

Titulació:

INGENIERIA INDUSTRIAL

Alumne (nom i cognoms):

Xavier Soldevilla Valldeperas

Títol PFC:

Disseny i fabricació d'una màquina domèstica, per premsar llaunes, pel seu reciclatge posterior.....

Director del PFC:

José Antonio Ortiz Marzo

Convocatòria de lliurament del PFC:

Setembre 2014 .....

Contingut d'aquest volum: **Memòria i pressupost**

## Contingut

1.	OBJECTIU, JUSTIFICACIÓ, ABAST I ESPECIFICACIONS BÀSIQUES .....	4
1.1.	Objectiu .....	4
1.2.	Justificació.....	4
1.3.	Abast .....	5
1.4.	Especificacions bàsiques.....	5
2.	ESTUDI DE MERCAT .....	7
2.1.	Aluprens .....	7
2.2.	“Can crusher”.....	8
2.3.	Prensa llaunes d'alumini.....	11
2.4.	Prensa elèctrica “casolana” .....	12
2.5.	Prensa pneumàtica “casolana” .....	13
2.6.	Prensa manual de fusta.....	13
3.	VIABILITAT TÈCNICA I ECONÒMICA .....	15
3.1.	Viabilitat tècnica.....	15
3.2.	Viabilitat econòmica.....	15
4.	TREBALL DE CAMP .....	20
4.1.	Estudi de les llaunes.....	20
4.2.	Estudi de la força màxima i l'emplaçament de la premsa.....	22
4.3.	Introducció al disseny .....	24
4.3.1.	Funcionament.....	24
4.3.2.	Components .....	25
4.3.3.	Observacions .....	26
4.3.4.	Idees sorgides sobre altres aspectes de la premsa .....	26
4.4.	Càlculs sobre la premsa .....	27
4.4.1.	Estudi cinemàtic .....	27
4.4.2.	Estudi dinàmic .....	29
4.4.3.	Càlcul de les guies per a l'estructura .....	33
4.4.4.	Càlcul resistència dels cargols de les barres .....	35
4.4.5.	Càlcul dels cargols del suport inferior .....	37
4.4.6.	Càlcul dels cargols superiors de l'estructura.....	40
5.	ALTERNATIVES.....	44
5.1.	Extracció del líquid: .....	44
5.2.	Recol·lecció del líquid:.....	45



5.3.	Metodologia de tall: .....	47
5.4.	Sistema d'extracció de ferralla i alumini: .....	51
5.5.	Alternatives 3D .....	53
6.	AVALUACIÓ D'ALTERNATIVES .....	56
6.1.	Metodologia de tall .....	56
6.2.	Recol·lecció del líquid.....	57
7.	DISSENY DE LES NOVES PECES .....	59
7.1.	Sistema recol·lecció del líquid: .....	59
7.2.	Metodologia de tall .....	59
7.3.	Sistema d'extracció de ferralla i alumini .....	60
7.4.	Disseny dels elements lliscants .....	61
7.5.	Llistat de materials.....	62
8.	MANUAL D'ÚS .....	63
9.	PRESSUPOST .....	64
10.	SEGURETAT .....	68
11.	IMPACTE MEDIAMBIENTAL .....	70
12.	PROTOTIP.....	72
13.	NUMERACIÓ DELS PLÀNOLS.....	76
14.	PLANIFICACIÓ .....	77
15.	CONCLUSIONS.....	79
16.	BIBLIOGRAFIA .....	80
17.	ÍNDEX D'IMATGES.....	82
18.	ÍNDEX DE TAULES .....	84

# 1. OBJECTIU, JUSTIFICACIÓ, ABAST I ESPECIFICACIONS BÀSIQUES

## 1.1. Objectiu

L'objectiu d'aquest projecte és dissenyar i fabricar un prototip d'una màquina domèstica, capaç de separar l'alumini del ferro de les llaunes. A més, ha de poder comprimir-les un cop s'hagin separat les dues parts. Es realitzarà un estudi de les solucions actuals amb dispositius semblants i es plantejarà un disseny mecànic a partir d'un d'aquests, considerant els aspectes de fabricació i mediambientals, entre d'altres.

## 1.2. Justificació

Actualment s'utilitzen gran quantitat de llaunes per envasar menjar i begudes. Tenint en compte que posteriorment al seu ús es dipositen buides (plenes d'aire) a un contenidor per poder-les reciclar, aquest fet suposa que ocupen un espai innecessari, per tant, cal trobar una forma més eficient d'emmagatzemar-les. Una forma d'aconseguir-ho és aixafar-les, reduint el volum que ocupen d'una manera considerable.

Un segon aspecte de caràcter mediambiental sobre les llaunes de begudes és que el material amb què es fabrica la tapa és diferent del material amb què es fabrica el cilindre que conté el líquid. Per tant, cal dividir la llauna abans de comprimir-la per poder reciclar-la d'una forma més eficient. A més, al tenir separats els dos materials es poden portar a un desguàs per vendre-ho i obtenir-ne un benefici.

Finalment, destacar que no hi ha cap mena de màquina que realitzi totes aquestes funcions i, si fos viable, és podria patentar i comercialitzar aquesta màquina.



### 1.3. Abast

Taula 1: Abast del projecte

QUÈ ES FARÀ?	QUÈ NO ES FARÀ?
Estudi de mercat.	Desenvolupament d'un pla de negoci.
Estudi de característiques de la premsa.	Estudi detallat del procés de fabricació.
Disseny de la premsa.	Desenvolupament de la premsa per a premsar llaunes allargades.
Escollir tots els components de la premsa.	
Construcció d'un prototip.	
Pluja d'idees per tenir diferents alternatives.	
Es tindran en compte aspectes mediambientals a l'hora de construir el prototip i de desenvolupar el reciclatge de les llaunes.	
Estudi cinemàtic i dinàmic de les parts mòbils de la premsa.	
Càlcul de la viabilitat de comprar la premsa per alguns establiments.	

### 1.4. Especificacions bàsiques

- L'han de poder usar les persones dretanes i esquerranes.
- No ha de precisar una força d'aixafament superior a 150 N.
- S'ha de poder penjar a diferents superfícies verticals.
- La premsa ha de separar amb un màxim de dues accions: la tapa, el cos i el líquid que pugui romandre en l'interior.
- Col·locar un sistema de reconeixement del material de les llaunes (alumini o acer).
- Ha de ser segura per tal que la puguin usar menors d'edat.
- El prototip ha de superar 1000 cicles sense cap problema.
- Quan acabi la seva vida útil s'ha de poder reciclar entre un 70-90% com a mínim.



- Caldrà que la construcció de la premsa tingui poc impacte mediambiental.
- Durant la fabricació s'hauran de tenir en compte la normativa de seguretat de l'espai de treball i de les màquines a utilitzar.

## 2. ESTUDI DE MERCAT

Abans de començar amb el treball de camp amb les llaunes i la premsa a millorar, es presenten les diferents solucions que hi ha al mercat i un treball realitzat a l'ETSEIAT amb una utilitat semblant.

### 2.1. Aluprens

És el prototip d'un grup de l'assignatura Processos de fabricació de l'ETSEIAT. Aquest grup va construir una premsa utilitzant un gat mecànic per elevar cotxes. La imatge següent mostra el producte:



Imatge 1: Aluprens

La premsa es pot definir de la següent manera:

Taula 2: Característiques Aluprens

Concepte	Explicació
Material	Acer
Rigidesa extra	Sí, embotició de les barres del gat mecànic
Tipus de mecanisme	Mecànic
Força per comprimir una llauna	60 N
Millors que incorporarà el nou disseny	Més alçada Separació de l'acer i l'alumini Menys moviments per a la compressió

Per acabar la descripció del producte s'exposen els avantatges i inconvenients d'aquest:

**Taula 3: Avantatges i inconvenients Aluprens**

<b>Avantatges</b>	<b>Inconvenients</b>
<b>Versàtil, a més de poder premsar llaunes, també pot comprimir les restes de mecanitzat d'alumini o acer</b>	El procés d'utilització no està pensat en l'usuari, ja que cal realitzar molts passos i és un procés lent
<b>No necessita gaire força per comprimir</b>	Cal tenir diferents cilindres on introduir el material a premsar
	La resistència a fatiga del mecanisme és baixa, principalment el gat mecànic
	És completament manual, la col·locació de la llauna, el premsat i l'emmagatzematge el fa l'usuari

Principalment, aquesta màquina va ser concebuda per treballar en un taller mecànic compriment les restes de mecanitzat de torns, fresadores, trepants, etc. Tot i això, també van veure que es podia fer servir com a premsa per a llaunes, és per aquest motiu que entra dins l'estudi de mercat.

## **2.2. “Can crusher”**

Premsa comercialitzada durant un cert temps (actualment és un producte obsolet) per “*out of the blue*”.

A continuació és mostra una imatge de la seva geometria per a fer-se una idea de la premsa:





Imatge 2: Premsa "Can crusher"

Per veure quines característiques té, s'ha muntat la taula següent:

Taula 4: Característiques "Can crusher"

Concepte	Explicació
Material	Acer
Unions	Reblons d'alumini
Forats	7 mm diàmetre
Rigidesa extra	Sí, embotició de totes les xapes
Tipus de mecanisme	Mecànic
Força per comprimir una llauna	120 N
Millores que incorporarà el nou disseny	Més alçada Separació de l'acer i l'alumini Més segura Reducció de la força de compressió
Informació extra	<a href="http://www.ootb.de">www.ootb.de</a>

Finalment, es mostren els avantatges i inconvenients d'aquest producte:

Taula 5: Avantatges i inconvenients "Can crusher"

Avantatges	Inconvenients
Senzilla, tant de mecanisme com d'utilització	Es necessita una gran quantitat de força per premsar una llauna
Barata, el seu preu era de 12,99€	No hi entren tots els tipus de llauna del mercat

<b>Incorpora un obridor d'ampolles de vidre</b>	La resistència a fatiga del mecanisme és baixa
<b>Té uns forats per poder-la penjar a la paret i fer més còmode la posició de l'usuari</b>	És completament manual, la col·locació de la llauna, el premsat i l'emmagatzematge el fa l'usuari
<b>Compacta, es pot col·locar a qualsevol lloc</b>	Poc segura, hi ha molts punts on l'usuari pot prendre mal

El "Can crusher" va ser pensat com un complement per a cases particulars o fins hi tot algun bar o restaurant, ja que la seva vida útil no és gaire llarga. A més incorporava un obridor d'ampolles de vidre que li donava versatilitat.

El mercat al que estava encarat no té un consum molt elevat de llaunes (particulars) o necessita un producte amb una vida útil elevada (bars i restaurants), és per això que no va tenir molt d'èxit.

Posteriorment, l'empresa ha tret un nou model en el que millora en algun aspecte el seu predecessor. La principal millora és el reforç d'una de les barres que es deformava al cap de pocs cicles i una major altura de premsat, amb la qual permet premsar llaunes de 350 ml (imatge 3).



Imatge 3: *Can crusher* millorat

### 2.3. Premsa llaunes d'alumini

Màquina hidràulica per premsar llaunes de conserva i petits bidons entre d'altres.



Imatge 4: Premsa elèctrica per llaunes i bidons

Font: Bobo Machine<sup>1</sup>

Taula 6: Característiques premsa de llaunes i bidons

Concepte	Explicació
Material	Varis, premsa industrial
Unions	Cargolades i soldades
Dimensions	1150X1250X2900 mm
Temps de cicle	25 segons aprox.
Tipus de mecanisme	Hidràulic
Potència del motor	7,5-11 kW
Millores que incorporarà el nou disseny	Preu Separació de l'acer i l'alumini Simplificació de la màquina
Informació extra	<a href="http://foam-spraying.es/2-6-aluminum-can-baler.html">http://foam-spraying.es/2-6-aluminum-can-baler.html</a>

<sup>1</sup> Veure a la bibliografia la pàgina web d'on s'ha extret la imatge

D'aquesta màquina també es mostren els avantatges i inconvenients:

Taula 7: Avantatges i inconvenients de la premsa de llaunes i bidons

Avantatges	Inconvenients
<b>Molt versàtil en vers a la compressió de diferents llaunes</b>	Molt gran, inviable per a restaurants, bars on es necessita espai
<b>Tothom la pot fer servir, no necessita força manual</b>	Elevat cost
	Inadequada per a la compressió de llaunes de refresc
	Cal tenir uns coneixements mínims per saber com funciona la màquina i la consciència que és una màquina potent

Aquest tipus de premsa no està encarat a les llaunes de refresc, ni es troba dins la magnitud de força que es fa servir per a compactar les llaunes d'alumini. Tot i això, és una alternativa diferent que cal esmentar. És ideal per a empreses que utilitzen una gran varietat de llaunes i bidons.

#### 2.4. Premsa elèctrica "casolana"

El sistema que fa servir la premsa és una biela manovella. Disposa d'un motor elèctric amb un volant d'inèrcia, connectat al volant hi ha una barra que empeny un pistó i comprimeix la llauna que cau per un forat que hi ha al final del canal.

En el següent enllaç es pot veure un vídeo del funcionament de l'artefacte:

<https://www.youtube.com/watch?v=OHPMoUmfR6Q>

Taula 8: Avantatges i inconvenients de la premsa "casolana"

Avantatges	Inconvenients
<b>Molt ràpida, només cal anar col·locant les llaunes a la posició adequada.</b>	Molt gran, inviable per a restaurants, bars on es necessita espai
<b>És molt fàcil de construir, només cal adquirir un motor elèctric</b>	Perillosa, un motor elèctric té molta potència i no hi ha elements de seguretat
<b>Tothom la pot fer servir, no necessita força manual</b>	Només realitza dues operacions de les que es volen (comprimir i llençar al contenidor)
	Consum elèctric no es desitjat

## 2.5. Premsa pneumàtica “casolana”

Aquest artefacte utilitza un compressor i un cilindre pneumàtic, els inventors van instal·lar el circuit pneumàtic i un tub obert pel mig amb una safata d'alimentació de llaunes.

És un sistema automàtic, però que requereix d'uns quants elements difícils de trobar o cars d'adquirir. Aquest fet fa que no sigui un model gaire assequible per desenvolupar i comercialitzar.

En el següent enllaç es pot veure un vídeo del funcionament de la màquina:

<https://www.youtube.com/watch?v=MVb9GWiYjk4>

Taula 9: Avantatges i inconvenients de la premsa pneumàtica "casolana"

Avantatges	Inconvenients
<b>Tothom la pot fer servir, no necessita força manual</b>	Cal anar amb compte, es treballa amb pressions de dos bars que poden causar danys
<b>Molt ràpida, només cal anar col·locant les llaunes a la posició adequada</b>	Només realitza dues operacions de les que es volen (comprimir i llençar al contenidor)
	Cal tenir un cert espai per instal·lar la premsa
	Necessita un compressor

## 2.6. Premsa manual de fusta

Aquest és un exemple de que la senzillesa funciona. Pel que fa a l'aspecte funcional, la premsa és com un trenca nous. Té tres punts de compressió de la llauna per poder comprimir-la al màxim.

Al ser un sistema tant rudimentari i senzill, implica que l'usuari hagi de realitzar molts moviments per arribar a comprimir completament la llauna. Aquest fet fa que no sigui una màquina gaire assequible per a utilitzar.

A continuació es mostra un “link” on es pot veure el funcionament de la premsa:

<https://www.youtube.com/watch?v=TGvsKrn9oI>



Taula 10: Avantatges i inconvenients de la premsa manual de fusta

Avantatges	Inconvenients
Molt barata	Rudimentària, cal realitzar bastant esforç per comprimir la llauna
Tothom pot construir-la, té un mecanisme molt senzill	No té elements de seguretat, al fer un moviment de tisora es poden aixafar els dits
	És completament manual, l'usuari ha de col·locar, comprimir (tres vegades) i llençar la llauna

### 3. VIABILITAT TÈCNICA I ECONÒMICA

#### 3.1. Viabilitat tècnica

Pel que fa a la construcció, aquest projecte no precisa d'una gran complexitat tecnològica, ja que la premsa serà completament manual i, a més, els mecanismes emprats estan més que estudiats i no suposaran cap complicació per part teòrica. I, per la part pràctica, al taller de la universitat hi ha un ventall d'eines suficientment gran com per realitzar les operacions necessàries per a la fabricació de la premsa. A continuació es mostra un petit resum de les operacions a realitzar i les eines que es necessiten:

Taula 11: Operacions a realitzar

Operació	Eina
Tallat	Serra manual i moladora
Trepanat	Trepant de torre
Extracció d'encaixos a pressió	Martell i serjant
Polit	Llima
Conformat en fred	Premsa estampadora

En referència al material necessari, comentar que hi ha una peça complexa que necessita de tractaments tèrmics. Per això, s'ha consultat a l'empresa Trocarsa per saber si seria possible realitzar-la. Aquesta peça és un encuny per realitzar el tall de l'alumini tal i com es veu en l'apartat 5.

#### 3.2. Viabilitat econòmica

Com que d'aquest projecte se'n pot derivar una premsa per a comercialitzar-la, s'ha realitzat un estudi per veure quin profit es pot obtenir de les llaunes i si el preu de la premsa és prou baix, es pot saber si és una eina que tindrà èxit.

