 - 1.800 | * | * | * | * |
| 0.55 | | | | | * | |
| 0.60 | | | * | * | * | * |
| 0.65 | | | | | * | |
| 0.70 | | | * | * | * | * |
| 0.75 | ±0.012 | 1.400 - 1.600 | | | * | |
| 0.80 | | | * | * | * | * |
| 0.85 | | | | | * | |
| 0.90 | | | * | * | * | * |
| 0.95 | | | | | * | |
| 1.00 | ±0.013 | 1.400 - 1.600 | * | * | * | * |
| 1.10 | | | | | * | |
| 1.20 | | | | | * | |
| 1.30 | | | | | * | |
| 1.40 | | | | | * | |
| 1.50 | ±0.020 | 1.400 - 1.600 | | | * | |
| 1.60 | | | | | * | |
| 1.70 | | | | | * | |
| 1.80 | | | | | * | |
| 1.90 | | | | | * | |
| 2.00 | | | | | * | |

FORMA DE PEDIDO / ORDER FORM : T x A x L x Material

CINTA DE PRECISION EN ROLLO
SPOOLED GAUGED STRIP
423


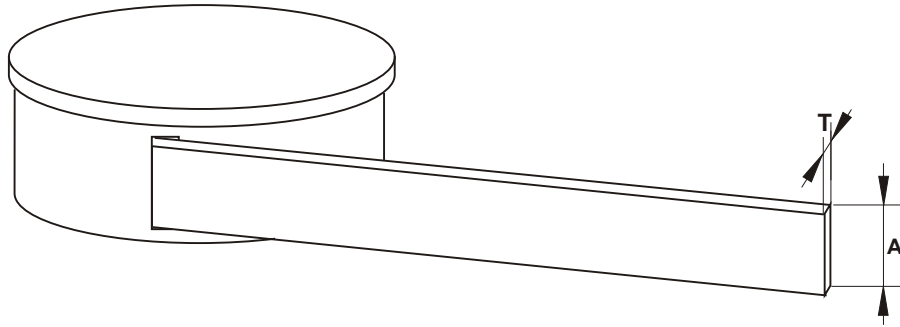
MATERIAL : 1.1274 Acero Carbono / *Carbon Steel*
 1.4310 Acero Inoxidable / *Stainless Steel*

| T | Tol. | Resist. | L | | | |
|----------|----------------|---------------|--------|--------|--------|--------|
| | | | 1m. | 2m. | 5m. | 10m. |
| Material | | | 1.1274 | 1.1274 | 1.4310 | 1.1274 |
| 0.005 | ±0.002 - 0.003 | 2.000 - 2.200 | * | * | * | * |
| 0.01 | | | * | * | * | * |
| 0.02 | | | * | * | * | * |
| 0.03 | | | * | * | * | * |
| 0.04 | | | * | * | * | * |
| 0.05 | | | * | * | * | * |
| 0.06 | ±0.003 - 0.004 | 2.000 - 2.200 | * | * | * | * |
| 0.07 | | | * | * | * | * |
| 0.08 | | | * | * | * | * |
| 0.09 | | | * | * | * | * |
| 0.10 | | | * | * | * | * |
| 0.12 | ±0.004 - 0.007 | 1.400 - 1.600 | * | * | * | * |
| 0.15 | | | * | * | * | * |
| 0.18 | | | * | * | * | * |
| 0.20 | | | * | * | * | * |
| 0.25 | | | * | * | * | * |
| 0.30 | | | * | * | * | * |
| 0.35 | ±0.007 - 0.010 | 1.400 - 1.600 | * | * | * | * |
| 0.40 | | | * | * | * | * |
| 0.45 | | | * | * | * | * |
| 0.50 | | | * | * | * | * |

| T | Tol. | Resist. | L | | | |
|----------|---------|---------------|--------|---------------|--------|--------|
| | | | 1m. | 2m. | 5m. | 10m. |
| Material | | | 1.1274 | 1.1274 | 1.4310 | 1.1274 |
| 0.55 | ±0.0010 | 1.600 - 1.800 | * | * | * | * |
| 0.60 | | | * | * | * | * |
| 0.65 | | | * | * | * | * |
| 0.70 | | | * | * | * | * |
| 0.75 | | | * | * | * | * |
| 0.80 | | | ±0.013 | 1.400 - 1.600 | * | * |
| 0.85 | * | * | | | * | * |
| 0.90 | * | * | | | * | * |
| 0.95 | * | * | | | * | * |
| 1.00 | * | * | | | * | * |
| 1.10 | ±0.017 | 1.400 - 1.600 | * | * | * | * |
| 1.20 | | | * | * | * | * |
| 1.30 | | | * | * | * | * |
| 1.40 | | | * | * | * | * |
| 1.50 | | | * | * | * | * |
| 1.60 | | | ±0.020 | 1.400 - 1.600 | * | * |
| 1.70 | * | * | | | * | * |
| 1.80 | * | * | | | * | * |
| 1.90 | * | * | | | * | * |
| 2.00 | * | * | | | * | * |

