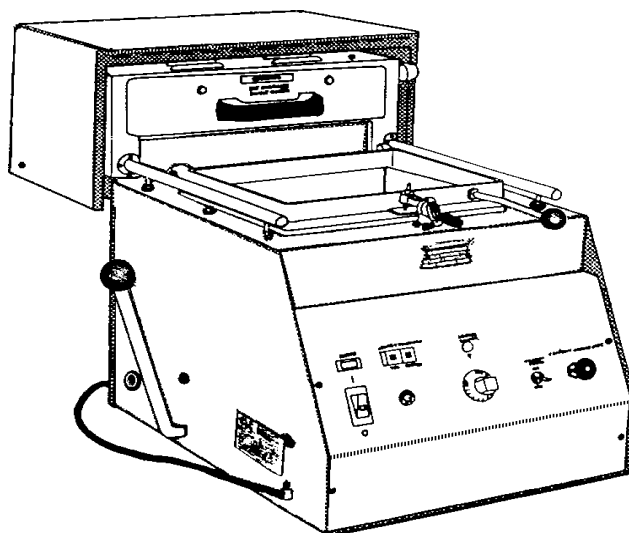


Educació Secundària Obligatoria

Plàstics a l'aula de Tecnologia

Tècniques i equipament



Alonso Pallí i Aguilera

Desembre 1995



Generalitat de Catalunya
Departament d'Ensenyament
Direcció General d'Ordenació Educativa

Índex

7	1. Introducció
9	2. Justificació didàctica
11	3. El treball amb plàstics a l'aula de Tecnologia
11	3.1. Integració de l'emmotlladora i la plegadora amb la resta de l'equipament
12	3.2. Integració dels plàstics amb la resta de continguts
16	3.3. Concepte de plàstic
17	Exemple de taula per introduir els plàstics
22	3.4. Classificació i nomenclatura dels plàstics
22	3.4.1. Criteris en la nomenclatura dels plàstics
24	3.4.2. Noms i símbols dels plàstics més coneguts
24	3.4.3. Classificació dels plàstics
26	3.4.4. Algunes dades sobre els plàstics
26	3.4.4.1. Aparició comercial
27	3.4.4.2. Inflamabilitat
27	3.4.4.3. Densitat
28	3.4.4.4. Temperatures d'utilització
	3.4.4.5. Transmissió de la llum
29	3.4.4.6. Resistència química
30	3.5. Característiques del mecanitzat i de la unió en els plàstics
30	3.5.1. Necessitat de combinar l'emmotllament i el plegat amb mecanitzat
30	3.5.2. Els plàstics comparats amb altres materials
31	3.5.3. Tallat dels plàstics
36	3.5.4. Foradat
37	3.5.5. Observacions sobre la mecanització dels plàstics disponibles per treballar amb l'emmotlladora i la plegadora.
38	3.5.6. Tècniques d'unió amb plàstics
38	3.5.6.1. Adhesió
39	3.5.6.2. Cohesió
41	3.5.6.3. Unions mecàniques
44	4. Processos de transformació dels plàstics
47	5. Concepte i teoria de l'emmotllament
47	5.1. Concepte d'emmotllament
50	5.2. Estat plàstic
50	5.2.1. Teoria de l'estat plàstic
49	5.2.2. Efecte de la temperatura en la condició dels plàstics
52	5.3. Relació entre esforç i deformació sota les condicions plàstica i elàstica