Per poder saber quin es el valor que poden tenir les llaunes, es va realitzar una visita al desguàs Font Grau de Terrassa. Allà es va obtenir el preu de l'alumini i de la ferralla:

Taula 12: Preu dels materials a reciclar de les llaunes

Material	Preu
Alumini	0,9 €/kg
Ferralla	0,16€/kg

A més dels preus del material, cal saber també quina massa de material s'obté de cada llauna. Per poder conèixer aquesta dada, s'ha realitzat un estudi amb una mostra de cinc llaunes.

L'estudi s'ha dut a terme pesant les llaunes mitjançant un pesacartes. Primer s'han pesat una a una sense separar la tapa. Seguidament, s'ha extret la tapa de la llauna en sí, i s'ha pesat l'alumini i el ferro de cada llauna. Els resultats obtinguts han sigut els següents:

Taula 13: Estudi pes de les llaunes i els seus materials

Mostra	Alumini (g)	Ferro (g)	Total (g)
Llauna 1	2	24	26
Llauna 2	2	24	26
Llauna 3	2	23	25
Llauna 4	2	24	26
Llauna 5	2	23	25
Mitjana	2	23,6	25,6

Amb aquests resultats, es pot veure el benefici que reporta cada llauna en funció del seu aprofitament:

Taula 14: Preu del material reciclat

Combinació	Pes ferralla	Pes alumini	Benefici
Sense separació	25,6 g	0 g	0,04096€/llauna
Amb separació	23,6 g	2 g	0,05576€/llauna

Fent la comparació es pot veure que surt a compte realitzar la separació en les llaunes. Tot i això, no s'obté un gran benefici per cada llauna, en conseqüència, aquesta premsa va encarada a restaurants, bars, festivals, etc. on hi ha un elevat consum de llaunes.

En l'etapa de recerca d'informació sobre el consum de llaunes, es va trobar un article que parlava del consum de llaunes com a recipient de begudes<sup>2</sup>. En

<sup>2</sup> Marcos González-Cuevas. *La lata, el envase preferido para el consumo individual en el hogar* [en línia]. InfopackOnline, 24 maig 2013 [Consulta: 15 febrer 2014]. Disponible a: <<http://infopack.es/contenido.php?idcon=150>>



aquest es comentava que al 2011 a tota Europa hi va haver un consum de 59.000 milions de llaunes d'aquest tipus, que si hi hagués una empresa que les recollís totes li reportaria uns ingressos d'uns 3.290 milions d'euros. A més, també es mostren dades de la tendència a la disminució del consum d'ampolles reutilitzables a favor de les llaunes en àmbit particular. Tot això, fa pensar que aquesta premsa pot arribar a ser rentable en l'àmbit particular.

Un cop estudiat el rendiment que s'extreu de cada llauna, cal saber quin és el ritme de consumició de llaunes d'un bar o restaurant per saber més o menys quin benefici pot reportar al cap de l'any.

Per poder realitzar l'estudi, s'ha parlat amb diferents bars, restaurants i alguns particulars per saber el consum de cadascú i fer una mitjana de les llaunes que consumeixen per dia. Els resultats es mostren en la taula següent:

Taula 15: Consum de llaunes setmanal de diferents establiments i particulars

Bar / Restaurant	Llaunes/setmana	Ingrés setmanal
Bar "la Kaña"	350	19,51€
Restaurant "Chumi-churry" Terrassa	400	22,30€
Sala de festes Terrassa	250	13,94 €
Anatolia kebab	300	16,73 €
Particular 1	25	1,39€
Particular 2	30	1,67€
Particular 3	32	1,78€
Particular 4	10	0,56€

Els restaurants amb els que s'ha contactat, diuen que no vénen llaunes metàl·liques, totes les ampolles de beguda que tenen són de vidre per normativa, per tant, l'ús de la màquina queda reduït a bars i particulars.

Per veure si realment surt a compte realitzar el premsat i transportar-lo, s'ha mesurat el temps que es triga a fer el tall manualment i, posteriorment, premsar; i el temps que es triga en realitzar únicament el premsat amb separació de 10 llaunes en cada cas:

Taula 16: Temps de separació de materials

	Tallat i premsat separat	Tallat i premsat junt
<b>Temps 10 llaunes</b>	5 min 11 segons	1 min 22 segons
<b>Temps extrapolat 100 llaunes</b>	51 min 50 segons	13 min 40 segons
<b>Temps extrapolat 1000 llaunes</b>	8h 38 min 20 segons	2h 16 min 40 segons

D'aquí es pot treure que hi ha una reducció de quasi el 80% del temps de reciclatge, un punt a favor de la premsa dissenyada.

Si es té en compte que el salari d'un cambrer és d'uns 8€/h:

Taula 17: Benefici net del reciclatge complet

	Llaunes	Temps de reciclatge	Transport	Cost cambrer	Ingrés	Benefici/setmana
<b>La Kaña</b>	350	47 min 50 segons	50 min	13,04€	19,51€	6,47€
<b>Chumi-churry</b>	400	54 min 40 segons	45 min	13,28 €	22,30€	9,02 €
<b>Sala de festes Terrassa</b>	250	34 min 10 segons	40 min	9,89 €	13,94 €	4,05 €
<b>Anatolia kebab</b>	300	41 min	45 min	11,47 €	16,73 €	5,26 €

Com es pot veure en la taula anterior, si es té en compte el cost del reciclatge de les llaunes i el transport d'aquestes per part de l'empresa, es treu un benefici d'un 35% aproximadament del valor de les llaunes, més que suficient per veure que surt rentable. A més, si s'instal·la la premsa de manera que sigui el client el que realitzi el reciclatge, els ingressos augmenten encara més, per tant, es pot dir que és viable econòmicament. En l'apartat de pressupost es realitza un càlcul de l'amortització de la premsa per al bar "la Kaña".

Seguint l'article citat anteriorment sobre el consum de llaunes, es podria dir que el mercat particular pot prendre força importància dins d'aquest projecte. A més, cal ressaltar, que alguns ajuntaments demanen que les festes multitudinàries separin els residus completament i, que demostrin que els organitzadors disposen dels recursos per fer-ho. Aquest fet implica que també és un mercat al

que encarar la premsa. Per posar un exemple, a la setmana cultural realitzada al campus de Terrassa es van consumir al voltant de 2000 llaunes, si s'hagués disposat d'aquesta premsa, hagués suposat un ingrés d'uns 110€. Tenint en compte que és realitza en tres dies, és una bona quantitat de diners.

## 4. TREBALL DE CAMP

### 4.1. Estudi de les llaunes

El primer pas del treball ha sigut treballar amb una llauna, mesurar les dimensions, veure de quins materials està fabricada, quina massa té, quines són les millors formes de premsar-la i la força necessària per premsar-la amb el “*Can crusher*”.

- En l'annex de plànols hi ha una llauna acotada en les zones necessàries pel projecte, les mesures s'han realitzat amb un peu de rei i s'han comprovat en diferents begudes per assegurar que totes són iguals.
- Com ja s'ha parlat abans, les llaunes es fabriquen de ferro i alumini. Tot i això, hi ha algunes empreses que demanen que es fabriquin íntegrament d'alumini. Aquest fet pot suposar un increment en els ingressos, i, a més, no suposa cap problema en el disseny, ja que la solució adoptada permet separar de forma correcta els dos materials.



**Imatge 5: Distinció de materials**

- Pel que fa a la massa, en la part de viabilitat econòmica s'ha realitzat un estudi pesant els diferents tipus de llauna arribant al resultat de 25,6 g.



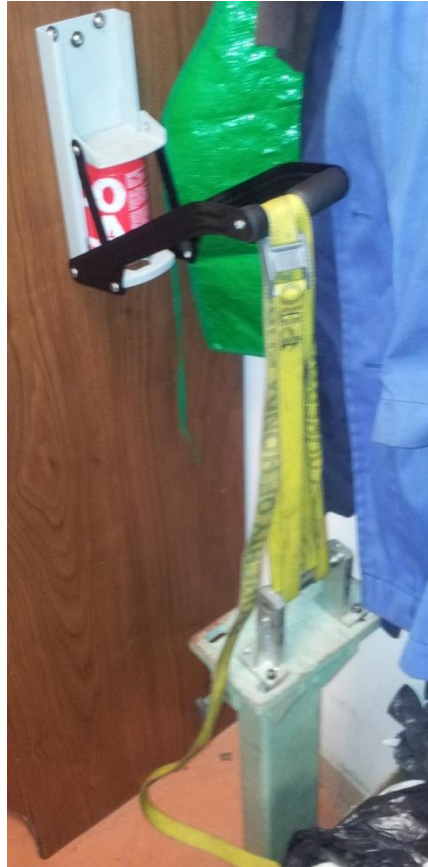
**Imatge 6: Pesada llauna**

- Per premsar la llauna hi ha dues formes possibles de dur-ho a terme: verticalment o horitzontalment. Si s'escollís la segona solució, no seria possible realitzar l'extracció de la tapa i, també és necessita més força, ja que les parts superior i inferior estan reforçades mitjançant plecs.



**Imatge 7: Llauna xafada verticalment i xafada horitzontalment**

- Finalment, la força necessària s'ha calculat amb uns pesos al taller, el resultat del qual ha estat de 12 kg sense aixafar els laterals i de 10 kg aixafant els laterals.



Imatge 8: Comprovant força de premsat

#### 4.2. Estudi de la força màxima i l'emplaçament de la premsa

Per tal que la màquina sigui el màxim d'ergonòmica possible, s'ha buscat un estudi que parlés sobre aquest tema. S'ha trobat que l'asseguradora de MAPFRE va realitzar un estudi de les limitacions del sistema mà – braç<sup>3</sup>. Dins d'aquest s'hi pot trobar la força màxima amb el braç, el palmell de la mà, els dits, etc. i l'altura on es produeix la força màxima. Cada tipus de força es classifica segons percentils exploratoris (5, 50 i 95); també van classificar les mesures segons la mà que s'utilitzés, dominant i no dominant; i, finalment, exposen el valor màxim i mínim mesurats.

L'estudi es va realitzar als treballadors de General Motors per a poder facilitar la fabricació de nous productes, adaptant el disseny a les forces que s'han d'aplicar per produir-lo.

<sup>3</sup> Víctor Alcalde Lapiedra, José Manuel Álvarez Zárate, Javier Bascuas Hernández, Ana García Felipe, Ana Germán Armijo y Emilio Rubio Calvo. *La carga física de trabajo en extremidades superiores* [Fitxer PDF]. N°101 Primer trimestre 2006 MAPFRESEGURIDAD [Consulta: 15 març 2014].

Amb aquestes dades, que es presenten a continuació, es pot determinar quina és la força màxima que s'haurà d'aplicar per tal que es pugui premsar la llauna i, també, a quina altura respecte l'alçada de l'usuari s'ha de col·locar la premsa.

**Taula 18: Mitjana de les persones estudiades**

Dada	Valor
<b>Alçada</b>	170 cm
<b>Pes</b>	79 kg
<b>IMC</b>	27 kg/m <sup>2</sup>

**Taula 19: Tipus de forces i alçades a les que es van estudiar**

Alçades	Forces
<b>100 cm</b>	Dits
<b>120 cm</b>	Palmell
<b>140 cm</b>	Dit polze
---	Pinça (versió 1)
	Pinça (versió 2)
	Empènyer
	Estirar
	Subjecció amb la mà

A les taules anteriors es mostra sobre quin estàndard de treballador es va realitzar l'estudi i sobre quines alçades, respecte del terra, i tipologies de forces s'estudien. A continuació es mostren els resultats de la força amb el palmell, l'article sencer es pot trobar als annexes.

**Taula 20: Resultats per la força amb la que es premsen llaunes 1**

**Força amb el palmell mà dominant (N)**

Alçada	Força màxima	Força mínima	Mitjana
<b>100 cm</b>	220,4	82,4	140,8
<b>120 cm</b>	556,0	113,0	376,4
<b>140 cm</b>	524,0	244,6	398,9

*Font: La carga física de trabajo en extremidades superiores*

Taula 21: Resultats de la força amb la que es premsen les llaunes 2  
Força amb el palmell mà no dominant (N)

Alçada	Força màxima	Força mínima	Mitjana
100 cm	231,4	80,0	139,5
120 cm	495,4	149,4	370,8
140 cm	501,0	224,8	386,7

Font: *La carga física de trabajo en extremidades superiores*

D'aquests resultats es pot deduir que: el millor punt al que ha de quedar la palanca a l'hora de premsar és d'uns **120 centímetres**, la força màxima que s'ha de donar quan es premsa la llauna és d'uns **400 newtons**.

### 4.3. Introducció al disseny

Per tal de realitzar un bon disseny de la màquina, s'ha realitzat un treball de camp sobre la premsa "Can crusher", ja que es partirà d'aquesta premsa per realitzar el nou disseny. En aquest estudi s'han premsat llaunes per poder veure el funcionament, on falla la màquina o quins punts es poden millorar, entre d'altres.

#### 4.3.1. Funcionament

És simple, només precisa de col·locar la llauna, baixar la palanca, tornar-la a la posició inicial i extreure la llauna comprimida. Com a observació val a dir que es partirà d'aquest funcionament, afegint algunes funcions extres.

No consta de gaire estabilitat per la llauna. Aquesta té tendència a sortir de la zona de compressió i en ocasions surt disparada, per tant, es reforçarà la part inferior per evitar aquest fenomen.

Les guies emprades són lliscants, és a dir, estan formades per un llistó i un encaix, els dos de ferro. Al cap d'uns quants cicles es desgasta la pintura i augmenta el fregament. Per millorar aquest fet es col·locaran rodaments a les guies o uns patins autolubrificants.





**Imatge 9: "Can crusher" moviment**

Veient el model millorat del "Can crusher", a la caixa recomanen col·locar-lo a una altura de 160 centímetres respecte del terra. Si es compara amb el resultat de l'estudi de MAPFRE, es pot veure que no és l'opció més idònia. Per tant, al manual d'ús de la premsa nova es canviarà aquesta altura per una més ergonòmica i que sigui accessible per a gent més baixa.

#### **4.3.2. Components**

No són de gran qualitat, passats uns quants cicles, han començat a fallar bastants components. Tant els reblons com les barres no poden suportar gaires cicles la tensió al comprimir les llaunes sense cap mena d'ajut. Per millorar aquest aspecte es col·locaran cargols i femelles.

Cal aplicar la força d'una manera molt precisa per a no doblegar les barres de la palanca, ja que estan sotmeses a un gran esforç fins que la llauna no comença a comprimir-se. Aquest fet es pot solucionar col·locant unes barres més gruixudes i resistents.

Es produeixen desajusts en les unions de les barres fent més ineficient el procés d'aixafament. Aquest fet comporta que cada vegada que es premsa una llauna es necessiti més esforç per premsar la següent. Al millorar les unions com s'ha dit abans, aquest aspecte quedarà arreglat.

### 4.3.3. Observacions

No hi ha seguretat alhora de fer servir la màquina, algú es pot enganxar els dits amb les barres de la palanca, per tant, es posarà una pantalla protectora que protegirà a l'usuari i a la màquina.

Si s'aixafa, per poc que sigui, els laterals de la llauna, es redueix en un 15% la força de compressió necessària per a premsar la llauna. Aquest factor s'aprofitarà per reduir la força que ha d'aplicar l'usuari i la tensió a la que es sotmeten les barres.

Cal un sistema per aixecar la tapa un cop tallada i un segon per extreure-la i desviar el cos de la llauna d'acer. Es pot posar una planxa que s'aparti al baixar la palanca i al pujar-la torni a la posició arrossegant la tapa i servint de canal de desviació al cos de la llauna; a més, hi ha uns expulsors que poden servir per a elevar la tapa tant com sigui necessari.

És necessari instaurar un sistema de seguretat per a poder assegurar-se que ningú es faci mal amb la llauna, la tapa o qualsevol mecanisme de la màquina.

Utilitzar unions cargolades de més qualitat per evitar desajusts en les barres i la transmissió d'esforços.

Com que els imants no s'enganxen a l'alumini, es pot col·locar un imant a la zona mòbil de la premsa. Així s'aconsegueix separar les llaunes d'alumini de les d'acer, unes no s'aixequen i cauen amb la tapa i, les altres s'eleven i cauen al contenidor d'acer.

### 4.3.4. Idees sorgides sobre altres aspectes de la premsa

Per tenir un bon nivell de seguretat cal tenir l'anella de tall protegida per una banda de cautxú que pugui comprimir-se quan es premsi la llauna.

Si s'aplica un sistema "*Poka-yoke*" s'aconseguirà un reciclatge amb un percentatge d'error molt baix, quasi nul. La llauna només pot entrar d'una manera, amb la tapa cap avall, ja que es vol col·locar un sistema de recollida de líquid per gravetat.

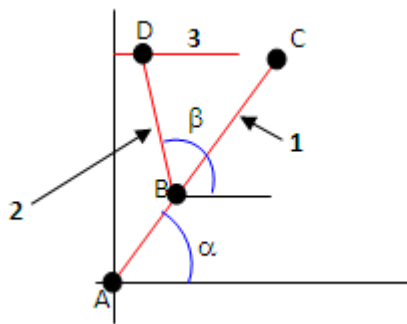
La placa protectora serà transparent per tal de poder veure el complet funcionament de la premsa.