FORMA DE PEDIDO / ORDER FORM : T x L x Material

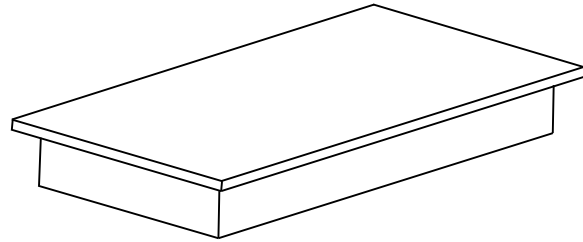
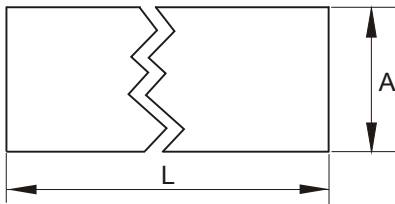
VARIABLE WIDTH SPOOLED GAUGED STRIP



1.1274 Acero Carbono / Carbon Steel
MATERIAL : 1.4310 Acero Inoxidable / Stainless Steel
 Latón / Brass

| T | Tol. | Resist. | L | A | | | | | 150 | 305 |
|----------|----------------|---------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------|-------------|
| | | | | 6 | 25 | 50 | 100 | 150 | | |
| Material | | | | 1.1274 | 1.1274 | 1.4310 | 1.4310 | 1.4310 | Latón Brass | Latón Brass |
| 0.01 | ±0.002 - 0.003 | 2.000 - 2.200 | 5.000 | | * | * | | | | |
| 0.02 | | | | * | * | * | | | | |
| 0.025 | | | | | | | * | * | | |
| 0.03 | | | | * | * | | | | | |
| 0.04 | | | | * | * | | | | | |
| 0.05 | * | * | | * | * | * | * | * | | |
| 0.06 | ±0.003 - 0.004 | 2.000 - 2.200 | 5.000 | | * | * | | | | |
| 0.07 | | | | * | * | | | | | |
| 0.075 | | | | | | | * | * | | |
| 0.08 | | | | * | * | | | | | |
| 0.09 | | | | * | * | | * | * | * | * |
| 0.10 | * | * | | * | * | * | * | * | | |
| 0.12 | ±0.007 - 0.010 | 1.400 - 1.600 | 5.000 | | * | * | | | | |
| 0.15 | | | | * | * | * | * | * | * | |
| 0.18 | | | | | | | * | * | | |
| 0.20 | | | | * | * | * | * | * | * | * |
| 0.25 | | | | * | * | * | * | * | * | * |
| 0.30 | ±0.010 - 0.010 | 1.400 - 1.600 | 5.000 | * | * | * | * | * | * | |
| 0.35 | | | | | | * | * | * | * | * |
| 0.40 | | | | * | * | * | * | * | * | * |
| 0.45 | | | | | | * | * | * | * | * |
| 0.50 | | | | * | * | * | * | * | * | * |
| 0.55 | ±0.010 | 1.600 - 1.800 | 5.000 | | * | * | * | * | * | |
| 0.60 | | | | | | * | * | * | * | * |
| 0.65 | | | | | | * | * | * | * | * |
| 0.70 | | | | * | * | * | * | * | * | * |
| 0.75 | | | | | | * | * | * | * | * |
| 0.80 | ±0.013 | 1.400 - 1.600 | 5.000 | | * | * | * | * | * | |
| 0.85 | | | | | | * | * | * | * | * |
| 0.90 | | | | * | * | * | * | * | * | * |
| 0.95 | | | | | | * | * | * | * | * |
| 1.00 | | | | * | * | * | * | * | * | * |

FORMA DE PEDIDO / ORDER FORM : T x A x Material

**SURTIDO DE CINTA DE PRECISION
SELECTION OF GAUGED STRIP**
425


1.1274 Acero Carbono / Carbon Steel

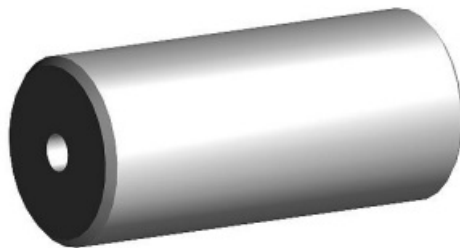
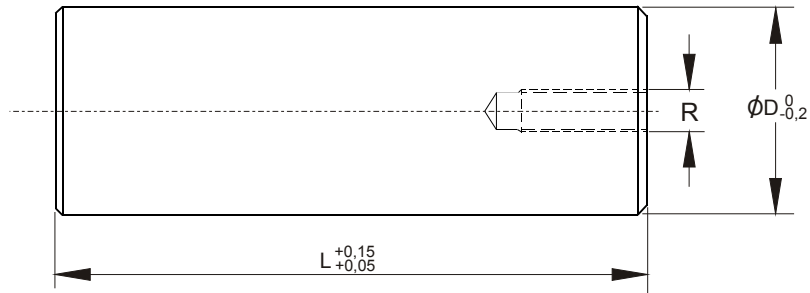
MATERIAL : 1.4310 Acero Inoxidable / Stainless Steel