53	5.4. Efectes de la temperatura en els plàstics
54	5.5. Consideracions didàctiques
54	6. L'emmotllament per buit a l'aula de Tecnologia
55	7. L'emmotlladora per buit
55	7.1. Descripció i característiques de la màquina emmotlladora
57	7.2. Funcionament i normes d'ús
63	7.3. Manteniment i seguretat
63	7.3.1. Manteniment
63	7.3.2. Causes de mal funcionament
64	7.3.3. Seguretat
65	8. Accessoris i complements per a l'emmotlladora
65	8.1. Reductor
67	8.2. Cambra d'assecatge
68	8.3. Plantilles per planxa perforada
69	8.4. Accessoris pel tallat de la planxa de plàstic
70	8.5. Cisalla de guillotina per paper
70	8.6. Separació de la forma de la planxa
72	9. Plàstics per emmotllar per buit
72	9.1. Plàstics que es poden emmotllar amb l'emmotlladora de l'aula
78	10. Criteris per a la construcció de motlles
78	10.1. Característiques dels motlles per emmotllar per buit
81	10.2. Relació entre el tipus de plàstic i característiques del motlle
82	10.3. Materials per a la construcció de motlles
84	10.4. Disseny dels objectes elaborats amb la tècnica de l'emmotllament per buit
86	11. Proposta d'activitats relacionades amb l'emmotlladora
86	11.1. Anàlisi del funcionament de la màquina
89	11.2. Emmotllament per bufatge
91	11.3. Motlles amb guix o ciment
92	11.4. Emmotllament i copiatge amb objectes quotidians
92	11.5. L'emmotlladora com a font de calor
94	11.6. Els plàstics uns materials amb memòria
94	11.6.1. Fonament teòric de la memòria estructural dels plàstics
95	11.6.2. Exemples de plàstics amb memòria
99	11.7. Reciclatge del plàstic
100	11.7.1. La piròlisis: un exemple de reciclatge en els plàstics
100	11.7.2. Graus de reciclatge
101	11.7.3. El reciclatge i la identificació dels plàstics
	Pràctica per a la identificació dels plàstics
105	11.8. Estudi de les tensions en un objecte de plàstic
105	11.8.1. L'estrès mecànic i l'emmotllament dels plàstics
106	11.8.2. Llum polaritzada i estrès mecànic
107	11.9. Realització de màscares: una mica d'història
110	11.10. Complementos pel material de construcció
112	11.11. Carrosseries i carcasses
116	11.12. Cubetes i safates

117	11.13. Mapes en relleu
118	11.14. Motlles amb resina de polièster
122	12. La plegadora
122	12.1. Descripció i característiques tècniques
123	12.2. Funcionament i normes d'ús
124	12.3. Plàstics per plegar
124	12.4. Característiques del plegatge de plàstics
127	12.5. Problemes i precaucions en el plegatge de plàstics
127	12.5.1. Seqüència en el plegatge
127	12.5.2. Protecció dels plàstics durant les manipulacions
127	12.5.3. Excés d'escalfament
129	12.5.4. Distorsions
129	12.6. Seguretat
130	13. Accessoris i complements per a la plegadora
128	13.1. Calibratge angular
128	13.2. Paletes
131	13.3. Plantilles de corbes
131	13.4. Plantilles per plegar en U
132	14. Proposta d'activitats amb la plegadora
132	14.1. Anàlisi de la plegadora i el seu funcionament
132	14.2. Portaretrats
133	14.3. Portamenús
134	14.4. Pales de molins
134	14.5. Vores dels blisters
134	14.6. Capses
135	14.7. Suport per a fitxes de dòmino
135	14.8. Carrosseries i carcasses
136	14.9. Targeter
136	14.10. Molí hidràulic
138	Taula per a la identificació dels plàstics més usuals
139	15. Directori d'adreces
143	16. Bibliografia

1. Introducció

Entre les moltes novetats que aporta l'aula de Tecnologia a l'ESO destaca, sens dubte, l'equipament específic per al treball amb plàstics. Aquest, és especialment una novetat, tant si ho contemplem des de l'ensenyament secundari en general, com si ho fem des del punt de vista de l'equipament dels antics instituts de FP. Ni als instituts de BUP, ni als de FP existia cap mena de material pensat específicament per a la didàctica dels plàstics.

De manera gradual i progressiva, han estat principalment alguns professors de ciències els que en els darrers anys han anat interessant-se i endinsant-se, més i més, en l'estudi dels plàstics. S'ha plantejat el seu estudi teòric com a productes de la síntesi química, amb les seves propietats i característiques; s'ha fet referència també a aspectes més «tecnològics» com les diferents tècniques i processos de transformació; s'ha parlat del seu impacte social i ambiental; i el professorat més agosarat ha introduït una sèrie d'experiències de laboratori, entre les quals podríem destacar les que fan referència a les reaccions de síntesi i a la identificació dels principals tipus de plàstics mitjançant els assaigs a la flama i l'estudi de les seves propietats físiques. Com s'espera d'ell, el professorat de Ciències experimentals explica, comprova i demostra les propietats, característiques, orígens i aplicacions dels plàstics.

A l'aula de Tecnologia, i en bona part gràcies al seu equipament, podem anar més lluny. No cal insistir un cop més en què l'essència de la Tecnologia és la solució del problema que planteja la identificació d'una necessitat que cal cobrir. Precisament en la capacitat de satisfer necessitats, els plàstics són els materials més interessants per la seva versatilitat. Substitueixen amb èxit a d'altres materials com metalls, fustes, ceràmiques, vidre, etc. Però en moltes aplicacions resulten ells mateixos insubstituïbles per cap altre producte.