## 4.4. Càlculs sobre la premsa

Per conèixer bé la premsa, s'ha realitzat un estudi cinemàtic sobre la velocitat de premsat, s'han analitzat les forces que actuen sobre la premsa i s'han comprovat les dimensions de diferents components de la premsa dissenyada. Tot aquest conjunt de dades es presenta a continuació:

### 4.4.1. Estudi cinemàtic

En aquest apartat es mostra el càlcul de la velocitat del premsat en funció de la velocitat de la barra llarga, que és la que mou l'usuari. Per entendre el càlcul, a la imatge següent es mostren els angles i números de cada barra. D'aquesta manera es pot saber en tot moment de quina velocitat s'està parlant:



Imatge 10: Croquis de les barres

Les línies negres del dibuix són auxiliars, les vermelles representen les barres (1,2 i 3) i les blaves marquen els dos angles a tenir en compte (alfa i beta).

Donat que la velocitat coneguda és la del usuari, es parteix del punt "C" i es va avançant fins tenir la velocitat del punt "D" que, evidentment, és vertical.

$$\vec{v}_c = \vec{\omega}_1 \times \vec{AC}$$

$$v_{cy} = \omega_1 \cdot AC \cdot \cos(\alpha)$$

Amb aquesta fórmula, es pot trobar la velocitat angular de la barra 1, que serà constant. I a partir de la vel. angular de 1, es troba la velocitat de premsat i la velocitat angular de 2:

$$\vec{\omega}_1 \times \vec{AB} = \vec{v}_B = \vec{v}_D + \vec{\omega}_2 \times \vec{DB}$$

Donat que la velocitat de "D" només és vertical, aquest sistema és de dues equacions amb dues incògnites, per tant es pot resoldre de la següent manera:

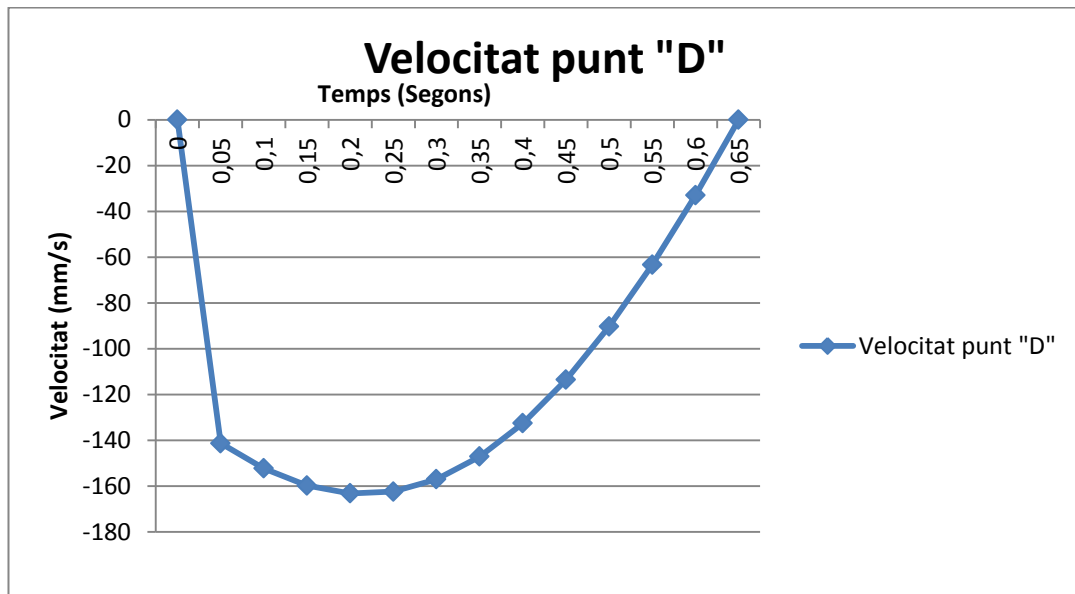
$$\omega_1 \cdot AB \cdot \sin(\alpha) = -\omega_2 \cdot DB \cdot \sin(\beta)$$

$$\omega_1 \cdot AB \cdot \cos(\alpha) = -v_D - \omega_2 \cdot DB \cdot \cos(\beta)$$

Substituint totes les equacions en la última i aïllant la velocitat del punt "D", s'obté:

$$v_D = \omega_1 \cdot AB \cdot \left( \cos(\alpha) - \left( \frac{\sin(\alpha)}{\tan(\beta)} \right) \right)$$

Amb aquesta fórmula, s'ha realitzat un Excel amb petits increments d'instants de temps, obtenint com a resultat la següent gràfica per a la velocitat del punt "D" (la mateixa que la de la barra 3):



**Gràfica 1: Velocitat de premsat**

Aquesta gràfica simula el tram en què es premsa la llauna, és a dir, quan hi ha càrrega en la premsa. El primer tros on es desplaça el suport superior fins a tocar la llauna no s'ha estudiat, ja que és un tram on no hi ha esforços i, per tant, no cal estudiar-lo.

Per comentar la gràfica, es pot dir que s'ha tret entrant una velocitat angular de la barra 1 de  $\pi$  radians/s. A aquest valor s'hi ha arribat fent un cronometratge aixafant cinc llaunes tal i com es mostra en la taula següent:

Taula 22: Cronometratge del temps de premsat

Recorregut de premsat total	$\pi$ rad
Llauna 1	1,05 s
Llauna 2	0,92 s
Llauna 3	0,97 s
Llauna 4	1,03 s
Llauna 5	1,01 s

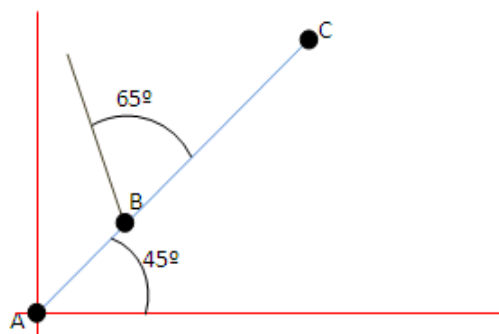
La gràfica mostra que hi ha un pic de velocitat al inici i posteriorment, va disminuint fins a arribar a zero. Aquest fet es dona per que la barra 2 es va tombant a mesura que es premsa la llauna i, en conseqüència, la component vertical de la velocitat baixa fent que el suport baixi més a poc a poc. Finalment, afegir que no disminueix de forma lineal, sinó que ho fa de forma sinusoidal, ja que hi ha implicats sinus i cosinus en les fórmules obtingudes.

Finalment, comentar que als annexes es troben les gràfiques de les velocitats dels punts "B" i "C".

#### 4.4.2. Estudi dinàmic

En aquest apartat es presenta el càlcul de resistència de les barres que transmeten el moviment de l'usuari a la llauna. De manera que s'aplica la força màxima necessària per a realitzar el premsat de la llauna, és a dir 12 kg.

Es parteix de la situació que es veu en la imatge següent:



Imatge 11: Croquis dinàmic

La imatge anterior, és la situació de les barres en el precís moment en què es comença a comprimir la llauna i, per tant, es dona la situació de màxima tensió.

La primera barra a tractar és la de color blau, ja que és la que se'n coneix la força que se li aplica. Primer de tot, es comença definint la geometria de la barra i les seves dimensions:

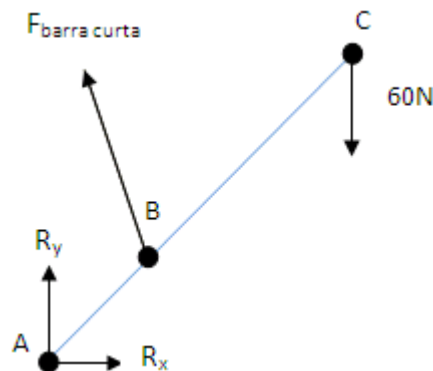
Taula 23: Característiques barres llargues

Característica	Valor
Longitud (A – C)	225 mm
Longitud (A – B)	50 mm
Amplada	15 mm
Espessor	4 mm
Secció	Rectangular
Superfície secció amb forat	36 mm <sup>2</sup>
Inèrcia secció amb forat	253,25 mm <sup>4</sup>

$$Secció = b * h - superfície forat = (4 * 15) - (4 * 6) = 36 \text{ m}^2$$

$$Inèrcia_{secció} = 2 * \left( \frac{1}{12} * b * (h^3 - h_{forat}^3) \right) = 2 * \left( \frac{1}{12} * 4 * (7,5^3 - 3^3) \right) = 253,15 \text{ m}^4$$

A partir d'aquí, es troba la distribució de forces a la barra, sabent que al punt C hi ha aplicada la força de l'usuari, que serà de 60 N al estar dividida en cada banda de la premsa:



Imatge 12: Diagrama de sòlid lliure de la barra llarga

Coneguda la geometria i a on estan aplicades les forces, es possible calcular les tres incògnites aplicant les tres equacions d'equilibri de forces:

$$\Sigma M_A = 0 = 60 * 225 * \cos(45) - F_{barra curta} * 50 * (\cos(65) + \sin(65))$$

$$F_{barra curta} = 143,66 \text{ N}$$

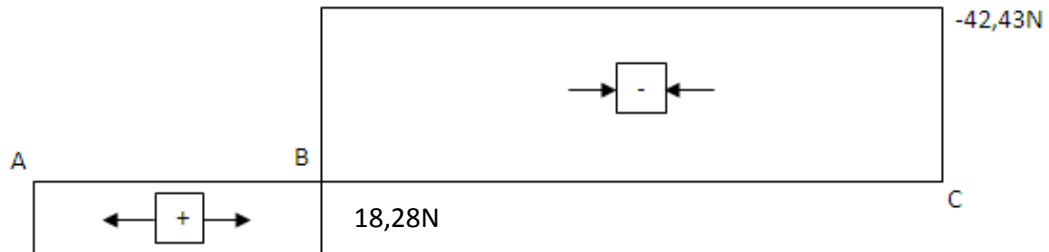
$$\Sigma F_y = 0 = R_y + 143,66 * \cos(20) - 60$$

$$R_y = -75 \text{ N}$$

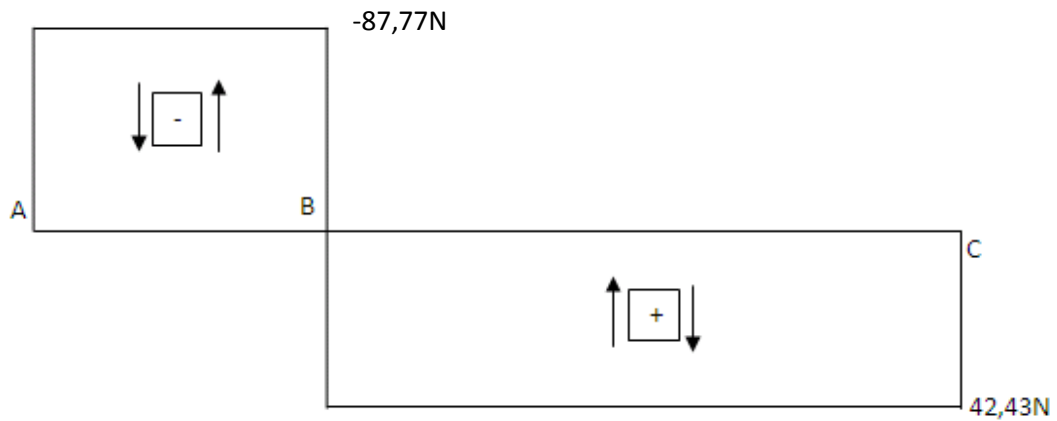
$$\Sigma F_x = 0 = R_x - 143,66 * \sin(20)$$

$$R_x = 49,14 \text{ N}$$

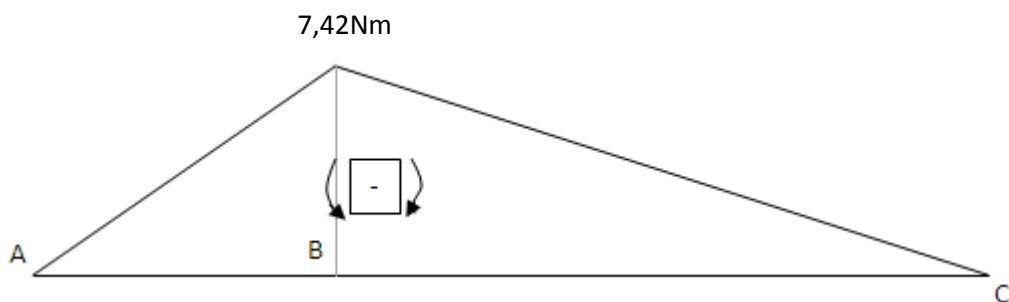
Amb el total coneixement de les forces, es poden trobar els diagrames de forces d'aquesta barra:



Imatge 13: Diagrama esforç axial



Imatge 14: Diagrama esforç tallant



Imatge 15: Diagrama esforç flector

Com es pot veure la secció més sol·licitada és la del punt B, on es troba el forat que uneix la barra llarga amb la barra curta. S'aplica la tensió equivalent en el sentit axial en les dues cares, ja que hi ha un canvi del valor de força axial:

$$\sigma = \frac{N}{S} + \frac{M_z}{I_z} * y$$

$$\sigma_1 = -\frac{42,43}{36} - \frac{7424}{253,25} * 7,5 = -221,04 \text{ MPa}$$

$$\sigma_2 = \frac{18,28}{36} - \frac{7242}{253,25} * 7,5 = -219,35 \text{ MPa}$$

Donat que la tensió 1 és major, es segueix amb aquesta per comprovar que pot suportar l'esforç.

Pel que fa al esforç tallant, es menysprea donat que és molt baix.

Finalment, es troba el límit elàstic del material, en aquest cas és de 480MPa, ja que el material és un acer suau UNE-F-1120. Amb un factor de seguretat de 2, es té:

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_{lim\,elast}}{FS} = \frac{480}{2} = 240 \text{ MPa} > 221 \text{ MPa}$$

Compleix sense problemes les condicions de resistència del material.

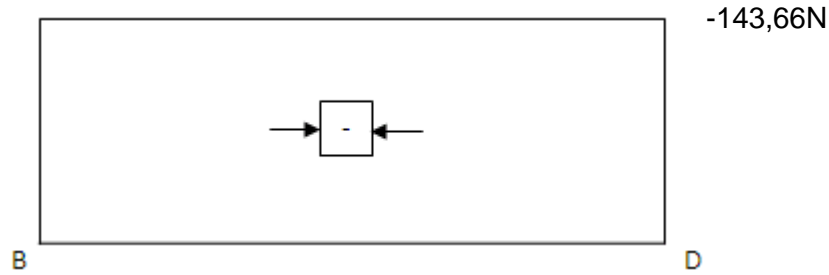
Passant a la barra curta, es presenta la geometria i les dimensions d'aquesta en la taula següent:

**Taula 24: Característiques barres curtes**

<b>Característica</b>	<b>Valor</b>
<b>Longitud (B – D)</b>	105 mm
<b>Amplada</b>	15 mm
<b>Espessor</b>	4 mm
<b>Secció</b>	Rectangular
<b>Superfície secció amb forat</b>	36 mm <sup>2</sup>
<b>Inèrcia secció amb forat</b>	253,25 mm <sup>4</sup>

Com que la barra curta es troba articulada pels dos extrems, només està sotmesa a esforç axial. Per tant, només es mostra el diagrama d'esforços axials:





**Imatge 16: Diagrama esforç flector barra curta**

Amb aquesta força i la secció s'obté l'esforç a compressió al que està sotmesa, i prenent el valor límit de 240 MPa del material escollit per la barra anterior, es té:

$$\sigma_{axial} = \frac{N}{A} = \frac{143,66}{36} = 3,99 \text{ MPa} < 240 \text{ MPa} = \sigma_{adm}$$

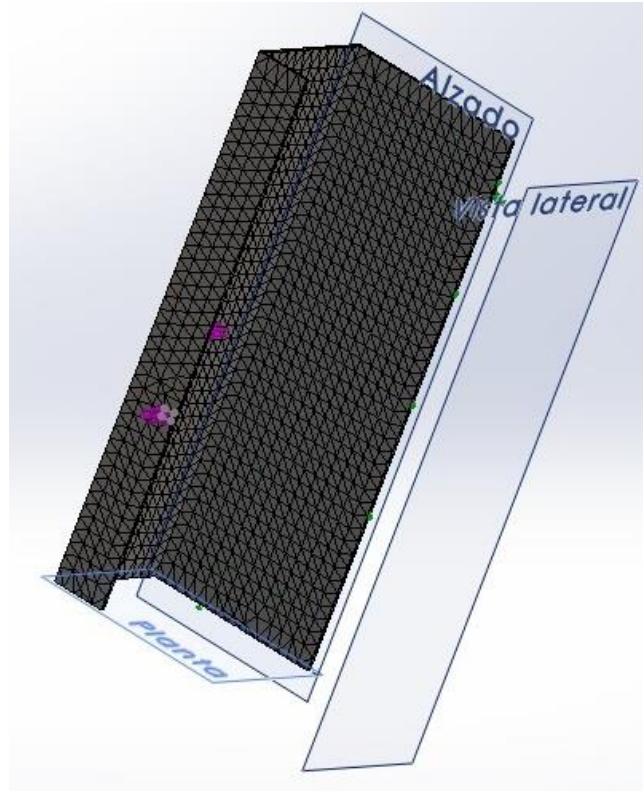
Com es pot veure, s'ha agafat la secció en un dels forats, ja que la superfície que aguanta l'esforç és menor que en una de les seccions on no hi ha forat. Tot i aquesta implicació, es pot veure que la barra suporta sense problemes l'esforç necessari per premar la llauna.