Latón / Brass

| A x L | n° Hojas Nr. Strips | Material | Contenido / Content |
|---------|------------------------|----------------|--|
| 100x500 | 9 | 1.4310 | 0.02/0.05/0.10/0.15/0.20/0.30/0.40/0.50/1.00 |
| 100x500 | 11 | 1.4310 | 0.02/0.05/0.10/0.15/0.20/0.25/0.30 0.35/0.40/0.45 |
| 100x500 | 11 | 1.4310 | 0.50/0.55/0.60/0.65/0.70/0.75/0.80 0.85/0.90/0.95/1.00 |
| 150x500 | 10 | 1.4310 | 0.025/0.05/0.075/0.10/0.15/0.20/0.25 0.30/0.40/0.50 |
| 150x500 | 10 | Latón Brass | 0.025/0.05/0.075/0.10/0.15/0.20/0.25 0.30/0.40/0.50 |
| 25x300 | 21 | 1.1274 | 0.01/0.02/0.03/0.04/0.05/0.06/0.07/0.08/0.09 0.10/0.15/0.20/0.25/0.30/0.40/0.50/0.60/0.70 0.80/0.90/1.00 |
| 50x300 | 25 | 1.1274 | 0.01/0.02/0.03/0.04/0.05/0.06/0.07/0.08/0.09 0.10/0.12/0.15/0.18/0.20/0.25/0.30/0.35/0.40 0.45/0.50/0.60/0.70/0.80/0.90/1.00 |
| 50x300 | 23 | 1.1274 | 0.03/0.04/0.05/0.06/0.07/0.08/0.09/0.10/0.12 0.15/0.18/0.20/0.25/0.30/0.35/0.40/0.45/0.50 0.60/0.70/0.80/0.90/1.00 |
| 50x300 | 11 | 1.1274 | 0.02/0.03/0.05/0.10/0.15/0.20/0.25/0.30/0.40 0.50/1.00 |

FORMA DE PEDIDO / ORDER FORM : A x L x Material

SUPPORT PILLAR



MATERIAL : Acero para trabajo en frío / Alloy cold formed steel

| D | R | L | | | | | | |
|-----|-----|----|----|----|----|-----|-----|-----|
| | | 50 | 60 | 70 | 90 | 110 | 120 | 150 |
| 30 | M10 | * | * | * | * | * | | |
| 40 | M10 | * | * | * | * | * | | |
| 50 | M10 | * | * | * | * | * | | |
| 60 | M12 | | * | * | * | * | * | |
| 80 | M12 | | | * | * | * | * | * |
| 100 | M16 | | | * | * | * | * | * |

FORMA DE PEDIDO / ORDER FORM : CA / D x L.

Serie SMO

Prensas hidráulicas

| | | SMO 1600 | SMO 2000 | SMO 3000 | SMO 4000 |
|-----------------------------|--------|-------------|---------------|---------------|---------------|
| Fuerza del pisador | kN | 1.600 | 2.000 | 3.000 | 4.000 |
| Dimensiones Mesa | mm | 1.000 x 800 | 1.200 x 1.100 | 1.400 x 1.200 | 1.600 x 1.400 |
| Apertura | mm | 400 x 500 | 600 x 600 | 800 x 700 | 800 x 700 |
| Recorrido Pisador | mm | 650 | 650 | 800 | 800 |
| Distancia max. Mesa-Pisador | mm | 1.000 | 1.000 | 1.200 | 1.300 |
| Fuerza del Cojin | kN | 800 | 1.000 | 1.500 | 2.000 |
| Dimensiones Cojin | mm | 900 x 700 | 900 x 700 | 1.100 x 1.000 | 1.100 x 1.000 |
| Recorrido max. Cojin | mm | 300 | 300 | 400 | 400 |
| Recorrido max. Expulsor | mm | 200 | 200 | 250 | 250 |
| Avance Rapido Pisador | mm/sec | 410 | 430 | 310 | 370 |
| Retrocedo Pisador | mm/sec | 315 | 380 | 370 | 365 |
| Velocidad trabajo | mm/sec | 45/25 | 35/24 | 40/22 | 45/19 |
| Retroceso rápido cojin | mm/sec | 90 | 95 | 98 | 85 |
| Potencia Motor Principal | kW | 37 | 45 | 60 | 75 |
| Peso | kg | 12.000 | 14.000 | 24.000 | 32.000 |
| Nº Artículo | | M20152 | M20153 | M20154 | M20155 |