Per tot això els plàstics són actualment de presència obligada a totes les etapes de l'ensenyament, tant primari com secundari. Tant pel què fa referència a la seva entitat com a materials, com també per la seva facilitat de ser utilitzats a classe com a matèria prima per dur a terme la realització d'objectes.

Efectivament, tot aprofitant les propietats tecnològiques dels plàstics, i l'actual equipament de l'aula de Tecnologia, podem reproduir completament a petita escala un procés de producció amb totes les seves fases. L'alumnat pot recórrer per si mateix totes les passes reals fins a arribar a la solució final del problema prèviament plantejat. Aquesta presència del món real a l'aula és el que fa la Tecnologia

especialment atractiva per l'alumnat i, per què no dir-ho, especialment important per a la formació com a matèria del currículum de l'ESO. La creació d'un objecte real amb una funció específica és un dels elements més motivadors que podem trobar de cara a incentivar l'interès dels nois i noies pels continguts de l'àrea de Tecnologia. Resultaria absurd no aprofitar les facilitats que ens dóna en aquest sentit l'aula de Tecnologia en general i la potencialitat dels plàstics en particular.

S'ha de reconèixer que, pels professors i professores, el primer contacte amb màquines o aparells nous i, en bona part, desconeguts, representa una nova exigència que s'afegeix a les del desenvolupament quotidià de la tasca docent. Aquest material, que teniu a les vostres mans, va més enllà de un manual d'instruccions, que, com és preceptiu, ja acompanya a les corresponents màquines i aparells. Tampoc es tracta d'un manual d'iniciació als plàstics. No pretenem entrar en la naturalesa química dels plàstics ni en els seus mecanismes de síntesi. És per això que treballarem sempre amb els plàstics en relació amb un context determinat i proper, mai en abstracte. El nostre objectiu és guiar i motivar el professorat tot aportant una sèrie de suggeriments i informacions que facilitin la integració de les innovacions aportades a la didàctica de la Tecnologia mitjançant els nous equipaments. Les activitats que ací es proposen es presenten com a material de partida per a la seva posterior estructuració i integració en els tercers nivells dissenyats a cada institut. En resum, la nostra intenció és proporcionar un material de suport al professorat per treure, de la manera més agraïda possible, el màxim profit tècnic i didàctic de l'equipament.

2. Justificació didàctica

En introduir els plàstics en els tallers escolars existia el risc que simplement es transferissin les eines i les tècniques pel treball amb fusta o amb metalls que s'han utilitzat tradicionalment. La utilització exclusivament de llimes, broques, serres i equipament “clàssic” ens portaria a no poder apreciar adequadament les propietats específiques dels plàstics, entre les que destaca precisament la seva «plasticitat» i capacitat d'emmotllament. La presència a l'aula de Tecnologia de l'emmotlladora i de la plegadora per a plàstic permet situar a aquests materials en el lloc que els correspon per les seves propietats i utilitzar-les des del punt de vista didàctic.

Tanmateix l'emmotlladora i la plegadora no s'han de veure tan sols com un equipament per al treball amb plàstics. L'estudi dels plàstics és només una part dels continguts i objectius que permeten treballar. En realitat, en relació amb els plàstics, permeten tan sols fer referència al termoconformat, al plegatge i a uns quants termoplàstics com a estudi de materials. El seu principal interès rau en la necessitat prèvia de produir motlles i plantilles. El motlle és un objecte típic des del punt de vista tecnològic, respon a una necessitat i ens planteja el problema de resoldre-la. La realització d'un motlle representa tot un projecte de treball: un disseny previ, la tria dels materials més adients, la seva manipulació, una sèrie de restriccions: necessitat de pendents determinades i de porus d'evacuació situats estratègicament, absència d'entrants horitzontals, resistència a la temperatura, unes tècniques específiques, etc.

La presència d'equipament específic per al treball amb plàstics a l'aula es justifica per tres motius fonamentals:

a) Anàlisi d'una màquina i del seu funcionament

Partim del concepte que tots els equipaments són objectes didàctics dignes d'estudi. En efecte, com a màquines ofereixen una sèrie de prestacions amb unes normes d'utilització que cal respectar. Aquestes prestacions cal utilitzar-les i adaptar-les en funció de les nostres necessitats tenint en compte les limitacions, com per exemple les dimensions, temps del cicle de treball, necessitat de preescalfament, neteja, etc.