#### 4.4.3. Càlcul de les guies per a l'estructura

Una part important de la premsa és l'estructura, aquesta està sotmesa a grans sol·licitacions en el disseny de les guies amb rodaments. És per això que s'ha realitzat un estudi estructural amb *Solid Works* per tal de saber si aguantarà el disseny amb les peces que es disposa al taller.

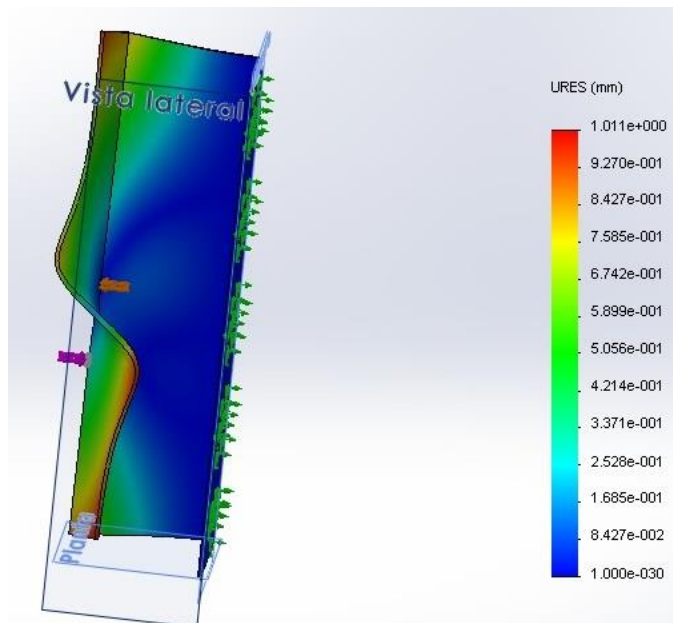
Un cop dibuixada la peça en *Solid Works*, cal establir les restriccions, en aquest cas és la part posterior que està fixada en totes direccions. Per altra banda, cal aplicar les forces de 500 N<sup>4</sup> en la mateixa direcció, però sentits oposats; també cal definir el material (el mateix que apareix en el llistat de materials) i es realitza una malla tal i com es mostra en la imatge següent:

<sup>4</sup> Aquest valor apareix de la força a la que està sol·licitada la barra curta i el moment flector que es crea al estar allunyat del punt d'aplicació de la força a la guia.

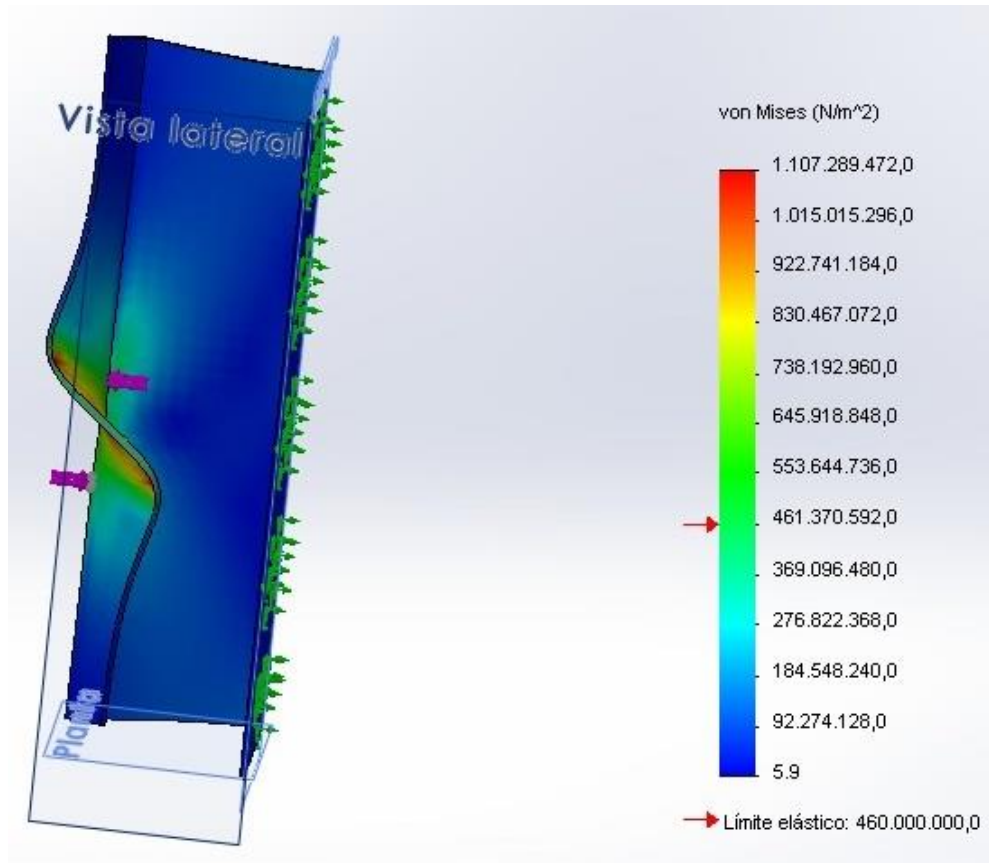


Imatge 17: Mallat del càlcul estructural

Un cop realitzada aquesta tasca, cal executar el càlcul del programa, del qual s'obtenen els següents resultats de deformació i tensions equivalents de Von Mises:



Imatge 18: Deformació de l'estructura



Imatge 19: Tensió equivalent de Von Mises per a l'estructura

D'aquests resultats se'n poden treure varies conclusions: la primera i més important és que el disseny amb aquestes forces i dimensions no és viable, ja que la peça trenca i es deforma de manera exagerada.

La segona conclusió és que la millor alternativa és canviar el disseny i optar pels patins, tal i com s'explica més endavant en l'apartat d'alternatives de disseny 3D.

#### 4.4.4. Càlcul resistència dels cargols de les barres

Per la unió de les barres entre sí i de les barres amb l'estructura s'utilitzen cargols i femelles que estan sotmesos a diversos esforços, dels quals només es considerarà l'esforç tallant. Aquest fet és degut a que els cargols no suporten cap tipus d'esforç axial i les distàncies entre esforços tallants és inferior a 10 mm, fet que fa menyspreable el moment tal i com es veurà amb un exemple. Per tant, les femelles i els fils dels cargols no pateixen cap tensió i no seran calculats. A més, es considera un factor de seguretat de dos per tal d'assegurar el compliment dels límits elàstics.

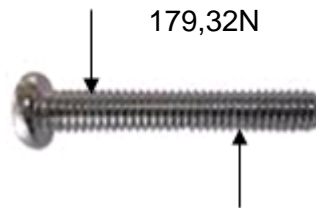
En la taula següent es presenten els cargols que s'usen en la premsa:

Taula 25: Característiques cargols mètrics 6

Característica	Valor
Tipus de cargol	Mètric 6 amb cap hexagonal <sup>5</sup>
Tipus X. Y	4.8
Longitud roscada	40 mm
Límit elàstic	240MPa
Límit esforç tallant	120MPa

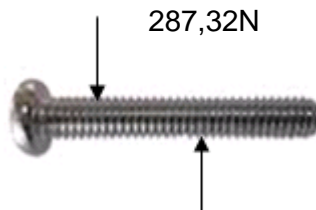
Un cop explicada la situació, es plantejaran els diferents esforços tallants que hi ha en cada cargol i es passarà a calcular si el cargol aguanta l'esforç més gran per així assegurar que tots compleixen.

- Cargol punt A:



Imatge 20: Diagrama de forces de la unió de la barra llarga amb l'estructura

- Cargol al punt B i punt D:



Imatge 21: Diagrama de forces de la unió de la barra curta amb la barra llarga

Donat que el segon cargol és el més sol·licitat, es realitza el càlcul de l'esforç tallant i l'aixafament en les parets (amb espessor 2 mm) per a aquest:

<sup>5</sup> Segons normativa UNE-17704

$$\tau = \frac{4 * F}{\pi * d^2} = \frac{4 * 287,32}{\pi * (5,133)^2} = \mathbf{13,88 MPa}$$

$$\sigma = \frac{F}{d * t} = \frac{287,32}{5,133 * 2} = \mathbf{27,99 MPa}$$

Com es pot veure, és un valor molt inferior al límit de l'esforç tallant i a la tensió admissible, per tant, compleix sense problemes el requisit. Com s'ha dit anteriorment, es comprova el valor del flector per aquest cargol:

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{3 * F * h_3}{\pi * d_2 * n * \left(p - 2 * \left(\frac{H}{4}\right) \tan(30)\right)^2} \\ &= \frac{3 * 287,32 * 0,46}{\pi * 5,513 * 2,67 * \left(0,75 - 2 * \frac{0,65}{4} * \tan(30)\right)^2} = \mathbf{27,12 MPa} \end{aligned}$$

De la mateixa manera que el tallant, el cargol suporta perfectament aquest esforç. En conseqüència, aquest sistema suporta sense problemes els esforços als que està sotmès.

#### 4.4.5. Càlcul dels cargols del suport inferior

Un cop la força es transmet de les barres a la premsa, aquesta actua sobre la llauna. És per això, que cal comprovar la premsa i els suports inferiors de la premsa.

La força que arriba per cada banda a la premsa és de 143,66 N, tal i com s'ha vist. Al passar-la a sentit vertical (direcció en la que es premsa la llauna), s'obté un valor de 135 N per banda, que equivalen a 270 N per aixafar completament la llauna. A aquest valor se li aplica el factor de seguretat de dos i s'obté 540 N.

Amb aquests valors es pot calcular l'esforç tallant que es produeix en la premsa, a la part superior:

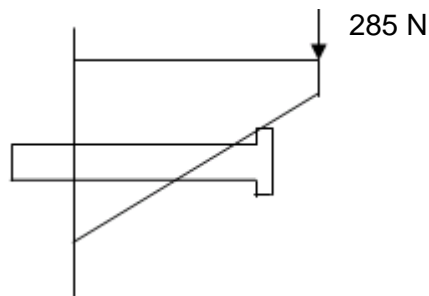
$$\tau = \frac{V}{S} = \frac{540}{\pi * D * e} = \frac{540}{\pi * 51 * 2} = \mathbf{1,68 MPa}$$

Com es pot veure, el valor obtingut és molt petit, per tant, pot suportar la tensió sense problemes, ja que el material és el mateix que el de les barres.

Tenint en compte que la força de 540 N es transmet a través de la llauna i arriba al suport inferior, cal calcular els cargols que es posen per fixar el suport. A més de la força de premsat, s'afegeix el pes de la premsa per tenir un marge extra de seguretat:

$$F_{total} = 540 + 30 = 570 \text{ N}$$

Donat que hi ha dos suports, la força queda partida per la meitat. En aquest punt, s'utilitzen els mateixos cargols que en la unió de les barres. A la imatge següent es mostra l'estat de sol·licitació per a aquest:

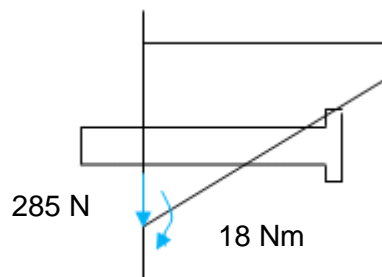


**Imatge 22: Diagrama de forces dels suports inferiors**

*Font: pròpia*

Amb la situació dinàmica, falta indicar que el cargol entra a la paret 10 mm i, la distància de la força a la paret és de 60 mm. Val a dir, que aquest estudi és una simplificació del que realment passa. Tot i això, aquesta és una situació més extrema, ja que situa tota la càrrega a la punta més llunyana, fet que no passa a la realitat.

A partir d'aquí, es calcula el cargol. El primer pas és traslladar la força al punt senyalat en la figura següent:



**Imatge 23: Diagrama amb la força traslladada**

Amb aquestes forces es calcula el cargol en la seva totalitat:

- Fallada del nucli (tracció):

$$\sigma = \frac{F}{\text{area resistant}} = \frac{18000/13,5}{\frac{\pi}{4} * 5,133^2} = \mathbf{64,42 MPa}$$

- Tallant en els fils del cargol:

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{2}{3} * \frac{F}{\pi * n * D_1 * \left(p - 2 * \left(\frac{H}{4}\right) \tan(30)\right)^2} \\ &= \frac{2}{3} * \frac{1333,33}{\pi * 13,33 * 5,43 * \left(0,75 - 2 * \frac{0,54127 * 0,75}{4} * \tan(30)\right)} \\ &= \mathbf{30,86 MPa} \end{aligned}$$

- Comprovació primer fil:

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{2}{3} * \frac{F * 0,38}{\pi * D_1 * \left(p - 2 * \left(\frac{H}{4}\right) \tan(30)\right)} \\ &= \frac{2}{3} * \frac{1333,33 * 0,38}{\pi * 5,43 * \left(0,75 - 2 * \frac{0,54127 * 0,75}{4} * \tan(30)\right)} = \mathbf{31,30 MPa} \end{aligned}$$

- Flexió del cargol:

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{3 * F * h_3}{\pi * d_2 * n * \left(p - 2 * \left(\frac{H}{4}\right) \tan(30)\right)^2} \\ &= \frac{3 * 18000/20 * 0,46}{\pi * 5,513 * 13,33 * \left(0,75 - 2 * \frac{0,65}{4} * \tan(30)\right)^2} = \mathbf{17,00 MPa} \end{aligned}$$

- Pressió de contacte:

$$\sigma = \frac{F}{\pi * d_2 * H_1 * n} = \frac{\frac{18000}{20}}{\pi * 5,513 * 0,406 * 13,33} = \mathbf{9,60 MPa}$$

- Tallant:

$$\tau = \frac{4 * F}{\pi * d^2} = \frac{4 * (285 + \frac{18000}{20})}{\pi * (5,133)^2} = \mathbf{57,26 MPa}$$

- Aixafament:

$$\sigma = \frac{F}{d * t} = \frac{285}{5,133 * 20} = \mathbf{2,77 MPa}$$

Com es pot veure, no hi ha cap valor situat per sobre del límit admissible per aquest tipus de cargol. Per acabar el càlcul d'aquests cargols, a continuació es mostra el càlcul del parell de collada:

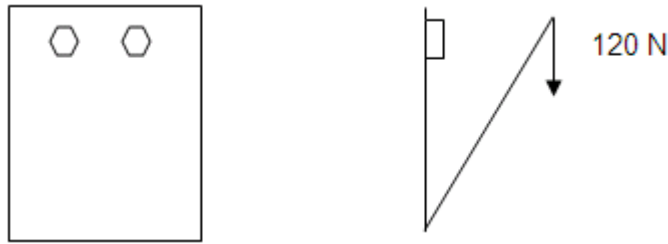
$$\begin{aligned} M_A &= 0,2 * ((0,75 * S_{adm} * A_r) - FS * F) * d \\ &= 0,2 * \left( (0,75 * 240 * 20,697) - 2 * \frac{9000}{13,5} \right) * 6 = \mathbf{2,87 Nm} \end{aligned}$$

#### 4.4.6. Càlcul dels cargols superiors de l'estructura

Aplicant la mateixa força de 120 N de forma estàtica, es pot calcular el diàmetre necessari per als cargols que suportaran el pes de la premsa a la superfície vertical on es fixi. Aquesta superfície pot ser de fusta o de totxanes, per tant, s'hauran d'escollir els cargols en funció del material on es fixaran.

A continuació es pot veure un dibuix de la distribució de forces, moments i col·locació dels cargols:





Imatge 24: Distribució de cargols i forces

Com es pot veure als plànols, els cargols estan situats simètricament a 50 mm del centre i a 175 mm d'altura. Per altra banda, la força està situada en una barra de 225 mm amb un angle de 45°.

Traslladant la força a la base de l'estructura, s'obté un parell per valor de 19,092 Nm, a més de la força que ja es tenia. Amb aquestes dades es passa a calcular el diàmetre dels cargols, que seran de qualitat 4.8 com els anteriors:

$$P_i = \frac{P}{n \text{ cargols}} = \frac{\frac{19092}{175}}{2} = 54,55 \text{ N per cargol}$$

$$F_{2i} = \frac{F \cdot d_{cdg}}{\sum r_i^2} = \frac{109,10 \cdot 55}{2 \cdot 55^2} = 1 \text{ N}$$

D'aquesta manera, es té que en el sentit axial els cargols estan sol·licitats amb 54,55 N i en sentit tallant 121 N. Amb aquests valors es pot determinar el diàmetre mínim segons cada tipus de fallada, aplicant abans el factor de seguretat de dos:

- Fallada del nucli (tracció):

$$\sigma_{adm} = \frac{F}{\text{area resistant}} = \frac{109,1}{A} = 160 \text{ MPa}$$

$$A = 0,34 \text{ mm}^2 \Rightarrow d \geq \mathbf{0,93 \text{ mm}}$$

- Tallant en els fils del cargol: per aquest càlcul es suposen cargols amb un mínim de 10 fils (recomanació de la norma ISO 17709) i pas 1.

$$\tau_{adm} = \frac{2}{3} * \frac{F}{\pi * n * D_1 * \left(p - 2 * \left(\frac{H}{4}\right) \tan(30)\right)^2}$$

$$= \frac{2}{3} * \frac{242}{\pi * 10 * D_1 * \left(1 - 2 * \frac{0,54127 * 1}{4} * \tan(30)\right)} = 92,38 \text{ MPa}$$

$$D_1 = 0,066 \text{ mm}$$

- Comprovació primer fil:

$$\tau_{adm} = \frac{2}{3} * \frac{F * 0,38}{\pi * D_1 * \left(p - 2 * \left(\frac{H}{4}\right) \tan(30)\right)} = \frac{2}{3} * \frac{242 * 0,38}{\pi * D_1 * \left(1 - 2 * \frac{0,54127 * 1}{4} * \tan(30)\right)}$$

$$= 92,38 \text{ MPa}$$

$$D_1 = 0,25 \text{ mm}$$

- Flexió del cargol:

$$\sigma_{adm} = \frac{3 * F * h_3}{\pi * d_2 * n * \left(p - 2 * \left(\frac{H}{4}\right) \tan(30)\right)^2}$$

$$= \frac{3 * 242 * 0,61343 * 1}{\pi * d_2 * 10 * \left(1 - 2 * \frac{0,54127 * 1}{4} * \tan(30)\right)^2} = 160 \text{ MPa}$$

$$d_2 = 0,106 \text{ mm}$$

- Pressió de contacte:

$$\sigma_{adm} = \frac{F}{\pi * d_2 * H_1 * n} = \frac{242}{\pi * d_2 * 0,54127 * 1 * 10} = 160 \text{ MPa}$$

$$d_2 = 0,088 \text{ mm}$$

- Tallant:

$$\tau_{adm} = \frac{4 * F}{\pi * d^2} = \frac{4 * (242)}{\pi * (d)^2} = 92,38 \text{ MPa}$$

$$d = 2,34 \text{ mm}$$



- Aixafament:

$$\sigma_{adm} = \frac{F}{d * t} = \frac{242}{d * 2} = 160 \text{ MPa}$$
$$d = \mathbf{0,76 \text{ mm}}$$

Després d'estudiar tots els mètodes de fallada, es pot veure que amb un diàmetre mínim de 2.5 mm, es compleixen amb escreix totes les condicions de fallada. Com es pot veure, als plànols s'han dimensionats els forats per visos de mètric 4 mm, per tant, els usuaris podran escollir entre visos de mètric 3 i 4 mm.

Finalment, es calcula un parell de collada recomanat per a visos mètric 4 mm:

$$M_A = 0,2 * ((0,75 * S_{adm} * A_r) - FS * F) * d = 0,2 * ((0,75 * 160 * 9,046) - 2 * 54,55) * 4 = \mathbf{0,78114 \text{ Nm}}$$

## 5. ALTERNATIVES

Per poder implementar les novetats, s'ha fet un estudi a partir de diferents alternatives segons cada aspecte de la premsa. S'han avaluat les diferents solucions presentades per a cada nova part. A continuació es presenten les alternatives:

### 5.1. Extracció del líquid:

En totes les llaunes de beguda sempre queda una petita quantitat de líquid que no es pot extreure a no ser que s'obri completament la llauna. Gràcies a la separació de material, aquest fet és possible. Per això s'exposen varies solucions en vers el líquid:

- Deixar el líquid a l'interior: aquesta alternativa consisteix en posar la llauna de forma vertical per tal de tallar i premsar la llauna mentre es conserva el líquid en l'interior. Consistiria en col·locar l'eina de tall a la part mòbil de la premsa.



Imatge 25: Llauna sense extreure el líquid

Aquesta solució no és encertada donat que s'està afegint pes (que no és ferro) al contenidor de ferralla i, això farà que no es pagui el mateix per una ferralla 100%, que per una ferralla amb líquids. A més, l'expulsió de la llauna pot provocar que el líquid surti disparat i embruti altres objectes que hi hagi al seu voltant, així com el propi usuari.

- Extreure el líquid per gravetat: col·locant la llauna del revés, és possible que un cop tallada la tapa, el líquid surti per acció de la gravetat. De manera que col·locant un recipient sota la premsa, es pot recollir el líquid per la part inferior i reciclar-lo de manera convenient. Per aquest motiu, aquesta és una bona solució per aquest problema.



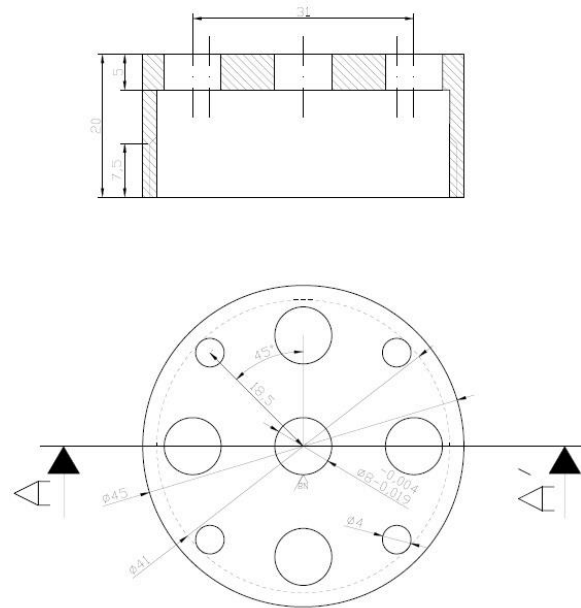
Imatge 26: Llauna sense líquid

- Deixar evaporar el líquid: es podria posar una consideració en el manual d'ús, explicant que abans de reciclar la llauna caldria esperar un temps determinat per a que la llauna s'eixugués per sí sola. Aquesta alternativa no és gaire adequada, ja que implica mantenir un *stock* de llaunes ocupant un espai innecessari que bars i restaurants no poden permetre's.

## 5.2. Recol·lecció del líquid:

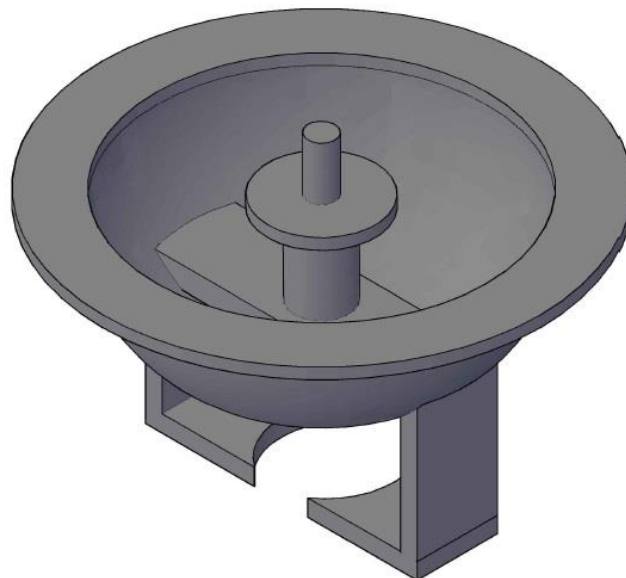
Com es pot veure en el següent apartat, l'opció escollida per extreure el líquid és per gravetat, així, que cal proposar diverses formes de recollir el líquid de dins de la llauna. S'han estudiat dues idees:

- Utilitzar una ampolla roscada i adaptar-ne el tap. És a dir, a la part inferior de la premsa hi ha el forat de l'encuny on s'hi col·locaria un tap d'ampolla foradat, de manera que l'ampolla es pugui treure i posar de la premsa sense complicacions. Com es veurà més endavant, la tapa s'hauria d'adaptar per poder-hi col·locar els expulsors per elevar la tapa d'alumini i poder empènyer-la al contenidor.



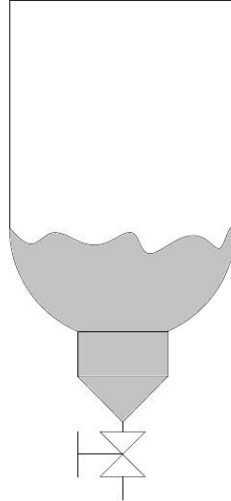
**Imatge 27: Adaptador amb rosca**

- Una segona opció és usar un embut per recollir el líquid i col·locar a l'embut una pinça per subjectar l'ampolla, juntament amb una peça per adaptar-hi l'expulsor de la xapa d'alumini.



**Imatge 28: Embut amb adaptador per ampolles i expulsor**

- La tercera i última opció seria posar una ampolla enganxada cap per avall amb una aixeta que permetés obrir i tancar el recipient per buidar quan fos precis el nivell de l'ampolla. Caldria a més, posar un embut per no haver d'utilitzar una aixeta massa gran.



Imatge 29: Ampolla amb aixeta

### 5.3. Metodologia de tall:

Aquesta és la principal innovació de la premsa, és per això que s'han realitzat fins a cinc opcions diferents per tal de trobar la millor solució possible:

- Tallat exterior: es tracta de realitzar l'extracció de la part superior de la llauna en un pas previ al premsat. Consisteix en posar una espècie d'obrellaunes al costat de la premsa, fer girar l'obre llaunes i, finalment, premsar la llauna amb una premsa normal com el "Can crusher".



Imatge 30: Dues operacions externes

Aquesta alternativa és la més lenta de les cinc; per altra banda, és la més barata, ja que aquests obridors es comercialitzen per preus molt baixos. També cal remarcar que és senzill d'instal·lar i pot suportar un gran nombre de cicles, però suposa un risc elevat per l'usuari i, al haver de realitzar les operacions per separat reduiria de forma considerable els beneficis.

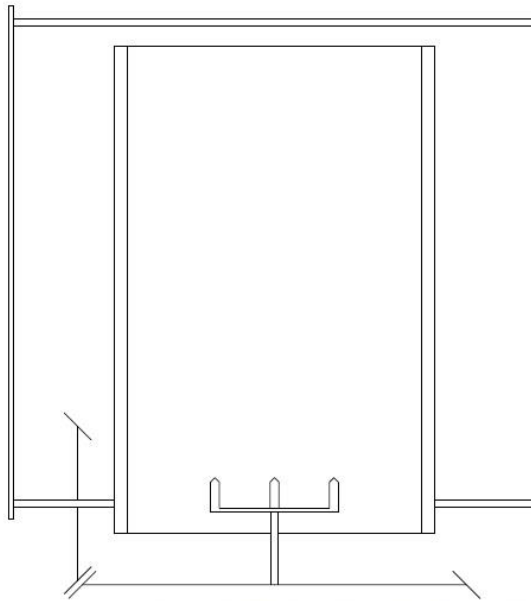
Aquesta opció comporta dos problemes: exposa a l'usuari a tallar-se (reduint la seguretat de la premsa) i alenteix molt el procés de separació + premsat (fet que pot reduir el nombre d'interessats en la màquina).

- Tall amb gir: aquesta opció consta de quatre puntes afilades, que amb la pressió de la compactació de la llauna perforen l'alumini i, posteriorment, mitjançant un gir de 90° permet finalitzar el tall. Per realitzar el gir existeixen dues possibles variants: gir de l'eina de tall o gir de la llauna.

Per poder implementar la primera, seria necessari un sistema d'engranatges que permetés transformar el moviment lineal d'abaixar la palanca en un moviment rotatori sobre l'eina de tall (veure imatge 32). Aquest sistema no és el més idoni, ja que si una punta no aconseguís travessar la xapa d'alumini des del primer instant en el que es comença a premsar la llauna, no es tallaria la xapa al complet i, per tant, no es podria realitzar la separació de materials.

De totes maneres, s'ha calculat que utilitzant quatre arestes de tall seria necessari una relació dels engranatges de  $\frac{1}{2}$ , ja que l'eina de tall precisa d'un quart de volta per tallar completament l'alumini i, les palanques per aixafar la llauna realitzen poc més de mitja volta en el seu recorregut.





Nota: Les dimensions de l'estructura són les dels plànols i les corones dentades venen especificades a la memòria

**Imatge 31: Gir de l'eina de tall**

La segona opció, implicaria la instal·lació d'un cargol sense fi que fes girar la llauna a mesura que es va compactant. Aquesta alternativa no és gaire viable donat que: és necessari fixar la llauna per a que no hi hagi lliscament i a mesura que es premsa, la llauna es deforma i seria molt complicat mantenir el gir de la llauna d'un extrem a l'altre.

També seria necessari trobar un cargol sense fi que tingués un pas suficientment gran com per a poder aplicar força i la tapa que aixafa la llauna pogués baixar.

Aquestes opcions comporten complicar la premsa, tot i això, es podrien premsar les llaunes amb certa rapidesa.

Donat que calen molts components, el preu puja i hi ha més risc de que hi hagi alguna peça es trenqui. I, finalment, comentar que és un dels mecanismes més segurs, ja que el sistema de tall queda amagat dins la premsa.

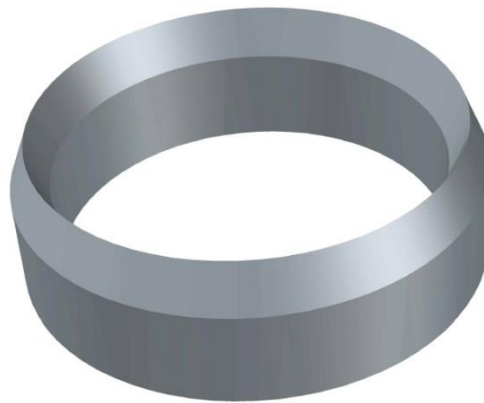
- Corona de tall: aquesta eina s'usa en trepants per a la realització de forats amb diàmetres superiors a 20-25 mm. Aquesta alternativa consisteix en tallar per la part superior on hi ha les dents i col·locar-ho en la base de la premsa com a eina de tall.



**Imatge 32: Corona dentada**

Aquesta és una solució interessant, però té dos inconvenients: la peça és cara (ronda els 20 €) i també precisa del gir per acabar de realitzar el tall completament net, per tant, se li afegeixen algunes complicacions de l'alternativa anterior.

- Encuny: aquesta eina és una banda de tall circular, molt semblant a les que s'usen en les premses d'estampació, però a una escala més petita. Aquesta alternativa consta d'un anell d'acer amb una banda reforçada (trempat per inducció, etc.) i unes bandes de cautxú per fer de recolzament. D'aquesta manera s'aconsegueix realitzar el tall d'un sol cop (quan perfora per un punt, es perfora tota la llauna) i es redueix el cost.



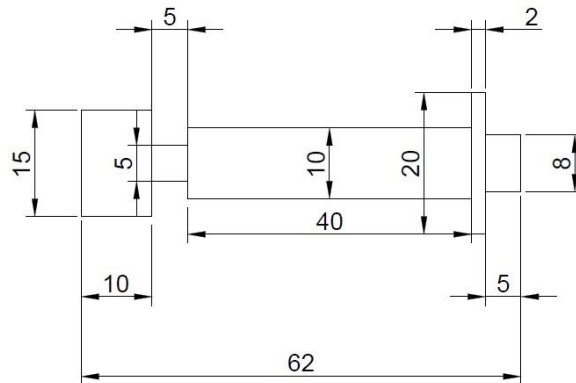
**Imatge 33: Croquis encuny**

L'última alternativa és senzilla, permet mantenir un ritme alt de processat de llaunes, una bona seguretat al tenir completament cobert el sistema de tall i assegurar un alt nombre de cicles sense problemes. L'únic inconvenient és el preu de l'encuny, que fa que sigui una de les alternatives més cares.

## 5.4. Sistema d'extracció de ferralla i alumini:

Com ja s'ha comentat, la premsa també realitza l'expulsió dels residus per agilitzar el procés, per tant, és necessari col·locar un sistema de recollida:

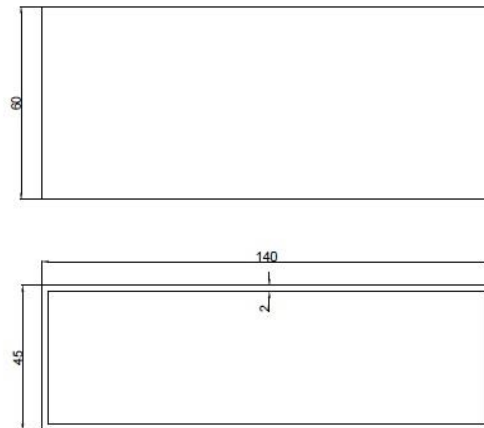
- Sistema d'un contenidor: recollir la ferralla i l'alumini en un sol contenidor col·locat davant de la premsa. Si el contenidor està situat davant, es poden usar uns expulsors a pressió per a empènyer la llauna premsada i la tapa al contenidor.



Imatge 34: Un sol expulsor

Si es decidís emprar un sol contenidor, implicaria haver de realitzar la separació manualment, per tant, es precisaria de molt de temps per realitzar aquesta operació i, també, posaria en perill els usuaris, ja que treballarien amb material tallant.

- Sistema de dos contenidors: al col·locar dos cubells de recollida implica el llançament a dues distàncies: un per a la llauna i un segon per la tapa. Aquest fet produeix dues noves alternatives.
  - o Llauna en el primer i tapa en el segon: si es realitzés aquest sistema, implicaria que la tapa ha de rebre una força superior per poder superar el primer contenidor. Però al tenir molt poca massa caldria imprimir molta força. Per aquest motiu es descarta l'alternativa.



Nota: l'altre contenidor consta de les mateixes dimensions que aquest, però amb una amplada de 60 mm enlloc de 45 mm.

**Imatge 35: Contenedors d'emmagatzematge**

- Tapa en el primer i llauna en el segon: aquesta solució utilitza un imant per aixecar la llauna amb la part mòbil de la premsa, permeten que un tobogan empenyi la tapa al primer contenidor i serveixi de guia per portar la llauna al segon contenidor quan caigui.



**Imatge 36: Tobogan per conduir la part de ferralla**

Tenint en compte que la primera opció no contempla la separació marcada a les especificacions bàsiques, queda descartada. I a escollir entre el contenidor d'alumini davant o darrera, es millor col·locar-lo davant, ja que amb el sistema senzill del tobogan es pot realitzar una correcta separació dels residus.

### 5.5. Alternatives 3D

Al moment de realitzar el prototip, es va presentar un disseny amb rodaments, ja que es pensava que seria un sistema més eficient. Quan es va finalitzar el prototip i es van començar a realitzar proves per comprovar tot el que s'havia calculat era correcte, va sorgir un problema: les guies pels rodaments són massa estretes i es dobleguen al començar a comprimir la llauna.

En la imatge següent es mostra la fallada de la guia:



Imatge 37: Deformació de l'estructura

Aquest problema està causat per la distància entre el punt d'aplicació de la força des del mànec i el punt de contacte dels coixinets amb la guia. Al ser un moment massa gran, provoca la curvatura que impedeix la continuació del moviment de premsat.

Degut a aquest problema, s'han realitzat canvis en el disseny proposant una nova forma de lliscament entre la tapa superior i les guies de l'estructura, utilitzar patins autolubricants.

D'aquesta manera s'augmenta la superfície de contacte amb les guies, evitant la deformació quan aparegui el moment flector.

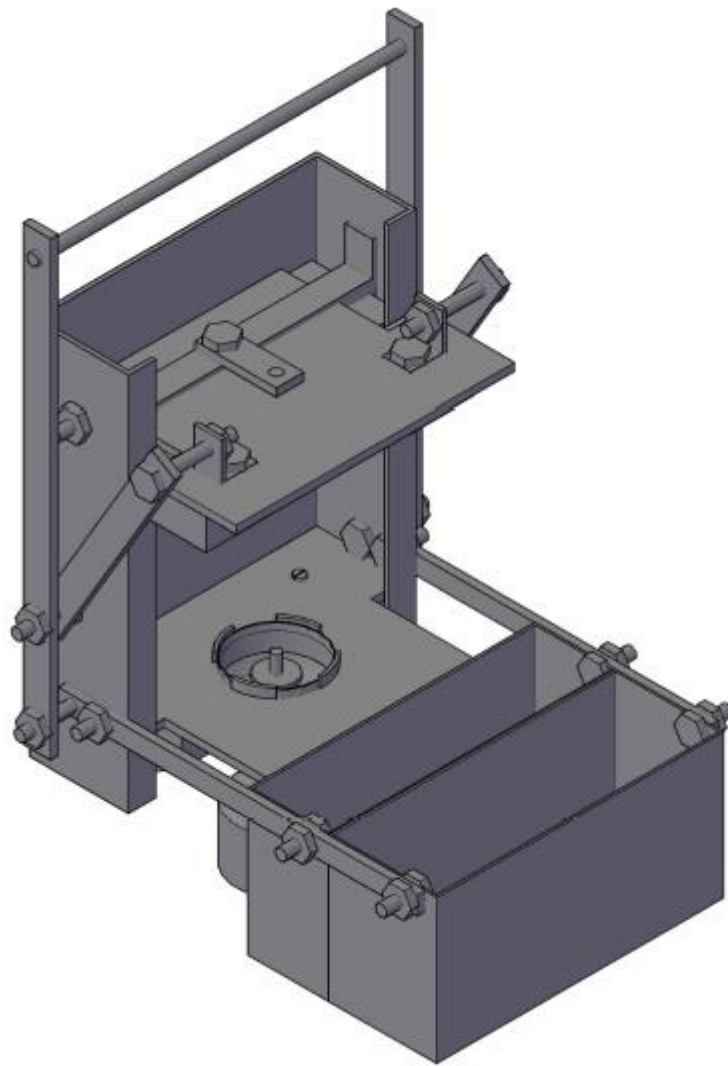
A més del problema dels patins, també s'ha trobat que es necessita una estructura per suportar la premsa de peu i, per tant, s'ha d'afegir una placa de fusta per mantenir la premsa en posició vertical i facilitar així el premsat de les llaunes.

Aquest element no precisa d'un disseny especial, ja que només són dues plaques de fusta contraxapada.



**Imatge 38: Suport de fusta per mantenir la premsa dreta**

Per tant, s'acaba proposant una nova alternativa 3D amb les millores dels patins i la fusta per a mantenir l'estructura en vertical i poder emplaçar els expulsors de la xapa d'alumini:



Imatge 39: Modelat 3D de la premsa

## 6. AVALUACIÓ D'ALTERNATIVES

Per avaluar la millor alternativa es farà servir el Valor Tècnic Simple pels aspectes amb més de dues alternatives, i pels que entenen dos, ja s'ha realitzat la selecció en l'apartat anterior, ja que s'escull la que compleix més requisits de les especificacions bàsiques, exceptuant el canvi forçat dels patins.

### 6.1. Metodologia de tall

Els criteris que s'apliquen per a poder aplicar el Valor Tècnic Simple són: rapidesa en realitzar el tall i el premsat (valor baix), senzillesa del mecanisme (més de tres elements a fabricar/col·locar), correcte funcionament durant molts cicles (valor alt), seguretat (poca accessibilitat de l'usuari a la zona de tall) i preu (baix).

En aquest aspecte hi ha cinc alternatives:

A: Tallat exterior

B: Tall de gir de la llauna

C: Tall de gir de l'eina de tall

D: Corona dentada de broca

E: Encuny

Abans d'aplicar el mètode del VTS, es mostra un quadre resum amb les característiques de cada alternativa per a poder valorar millor cadascuna d'elles:

Taula 26: Característiques alternatives en números

Alternatives	A	B	C	D	E
<b>Rapidesa</b>	5 min	2 min	2 min	2 min	2 min
<b>Senzillesa</b>	Complex	Realitzable	Realitzable	Senzill	Complex
<b>Cicles</b>	10000	3000	3000	7000	10000
<b>Seguretat</b>	Baixa	Alta	Alta	Alta	Alta
<b>Preu</b>	3-5 €	12,5 €	15 €	20 €	16,25€



Taula 27: Valor tècnic simple del sistema de tall

Alternatives	A	B	C	D	E
Rapidesa	1	5	5	5	5
Senzillesa	5	3	2	1	5
Cicles	5	1	1	3	5
Seguretat	1	5	5	5	5
Preu	5	3	3,67	1	2
Suma	17	17	16,67	15	22
VTS	0,68	0,68	0,48	0,60	0,88

Tal i com es pot veure al VTS, la millor alternativa és la de l'encuny, ja que obté el valor més alt.

## 6.2. Recol·lecció del líquid

Per avaluar aquestes alternatives, s'utilitzarà el mateix sistema VTS, però canviant els criteris d'avaluació: vida útil del sistema (valor alt), preu dels components (valor baix), facilitat per muntar els components (valor alt) i probabilitat que el líquid causi danys al component (valor baix).

En aquest apartat hi ha tres alternatives:

A: Adaptar el tap d'una ampolla al forat i rosca l'ampolla al tap.

B: Embut amb una pinça per subjectar l'ampolla.

C: Ampolla cap per avall amb una aixeta a la boca per obrir i tancar el pas.

De la mateixa manera que abans es mostra una taula resum de cada alternativa:

Taula 28: Característiques alternatives en números

Alternatives	A	B	C
Senzillesa	Una mica complex	Realitzable	Complex
Cicles	4000	5000	3000
Danys pel líquid	Baixa	Mitja	Alta
Preu	3-5 €	2-4 €	7-9 €

Taula 29: Valor tècnic simple del sistema de tall

Alternatives	A	B	C
<b>Senzillesa</b>	3	5	1
<b>Cicles</b>	2,5	5	1
<b>Danys pel líquid</b>	5	2,5	1
<b>Preu</b>	3,75	5	1
<b>Suma</b>	14,75	17,5	4
<b>VTS</b>	0,7375	0,875	0,48

Com es pot veure, la millor opció és la de l'embut, ja que és la millor en quasi tots els camps, per tant, és la que es durà a terme tant en el prototip com en la fabricació si s'arriba a produir.

## 7. DISSENY DE LES NOVES PECES

### 7.1. Sistema recol·lecció del líquid:

Totes les ampolles de plàstic tenen un excedent de material sota de la rosca. Aprofitant aquest fet, es col·locarà una pinça a un embut, de manera que es realitza un encaix a pressió i l'ampolla es pot treure i posar sense complicació.

Per altra banda, l'embut es pot adaptar amb molta facilitat al diàmetre del forat de la premsa. De manera que queda agafat amb esquadres a la part inferior de la premsa.



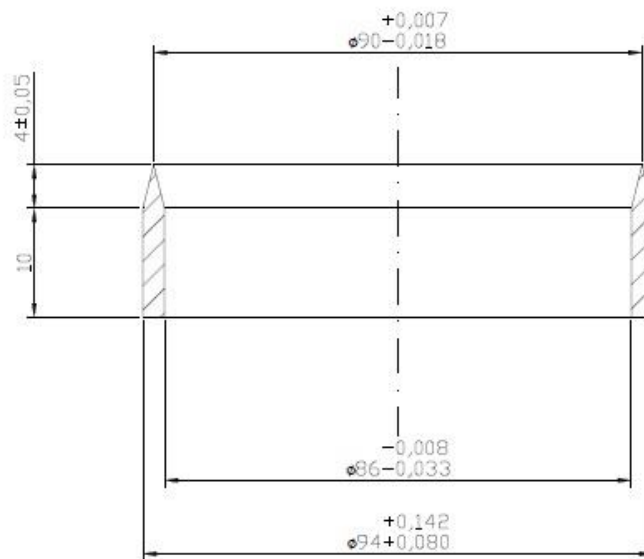
Imatge 40: Rosca ampolla de plàstic

Com es pot veure als plànols, es col·loca una peça dins l'embut per a poder subjectar l'expulsor, que extraurà la tapa d'alumini un cop tallada, i la pinça per subjectar l'ampolla.

Pel que fa a l'ampolla, no és més que un recipient amb excedent de material per encaixar a la pinça.

### 7.2. Metodologia de tall

En la part inferior de la premsa hi ha el forat pel qual cau el líquid, en aquest forat s'hi insereix a pressió un encuny d'acer circular de 47 mm de diàmetre. Per tenir un bon guiatge en el tall, s'instal·la uns coixins de cautxú al voltant exterior de l'encuny enganxats amb cola.



Imatge 41: Encuny amb dimensions bàsiques

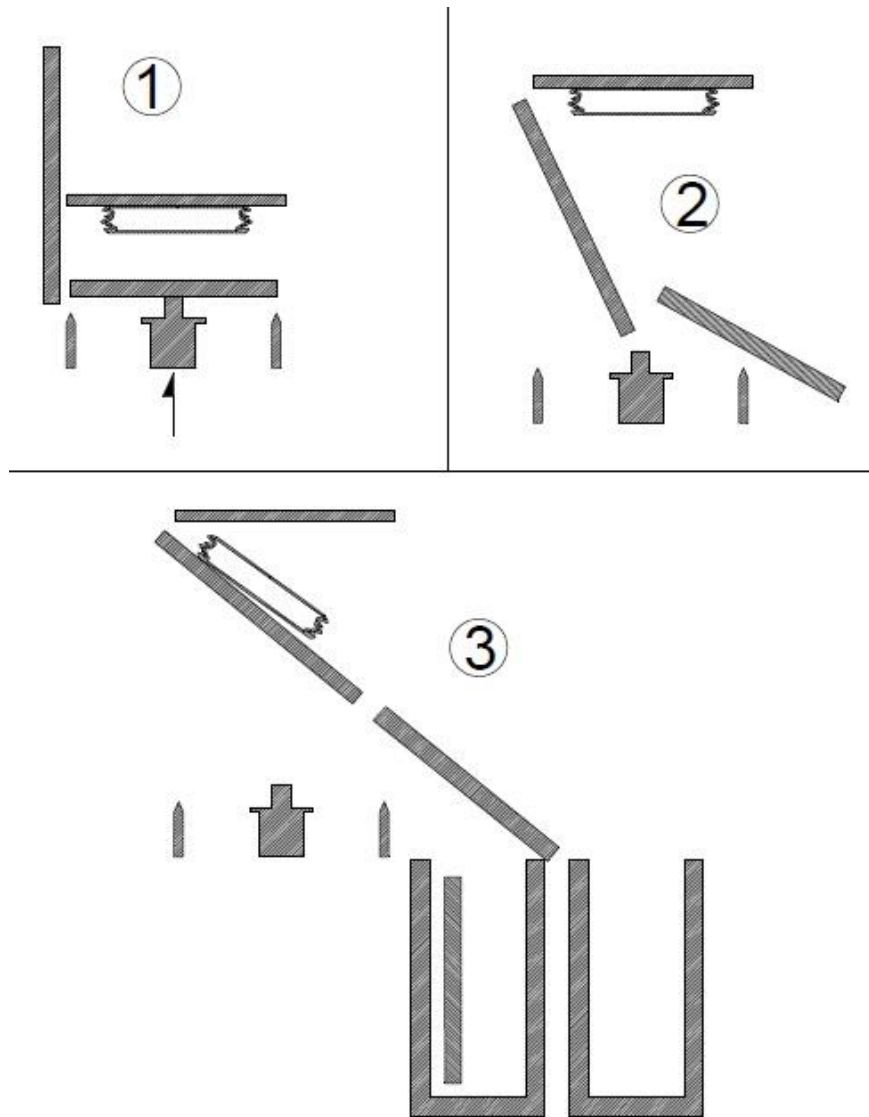
Aquest sistema aprofita la força de compressió per trencar la tapa d'alumini amb la banda tallant de l'encuny.

### 7.3. Sistema d'extracció de ferralla i alumini

Aquests dos contenidors van situats davant la premsa, de manera que el primer és per alumini, i el segon és pel ferro. Aquests contenidors no són més que uns recipients de plàstic subjectats mitjançant dues guies a la premsa.

Per poder desplaçar la tapa tallada, cal extreure-la de l'encuny en el que es troba, per això, es fan servir quatre expulsors de molla que eleven la tapa just per sobre de l'encuny.

Seguidament, hi ha el tobogan que està articulat en la part superior de la premsa i que consta d'una molla i una xapa d'alumini. Al retornar la premsa a la posició inicial, la molla es comença a descomprimir de manera que empeny la xapa i, a la vegada, aquesta empeny la tapa que cau al primer contenidor. Un cop s'està arribant a la posició inicial, una barra fixa entra pel forat que hi ha en la part superior mòbil de la premsa i separa la llauna premsada de la premsa, seguidament, la llauna cau sobre el tobogan que la transporta fins al segon contenidor.



Imatge 42: Passos de la premsa per distribuir els residus

#### 7.4. Disseny dels elements lliscants

Per incorporar els nous patins, cal definir la seva forma. Per evitar els problemes que es donaven en el cas dels rodaments, s'ha optat per utilitzar un material autolubricant que banyi una certa part de la guia.

Aquest element té una forma simple com es pot veure en la imatge següent:



Imatge 43: Patins col·locats a la premsa

A més, s'ha reduït la distància de la transmissió de la força a les guies per reduir el moment flector que es creava en aquest punt. D'aquesta manera s'aconsegueix que la guia no pateixi tant i el patí reparteix millor l'esforç.

## 7.5. Llistat de materials

En la taula següent es mostren tots els materials escollits per a la fabricació de la premsa:

Taula 30: Llistat de materials

Part de la premsa	Material segons normativa	Composició de carboni	Límit elàstic	Tractament tèrmic
Barres, estructura, tapes superior i inferior i guies	Acer UNE F-1120	0,2-0,3%	480-550 MPa	Normalitzat
Esquadres	NYLON 6	---	---	---
Encuny	Acer UNE F-1150	0,5-0,6%	850-1150 MPa	Trempat en aigua i revingut
Protecció exterior	NYLON 6	---	---	---
Xapa	Alumini UNE AA-2120	---	---	Normalitzat
Embut	NYLON 6	---	---	---
Patins	POM copolímer DERIN	---	---	---
Esponges	CAUTXÚ	---	---	---

## 8. MANUAL D'ÚS

De la mateixa manera que la premsa de “*Out Of The Blue*” dóna algunes indicacions per a tenir un bon ús de la màquina, el model millorat també té una sèrie de directrius a seguir per a treure un bon rendiment i no patir cap accident a l'hora d'utilitzar-lo.

A continuació es mostren les indicacions que es creuen més rellevants pel nou disseny:

- 1) Recomanació d'instal·lar la premsa a una altura de 120 cm per a persones d'alçada entre 160 i 180 cm. En cas de no estar dins aquest rang, disminuir o augmentar l'altura de col·locació.
- 2) Recordar que cal buidar el màxim possible el contingut de la llauna abans de premsar-la, ja que el recipient de recol·lecció de líquid està dissenyat per a petites quantitats. En cas de no fer-ho, pot afectar al bon funcionament de la premsa.
- 3) Per poder introduir la llauna a la premsa cal col·locar-la cap per avall, ja que sinó no es pot realitzar el tall de la part superior.
- 4) Si s'aixafen lleugerament els laterals de la llauna, es redueix un 10% la força de premsat, fent més senzilla i accessible aquesta tasca a tothom que vulgui utilitzar-la.
- 5) Col·locar la llauna a l'encuny per assegurar que es realitza el tall sense problemes.
- 6) No utilitzar-la per premsar llaunes de conserva o cap altre tipus de llauna que no sigui de beguda amb el format estàndard de 33 cl (la llauna de refresc clàssica).
- 7) Condicions de seguretat:
  - a. No entrar les mans dins el sistema de premsat mentre es realitza el premsat.
  - b. Recordar que cal buidar i rentar els contenidors (tant de líquid com de ferro i alumini) cada 50 premsades aproximadament. En cas contrari pot afectar el funcionament de la premsa.
  - c. I que tot i estar protegit conté elements de tall i els residus contenen arestes tallants, així que cal usar-la amb precaució. Pot ser una activitat divertida, però s'ha d'anar amb compte.

## 9. PRESSUPOST

En l'apartat del pressupost, es dividirà en dues parts: la part d'oficina tècnica (disseny, realització de plànols, etc.) i fabricació del prototip (adquisició de peces, hores de fabricació, residus, etc.).

- Oficina tècnica:

**Taula 31: Pressupost oficina tècnica**

Concepte	Preu unitari	Quantitat	Preu final
Disseny	14€/h	50h	700€
Plànols	15€/h	36h	540€
Consultes	20€/h	20h	400€
Estudi de camp de la màquina	10€/h	11h	110€
Càlcul cinemàtic i dinàmic	9€/h	8h	72€
Càlcul elements mecànics	9€/h	6h	54€
Estudi viabilitat econòmica	10€/h	12h	120€
Redacció del projecte	9€/h	20h	180€
Estudi mediambiental	11€/h	5h	55€
Fulles de procés	9€/h	17h	153€
<b>Total</b>			<b>2384€</b>
Material de treball	5% del total		119,20€
<b>Total oficina tècnica</b>			<b>2503,20€</b>

Com es pot veure, en aquest apartat s'ha considerat tot el cost de la realització del projecte, exceptuant la fabricació del prototip. Fins hi tot s'ha afegit un apartat de "material de treball" per contemplar els costos de material de dibuix, desplaçaments per contactar amb empreses, etc.



- Materials per a la construcció del prototip:

**Taula 32: Pressupost materials prototip**

Concepte	Preu unitari	Quantitat	Preu final
Xapa acer F-1120 4mm espessor	5€/kg	0,9kg	4,5€
Xapa acer F-1120 2mm espessor	5€/kg	0,8kg	4,5€
Barra acer F-1120 diàmetre 6mm	5€/kg	0,4kg	2€
Visos 4.8 M6 X 40	10,08€/100un	8 visos	0,81€
Visos 4.8 M6 X 20	7,06€/100un	16 visos	1,13€
Visos 4.8 M4 X 10	2,83€/100un	2 visos	0,06€
Femella hexagonal M6	4,33€/100un	20 femelles	0,87€
Casquet diàmetre 6mm DIN 179 (A)	1,19€/un	4 unitats	4,76€
Barra FTPE	6,23€/m	0,15m	0,93€
Rodaments diàmetre exterior 12mm	2,13€/un	6 unitats	12,78€
Cautxú tou	2€/kg	0,1kg	0,20€
Escaires ECUREFU 2020	0,07€/un	4 unitats	0,28€
Contenidors de plàstic	0,20€/un	2 unitats	0,40€
Ampolla roscada de plàstic	0,50€/un	1 unitat	0,50€
Iman esfèric de Neodimi diàmetre 5mm	0,12€/un	1 unitat	0,12€
Encuny de diàmetre 45mm d'acer F-1250	2€/un	1 unitat	2€
Expulsors MBR XM170	0,40€/un	5 unitats	2€
Adaptador de rosca de plàstic 46 mm diàmetre	0,67€/un	1 unitat	0,67€
<b>Total material</b>			<b>38,51€</b>

- Fabricació del prototip:

**Taula 33: Pressupost fabricació prototip**

Concepte	Preu unitari	Quantitat	Preu final
Serrat	7€/h	45 min	5,25€
Trepanat	8€/h	40 min	5,33€
Llimat	6€/h	1h	6€
Serrat elèctric	8€/h	25 min	3,33€
Muntatge	6€/h	30 min	3€
Conformat estructura	20€/h	20 min	6,67€
Pintat	15€/h	1h 30 min	22,5€
<b>Total mà d'obra</b>			<b>52,08€</b>
<b>Costs indirectes</b>	10% total mà d'obra		<b>5,21€</b>
<b>Cost muntatge total</b>			<b>57,29€</b>

Com es pot observar, el cost final de la fabricació del prototip i de l'adquisició de tot el material és de 95,80€. Aquest preu és força elevat, de manera que si es tenen en compte els ingressos dels bars i restaurants exposats en l'apartat 3.2, les empreses trigarien quasi un any a recuperar la inversió. Aquest fet pot donar a que la premsa no tingui sortida dins el mercat.

Tot i això, per una producció més elevada, per exemple 100 unitats, el cost de fabricació baixaria, així com el dels materials, ja que s'aproximaria més al pes exacte del material necessari, fins hi tot es podria reciclar l'acer sobrant de tots els processos, traient-ne un benefici. D'aquesta manera se suposa que el cost total de fabricació baixaria un 40%, és a dir, 57,80 €. Afegint un benefici del 15% per premsa i l'IVA del 21%, s'obté un preu final de venda de **81,65 €**.

Prenent com a exemple el bar "la Kaña", es mostra a continuació el *Payback*, el TIR del primer any i el VAN. Per poder realitzar l'exemple es fan els següents supòsits:

- Consum de llaunes estable al llarg de tot l'any.
- Un mes consta de quatre setmanes.

- Taxa de descompte del 6% anual (0,05% mensual).

Al inici del any, el bar realitza una inversió de 81,65 €, i cada mes ingressa 25.88€, per tant:

$$\text{Payback} = \frac{\text{Inversió}}{\text{Ingrés}} = \frac{81,25}{25,88} = \mathbf{3 \text{ mesos i 8 dies}}$$

$$\begin{aligned} \text{Valor Actual Net} &= -\text{Inversió} + \sum \frac{\text{Ingrés}_i}{(1 + \text{taxa descompte})^i} \\ &= -81,25 + 25,88 \cdot \left( \sum_{i=1}^{12} \frac{1}{(1 + 0,05)^i} \right) = \mathbf{148,13 \text{ €}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{TIR} &= -\text{Inversió} + \sum \frac{\text{Ingrés}_i}{(1 + \text{taxa descompte})^i} = 0 \\ &= -81,25 + 25,88 \cdot \left( \sum_{i=1}^{12} \frac{1}{(1 + R)^i} \right) \end{aligned}$$

$$\mathbf{R = 0,306}$$

Donat que el valor de R és molt més gran que el de la taxa de descompte, la inversió es pot realitzar sense problemes.

A més, es pot veure que en el primer trimestre de l'any ja ha recuperat la inversió, val a dir que és molt poc temps i no suposa cap problema per l'empresa.

Finalment, tal i com explica el VAN, al cap de l'any, el bar tindrà 148,13 € més (amb valor al inici de l'any) que si no realitzés la compra de la premsa.

## 10. SEGURETAT

En aquest apartat es vol ressaltar que el disseny del prototip s'ha realitzat pensant amb que contingui el mínim d'arestes tallants, que no hi hagi possibilitat d'enganxar-se els dits amb alguna articulació de la premsa i que l'usuari no hagi d'entrar en contacte amb els residus, ja que aquests són tallants. D'aquesta manera es ven un producte segur que tindrà més sortida que un altre que no sigui tan segur.

Per altra banda, a l'hora de realitzar el prototip, s'han seguit les normes del taller de la universitat, anomenades SON, Seguretat, Ordre i Neteja:

- En primera instància la **seguretat**: per treballar al taller cal portar un equip de protecció individual mínim. Aquest equip pot constar de bata si només es realitzen mesures, es marquen peces o es treballa sobre el disseny; bata i guants per a riscos mecànics si al agafar peces aquestes contenen arestes tallants; bata, guants per a riscos mecànics i ulleres quan poden saltar restes del material a mecanitzar (per exemple serrat, llimat o trepanat); o bata, guants per a riscos mecànics, ulleres i protecció auditiva, ja que hi ha màquines que fan molt soroll i poden ser perjudicials per l'oïda, per exemple la radial.

A més a més, cada màquina del taller té la seva fulla de seguretat<sup>6</sup> on s'explica què cal tenir en compte a l'hora d'usar la màquina, en quines condicions s'ha de trobar, quin és l'equip de protecció individual que cal portar, etc.

Per últim comentar que els equips de protecció cal que estiguin en bon estat, de manera que puguin realitzar la seva funció sense cap tipus de problema.

- **Ordre**: és important que es sàpiga en tot moment què s'ha de fer, què cal mecanitzar i amb quines eines, per tant, cal preparar els fulls de procés (una d'elles es troba a la pàgina següent) on s'especifica quines operacions s'han de dur a terme, amb quines eines s'ha de treballar, les condicions amb les que treballa la màquina (revolucions, avanç i profunditat de tall) i quines són les dimensions de les peces tal i com estan estipulades en els plànols.

Aplicant els fulls de procés, també s'aconsegueix treure més eines de les necessàries, reduint així els temps de preparació i mecanitzat, fet que fa baixar el preu del prototip.

---

<sup>6</sup>Als annexes es troben les fulles de seguretat de les màquines que s'han utilitzat per realitzar el prototip, juntament amb les normes de neteja i manteniment del taller.



Ordre també implica mantenir el taller ordenat, amb els passadissos buits per tal de facilitar el pas en cas d'evacuació; totes les eines al seu lloc, per no perdre material i evitar que algú prengui mal utilitzant l'eina que no li correspon.

- **Neteja:** aquest punt està relacionat amb el bon funcionament de les màquines del taller, ja que si al acabar les diferents operacions es neteja l'espai de treball i les eines usades, es poden prevenir accidents i mantenir un bon estat de les màquines.

A més de la neteja al acabar la feina del taller, cal que hi hagi una neteja periòdica i instantània de: taques d'oli o substàncies que puguin provocar algun tipus d'accident.

## 11. IMPACTE MEDIAMBIENTAL

Malgrat que aquest projecte té implicacions mediambientals molt positives tal i com s'exposa a la justificació, a l'hora de realitzar el projecte s'han produït unes repercussions negatives pel medi ambient, com són: consums d'energia (electricitat taller, bateria ordinador i residus del prototip entre d'altres). Aquestes implicacions s'han intentat mesurar de la forma més acurada possible i, finalment, es mostren com una emissió de quilograms de CO<sub>2</sub> equivalent.

El primer terme que es qualificarà és el del consum elèctric del taller:

Taula 34: Consum energètic taller<sup>7</sup>

Concepte	Temps d'ús	Potència elèctrica (kW)	Consum energètic (kWh)
Recerca de peces	2 h 30 min	0,5	1,25
Estudi de camp	11 h	0,5	5,50
Temps de preparació de peces	3 h 40 min	0,5	1,83
Disseny en el taller	7 h 20 min	0,5	3,67
Trepant	1 h 15 min	2,2	2,75
Esmoladora angular	45 min	1,1	0,825
<b>Total</b>			<b>15,875</b>

Els 15,875 kWh es poden transferir a kg de CO<sub>2</sub> equivalent amb un factor de conversió de 0,385. Per tant, la fabricació del prototip va suposar 6,11 kg de CO<sub>2</sub> equivalent.

Tenint en compte que per fondre un quilogram de ferro s'emeten 0,24 kg de CO<sub>2</sub>, es pot afirmar que la premsa haurà compensat l'emissió de CO<sub>2</sub> al cap de vuit mesos. El resultat d'aquest càlcul s'hi ha arribat suposant que la premsa separarà 400 llaunes per setmana, fet que suposa un estalvi de 0,8 kg de material a fondre (alumini), per tant, són necessaris vull mesos per a no emetre 6,11 kg de CO<sub>2</sub>.

Mirant més la part de desenvolupament del projecte: plànols, redactats, visites a empreses, etc. es mostra una nova taula on hi ha un desglossament de cada punt:

<sup>7</sup> Els temps s'han extret de les fulles de procés.

Taula 35: Consum energètic fora del taller

Concepte	Temps o distància	Emissió CO <sub>2</sub> (kg equivalent)	Potència energètica (kW)	Consum energètic (kWh)
Desplaçaments amb cotxe	80 km	12,8	---	---
Ús d'ordinador	110 h	---	0,024	2,64
Il·luminació sala	150 h	---	0,040	6
Fulls	200	3	---	---
<b>Total</b>		15,8	---	8,64

De la mateixa manera que abans, es transfereixen els kWh a kg de CO<sub>2</sub> equivalent, així, s'obtenen 19,13 kg de CO<sub>2</sub> equivalent.

Sumant les dues parts del projecte, s'obté una emissió total de 25,24 kg de CO<sub>2</sub> equivalent. Aquest valor, no és gaire precís, ja que com s'ha vist es calcula a partir dels fulls de procés, que no sempre els temps són iguals per a cada procés. Tot i això, a l'hora de fabricar el prototip s'han reciclat totes peces, fet que redueix l'impacte mediambiental del prototip, també, hi ha hagut residus dels processos que s'han separat pel corresponent tractament. I, a més, el prototip es pot reciclar en un 80% de les peces que el formen.

Continuant amb els punts positius de la premsa, aquesta pot suposar un gran estalvi pel que fa a la fusió de metalls reciclats, ja que l'alumini fon a menor temperatura que el ferro. A més, si es vesteix bé la premsa amb colors que cridin l'atenció, que sembli un joc o coses per l'estil, portarà a la gent a utilitzar-la de forma constant, fet que augmentarà encara més el bon reciclatge de les llaunes que tant s'utilitzen a tot el món.

## 12. PROTOTIP

En aquest projecte s'ha dut a terme la fabricació d'un prototip. En aquesta etapa del projecte, s'han tingut en compte diferents aspectes, entre ells l'impacte mediambiental de la fabricació d'aquest<sup>8</sup> i la seguretat en el taller<sup>9</sup>.

Per fabricar el prototip s'ha intentat ajustar-se al màxim possible al disseny i als plànols fets per produir les premses en sèrie. Tot i això, hi ha algunes peces que no són exactament iguals i, algunes no s'han incorporat. Aquest fet es dona ja que s'han intentat reciclar el màxim de peces que hi havia al taller i, l'encuny no s'ha pogut aconseguir, ja que l'empresa que podia fabricar-lo no ha donat resposta als intents de contactar amb aquesta.

A la pàgina següent es mostra una de les fulles de procés<sup>10</sup> que s'han redactat per tal d'optimitzar el temps de fabricació, així com evitar confusions dels operaris i haver de repetir les peces. Es considera que aquesta és una de les peces més importants i que ha portat més feines al taller.

Gracies a les fulles de procés, s'ha pogut desenvolupar una taula amb tots els temps de cada operació que es mostra en l'apartat d'impacte mediambiental, juntament amb el cost i la petjada de CO<sub>2</sub> que han suposat les hores de taller i de màquina.

En la imatge següent es pot veure el prototip finalitzat:

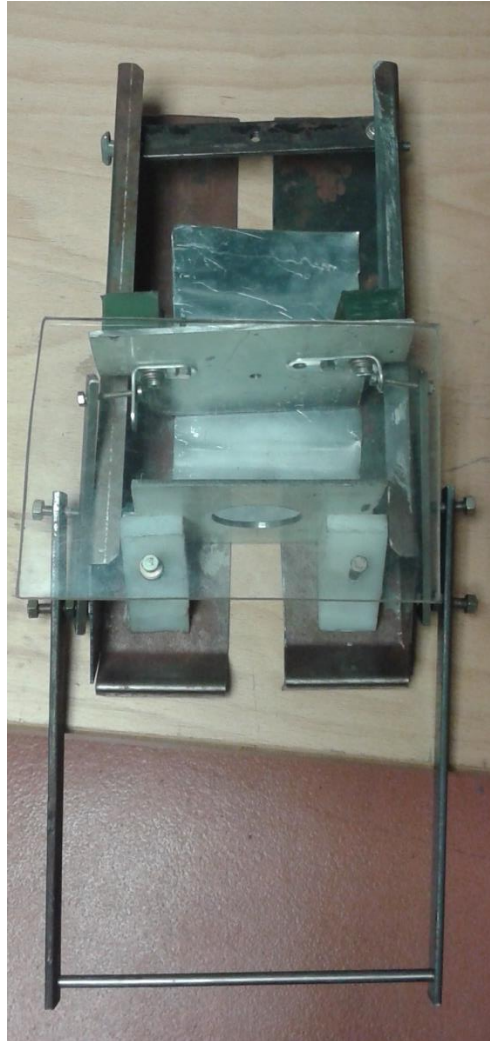
---

<sup>8</sup> Comentat a l'apartat d'impacte mediambiental.



<sup>9</sup> Comentat a l'apartat de seguretat.

<sup>10</sup> La resta de fulles es troben als annexes.





Imatge 44: Premsa en l'estat de la presentació del projecte

Croquis	Descripció	Eina	F	S	ap, t
<p>• <u>Operació 0. Preparació</u></p>  <p>Imatge 45: EPI's i eines de mesura</p>	<p>• <u>Mesures de seguretat:</u></p> <p>Col·locació de bata, ulleres i guants. Marcar els talls amb la moladora: part superior dels xamfrans, i 15 mm per banda des del centre de la estructura.</p>				
<p>• <u>Operació 1. Tallat</u></p>  <p>Imatge 46: Tallat amb la radial</p>	<p>Amb la moladora realitzar els talls marcats en el pas anterior.</p>	<p>Suport: Arandela+moladora          Placa: ACS 60T</p>	F = ---	S = 3000 rpm	ap = 2 mm t <sub>prep</sub> = 15 min t <sub>mec</sub> = 15 min/tall
<p>• <u>Operació 2. Llimat</u></p>  <p>Imatge 47: Llimat</p>	<p>Llimar totes les arestes tallades amb la moladora.</p>	<p>Suport: Serjant          Placa: Lima</p>	F = ---	S = ---	ap = --- t <sub>mec</sub> = 5 min

- Operació 3. Trepanat



Imatge 48: Trepanat

Marcar quatre forats: el primer a 250 mm de la base i a 50 mm d'un lateral, el segon a 30 mm de la base i a la mateixa distància del lateral i els dos restants són simètrics als anteriors. Finalment, realitzar els forats en el trepant de columna.

Support: Portabroques  
Placa: Broca HSS Ø6

F = ---

S = 690 rpm

$t_{nec} = 1 \text{ min/forat}$

ap = 2 mm

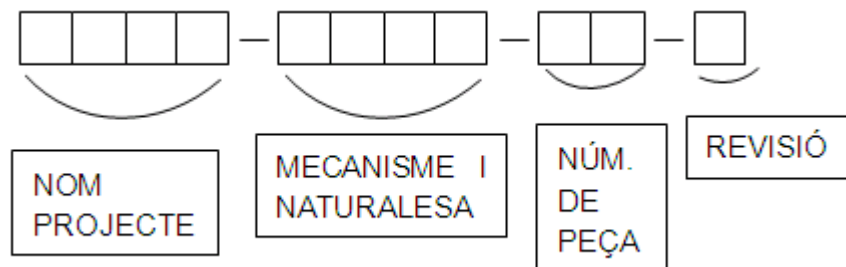
Per la fabricació d'aquesta peça s'ha utilitzat el tall per moladora. Aquesta eina té una zona de tall molt concreta i les empunyadures, que s'usen per manipular-la, s'han de tenir en compte a l'hora de realitzar el disseny dels talls i a la col·locació en la subjecció de la bancada. És per això, que s'adjunta una fulla amb l'ordre dels talls que s'han realitzat i per quins punts es subjectava la peça quan s'ha mecanitzat.

També es vol destacar que en el procés de construcció del prototip s'han descobert alguns errors de disseny que s'han solucionat tal i com s'ha exposat en els apartats anteriors. Aquests són: el problema dels coixinets i la necessitat d'incorporar una placa de fusta per realitzar de suport a la premsa i poder-la usar de forma vertical.

## 13. NUMERACIÓ DELS PLÀNOLS

El sistema de numeració dels plànols consisteix en quatre camps:

- Primer: nom reduït del projecte.
- Segon: Aquest camp compost per 4 caràcters alfanumèrics indica a quin grup mecanisme pertany la peça mitjançant: tres números identificatius i la naturalesa d'aquest mecanisme. Si el mecanisme és pertanyent a les barres s'indica amb una lletra "B", si és de suport amb una lletra "S" i si és dels contenidors "C". S'afegeix una última lletra per als plànols auxiliars "A".
- Tercer: Aquest camp esta compost per dos caràcters numèrics i identifica cada peça del mecanisme indicat en el tercer camp.
- Quart: Aquest últim camp indica el numero de revisió del plànol.



Imatge 49: Esquema de la numeració dels plànols

Un exemple seria: PREM – 012S – 11 – B. Correspon al projecte PREMSA, és un plànol principal de suport, el número 2 de l'apartat suport i s'ha revisat una vegada.

## 14. PLANIFICACIÓ

En aquest apartat es mostra la planificació que es va realitzar al inici del projecte i, que s'ha seguit durant el curs del treball. Les parts en groc eren les esperades i les que s'han realitzat durant el quadrimestre de primavera 2013/2014. Les tasques que tenen part vermella corresponen al temps extra que se li ha dedicat a aquestes i que no estava previst.

Taula 37: Planificació del projecte

Mes	Ge	Febrer				Març				Abril				Maig				Juny				Juliol				Agost				Setembre					
Set	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	31	32	33	34	35
Objectiu																																			
Justificació																																			
Abast																																			
Especif. Bàsiques																																			
Planificació																																			
Estudi mercat																																			
Estudi <i>Can Crasher</i>																																			
Estudi ergonomia																																			
Alternatives nou disseny																																			
Viabilitat econòmica																																			
Viabilitat tècnica																																			
Definició materials																																			
Definició nou disseny																																			
Plànols																																			
Alternatives 3D																																			

Mes	Ge	Febrer				Març				Abril				Maig					Juny				Juliol					Agost				Setembre				
Set	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	31	32	33	34	35	
Càlcul cinemàtic																																				
Càlcul esforços																																				
Càlcul cargols																																				
Càlcul <i>Solid Works</i>																																				
Fulles de procés																																				
Elaboració prototip																																				
Manual d'ús																																				
Pressupost																																				
Impacte mediam-biental																																				
Formalitats																																				

## 15. CONCLUSIONS

D'aquest treball se'n treuen varies conclusions, de les quals unes són sobre el projecte en sí i les altres són de caire personal sobre el que ha suposat el treball per un mateix.

Començant pel projecte, cal ressaltar que és un projecte viable, tant tècnica com econòmicament tal i com es demostra en els respectius apartats. Es pot afegir que al ser un treball mediambiental, és important que el benefici que s'obté de realitzar el projecte sigui major que el cost de realitzar-lo.

I com a projecte comentar que és possible tirar-ho endavant, l'únic pas que faltaria és realitzar una patent i establir un pla de negoci per tal de comercialitzar la premsa.

Pel que fa a les conclusions personals, es pot dir que és un tipus de treball en el que es toquen tots els àmbits. Aquest fet ajuda implica tenir coneixements sobre el taller i sobre el paper, a més, es necessita que tot el que s'estableix sobre el paper puguin ser plasmats en el taller. A vegades aquest tema ha causat inconvenients a l'hora de desenvolupar el projecte, però s'han pogut resoldre fent els canvis respectius sobre el paper.

Seguint amb aquest tema, es podria afirmar que per realitzar un disseny és necessari que es provin les idees al taller o veure si es poden dur a terme per tal de seguir o no amb una idea.

També es pot afegir, que realitzar un projecte en el qual hi ha aportació física fa que sigui més satisfactori, ja que aquest tipus de treballs no s'acostumen a realitzar durant la carrera. Per tant, es podria dir que porten una motivació més gran que un treball sobre paper.

## 16. BIBLIOGRAFIA

AENOR. *UNE 17709:1978:ROSCA METRICA ISO PARA USOS GENERALES. TOLERANCIAS. DIFERENCIAS PARA PERFILES DE ROSCAS*. Madrid: Noviembre 1978.

BOBO MACHINE. Prensa compactadora de latas de aluminio. Productes BOBO MACHINE. A: BOBO MACHINE. *BOBO MACHINE* [en línia]. Ciutat de Rigau: BOBO MACHINE, desembre 2004 [Consulta: 16 setembre 2013]. Disponible a: <<http://foam-spraying.es/2-6-aluminum-can-baler.html>>

Chairfast. *La máquina de aplastar latas* [vídeo digital]. Realització: amateur. Espanya: Chairfast, 19/03/2013. Vídeo YOUTUBE, disponible a: <<https://www.youtube.com/watch?v=OHPMoUmfR6Q>>

Hernández Abad, Francisco. *Ingeniería gráfica: Introducción a la normalización*. 2a Ed. Terrassa ETSEIAT. Departamento de Expresión Gráfica en la Ingeniería, 2006. ISBN 8460946592.

iCarlyoselayo. *Ingeniería electromecánica* [vídeo digital]. Realització iCarlyoselayo. Amèrica del Sud: iCarlyoselayo, 04/06/2012. Vídeo YOUTUBE, disponible a: <<https://www.youtube.com/watch?v=TGvsKrnn9ol>>

ISO. *DIN ISO 7168-m: Toleràncies generals per dimensions lineals i angulars i toleràncies geomètriques*. Berlin: Maig 1981.

Lamiplast. Esquadra metálica. Ferretería. A: Lamiplast. *Lamiplast* [en línia]. València: Lamiplast, 2014 [Consulta: 21 maig 2014]. Disponible a: <[http://www.lamiplast.com/product/escuadra-metalica\\_880.htm](http://www.lamiplast.com/product/escuadra-metalica_880.htm)>

Marcos González-Cuevas. *La lata, el envase preferido para el consumo individual en el hogar* [en línia]. InfopackOnline, 24 maig 2013 [Consulta: 15 febrer 2014]. Disponible a: <<http://infopack.es/contenido.php?idcon=150>>

Servei prevenció de riscos laborals de la Universitat Politècnica de Catalunya. *Equips de protecció individual (EPI's) standard* [Fitxer PDF]. 1a Edició juliol 2003. Servei de prevenció de riscos laborals. [Consulta: 27 de febre de 2014]. Disponible a: <<http://www.upc.edu/prevencio/seguretat-higiene/normes-de-seguretat-fns>>

Servei prevenció de riscos laborals de la Universitat Politècnica de Catalunya. *Fitxes de normes de seguretat: esmoladora angular* [Fitxer PDF]. 1a Edició juliol 2003. Servei de prevenció de riscos laborals. [Consulta: 27 de febre de 2014]. Disponible a: <<http://www.upc.edu/prevencio/seguretat-higiene/normes-de-seguretat-fns>>



Servei prevenció de riscos laborals de la Universitat Politècnica de Catalunya. *Fitxes de normes de seguretat: trepant de columna* [Fitxer PDF]. 1a Edició juliol 2003. Servei de prevenció de riscos laborals. [Consulta: 27 de febre de 2014]. Disponible a: <<http://www.upc.edu/prevencio/seguretat-higiene/normes-de-seguretat-fns>>

Servei prevenció de riscos laborals de la Universitat Politècnica de Catalunya. *Ordre, neteja i manteniment* [Fitxer PDF]. 1a Edició juliol 2003. Servei de prevenció de riscos laborals. [Consulta: 27 de febre de 2014]. Disponible a: <<http://www.upc.edu/prevencio/seguretat-higiene/normes-de-seguretat-fns>>

Skyvem. *Prototipo de um maquina de amassar latas de aluminio* [vídeo digital]. Realització: Skyvem. Portugal: Skyvem, 27/08/2012. Vídeo YOUTUBE, disponible a: <<https://www.youtube.com/watch?v=MVb9GWiYjk4>>

Tiendaimanes. Esfera neodimio. Neodimio. Tiendaimanes. *Tiendaimanes* [en línia]. Espanya: Tiendaimanes, 2014 [Consulta: 21 de maig 2014]. Disponible a: <<http://www.tiendaimanes.es/esfera-neodimio>>

Trocarsa. Trocarsa, Troqueles de cartón. Trocarsa [en línia]. Vigo: Trocarsa, 2014 [Consulta: 12 de maig de 2014]. Disponible a: <<http://www.trocarsa.com/Castellano/empresa.html>>

United States Department of Labor. Occupational Employment and Wages May 2013. Occupational Employment Statics. United States Department of Labor [en línia]. Washington DC: United States Department of Labor, 2013 [Consulta: 10 de maig de 2014]. Disponible a: <<http://www.bls.gov/oes/current/oes353031.htm>>

UNCETA. *Catálogo de complementos industriales 2005/2006* [Fitxer PDF]. 1ª Edició 2005/06 Complementos industriales Unceta. [Consulta: 21 maig 2014]. Disponible a: <[www.unceta.es/pdf/pdf\\_baja/complementos\\_industriales.pdf](http://www.unceta.es/pdf/pdf_baja/complementos_industriales.pdf)>

Víctor Alcalde Lapiedra, José Manuel Álvarez Zárate, Javier Bascuas Hernández, Ana García Felipe, Ana Germán Armijo y Emilio Rubio Calvo. *La carga física de trabajo en extremidades superiores* [Fitxer PDF]. Nº101 Primer trimestre 2006 MAPFRESEGURIDAD [Consulta: 15 març 2014]. Disponible a: <[http://www.mapfre.com/documentacion/publico/i18n/catalogo\\_imagenes/grupo.cmd?path=1027924](http://www.mapfre.com/documentacion/publico/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=1027924)>

## 17. ÍNDEX D'IMATGES

Imatge 1: Aluprens.....	7
Imatge 2: Premsa "Can crusher" .....	9
Imatge 3: Can crusher millorat .....	10
Imatge 4: Premsa elèctrica per llaunes i bidons.....	11
Imatge 5: Distinció de materials .....	20
Imatge 6: Pesada llauna .....	21
Imatge 7: Llauna xafada verticalment i xafada horitzontalment .....	21
Imatge 8: Comprovant força de premsat.....	22
Imatge 9: "Can crusher" moviment.....	25
Imatge 10: Croquis de les barres .....	27
Imatge 11: Croquis dinàmic .....	29
Imatge 12: Diagrama de sòlid lliure de la barra llarga .....	30
Imatge 13: Diagrama esforç axial .....	31
Imatge 14: Diagrama esforç tallant .....	31
Imatge 15: Diagrama esforç flector .....	31
Imatge 16: Diagrama esforç flector barra curta .....	33
Imatge 17: Mallat del càlcul estructural .....	34
Imatge 18: Deformació de l'estructura .....	34
Imatge 19: Tensió equivalent de Von Misses per a l'estructura.....	35
Imatge 20: Diagrama de forces de la unió de la barra llarga amb l'estructura ....	36
Imatge 21: Diagrama de forces de la unió de la barra curta amb la barra llarga	36
Imatge 22: Diagrama de forces dels suports inferiors .....	38
Imatge 23: Diagrama amb la força traslladada.....	38
Imatge 24: Distribució de cargols i forces .....	41
Imatge 25: Llauna sense extreure el líquid.....	44
Imatge 26: Llauna sense líquid .....	45
Imatge 27: Adaptador amb rosca.....	46
Imatge 28: Embut amb adaptador per ampelles i expulsor .....	46
Imatge 29: Ampolla amb aixeta.....	47
Imatge 30: Dues operacions externes.....	47

Imatge 31: Gir de l'eina de tall .....	49
Imatge 32: Corona dentada .....	50
Imatge 33: Croquis encuny .....	50
Imatge 34: Un sol expulsor .....	51
Imatge 35: Contenidors d'emmagatzematge.....	52
Imatge 36: Tobogan per conduir la part de ferralla.....	52
Imatge 37: Deformació de l'estructura .....	53
Imatge 38: Suport de fusta per mantenir la premsa dreta .....	54
Imatge 39: Modelat 3D de la premsa .....	55
Imatge 40: Rosca ampolla de plàstic .....	59
Imatge 41: Encuny amb dimensions bàsiques .....	60
Imatge 42: Passos de la premsa per distribuir els residus .....	61
Imatge 43: Patins col·locats a la premsa .....	62
Imatge 44: Premsa en l'estat de la presentació del projecte .....	73
Imatge 45: EPI's i eines de mesura.....	74
Imatge 46: Tallat amb la radial.....	74
Imatge 47: Llimat .....	74
Imatge 48: Trepanat .....	75
Imatge 49: Esquema de la numeració dels plànols .....	76

## 18. ÍNDEX DE TAULES

Taula 1: Abast del projecte .....	5
Taula 2: Característiques Aluprens.....	7
Taula 3: Avantatges i inconvenients Aluprens.....	8
Taula 4: Característiques "Can crusher" .....	9
Taula 5: Avantatges i inconvenients "Can crusher" .....	9
Taula 6: Característiques premsa de llaunes i bidons.....	11
Taula 7: Avantatges i inconvenients de la premsa de llaunes i bidons.....	12
Taula 8: Avantatges i inconvenients de la premsa "casolana".....	12
Taula 9: Avantatges i inconvenients de la premsa pneumàtica "casolana" .....	13
Taula 10: Avantatges i inconvenients de la premsa manual de fusta .....	14
Taula 11: Operacions a realitzar .....	15
Taula 12: Preu dels materials a reciclar de les llaunes .....	15
Taula 13: Estudi pes de les llaunes i els seus materials.....	16
Taula 14: Preu del material reciclat.....	16
Taula 15: Consum de llaunes setmanal de diferents establiments i particulars..	17
Taula 16: Temps de separació de materials .....	18
Taula 17: Benefici net del reciclatge complet.....	18
Taula 18: Mitjana de les persones estudiades .....	23
Taula 19: Tipus de forces i alçades a les que es van estudiar .....	23
Taula 20: Resultats per la força amb la que es premsen llaunes 1 .....	23
Taula 21: Resultats de la força amb la que es premsen les llaunes 2.....	24
Taula 22: Cronometratge del temps de premsat.....	29
Taula 23: Característiques barres llargues.....	30
Taula 24: Característiques barres curtes .....	32
Taula 25: Característiques cargols mètrics 6 .....	36
Taula 26: Característiques alternatives en números .....	56
Taula 27: Valor tècnic simple del sistema de tall.....	57
Taula 28: Característiques alternatives en números .....	57
Taula 29: Valor tècnic simple del sistema de tall.....	58
Taula 30: Llistat de materials .....	62

Taula 31: Pressupost oficina tècnica.....	64
Taula 32: Pressupost materials prototip .....	65
Taula 33: Pressupost fabricació prototip .....	66
Taula 34: Consum energètic taller .....	70
Taula 35: Consum energètic fora del taller.....	71
Taula 36: Full de procés estructura.....	74
Taula 37: Planificació del projecte .....	77