b) Estudi de materials

L'estudi dels termoplàstics es concreta en els objectes obtinguts pel treball amb la màquina. Pel que fa als termostables, per la possibilitat d'utilitzar-los en la realització de motlles de resina. En la importància dels plàstics com a materials creiem que no cal insistir un cop més. L'estudi dels plàstics des de l'àrea de Tecnologia de l'ESO es

fonamenta en les propietats tecnològiques dels plàstics i en les seves conseqüències, és a dir, en les aplicacions que s'en deriven i els seus avantatges i inconvenients. No resulta convenient insistir excessivament en la naturalesa química dels plàstics ni en els seus mecanismes de síntesi. És per això que haurem de treballar sempre amb els plàstics en relació amb un context determinat i proper, mai en abstracte. Abans, però, d'abordar els aspectes més tècnics i manipulatius caldrà situar a l'alumne/a en el món dels plàstics i donar-li les referències mínimes per a la comprensió, si més no superficial, del concepte de plàstic i per al coneixement del procés de la seva aparició i el seu desenvolupament des d'un punt de vista històric i social. Les implicacions sócio-econòmiques del tema dels plàstics no es poden ignorar, ja que venen donades per la seva relació amb la limitació dels recursos naturals en matèries primes, el consum d'energia, la generació de residus, el reciclatge dels mateixos i el canvi en les condicions de vida i d'utilització dels objectes que ha representat, primer l'aparició dels plàstics i després la seva utilització generalitzada.

c) Reproducció d'un procés de producció

Realització de motlles. Els motlles són uns dels elements que caracteritzen a la tecnologia industrial per la necessitat de seriació, homogeneïtat i velocitat en la producció. Els motlles són els responsables últims de la forma i prestacions de l'objecte que es desitja obtenir. Precisament el principal profit pedagògic de l'emmotllament per buit s'obté del disseny i de la confecció dels motlles. El motlle és un objecte típic des del punt de vista tecnològic, comença per una necessitat i el problema de resoldre-la. La realització d'un motlle representa tot un projecte de treball: un disseny previ amb la tria dels materials i recursos més adients, la seva manipulació, una sèrie de restriccions: com la de pendants determinades i de porus d'evacuació situats estratègicament, absència d'entrants horitzontals, resistència a la temperatura, unes tècniques específiques, etc. El procés de construcció amb la verificació que efectivament funciona i ofereix la solució prevista en funció de l'objecte final caracteritzen al motlle com a objecte tecnològic. Tant l'emmotlladora com la plegadora exigeixen la utilització de diversos accessoris. El disseny i la realització d'aquests accessoris també pot donar lloc a un conjunt d'activitats del mateix estil que la producció de motlles, ja que aquests últims no deixen de ser també accessoris de les màquines amb les que seran utilitzats.

Resumint, podem dir que l'emmotlladora permet reproduir a petita escala tots els aspectes del disseny i producció d'objectes, amb la característica principal que el producte final pot obtenir-se en petites sèries, dins d'una certa rendibilitat econòmica. Cal insistir especialment en el concepte que es tracta de la reproducció de processos similars als reals i no tan sols d'una simple simulació.

Pel que fa a la plegadora, el seu paper és el de màquina auxiliar que permet realitzar una funció concreta: el plegat de termoplàstics rígids. També podem dotar-la d'accessoris i plantilles, però no arribaran mai a la riquesa de continguts que permet l'emmotlladora.

3. El treball amb plàstics a l'aula de Tecnologia

3.1. Integració de l'emmotlladora i la plegadora amb la resta de l'equipament

Juntament amb la plegadora per plàstic, amb la que es complementa, l'emmotlladora per buit forma l'equipament específic per al treball amb plàstics. La seva integració amb l'equipament de l'aula és conseqüència de dos fets: en primer lloc la necessitat de motlles i d'accessoris per treure tot el rendiment de les màquines i, en segon lloc, per produir objectes que en la majoria dels casos són una part, una peça, d'un objecte o muntatge més complex.

Els motlles necessiten de la resta d'equipament i dotacions

Tant l'emmotlladora com la plegadora, especialment la primera, exigeixen la utilització de diversos accessoris. Els motlles i accessoris es poden construir a l'aula gràcies a la resta d'equipament. Els motlles són els responsables últims de la forma i prestacions de l'objecte que es desitja obtenir. Aleshores intervindran els altres materials, la resta d'eines i màquines i les diverses tècniques de mesura i marcatge, mecanitzat, verificació, unió, acabament, etc. Els motlles de fusta obliguen a fer servir eines per fusta i els metàl·lics, eines per metall. En determinat moment podem necessitar el torn per obtenir una sèrie de peces troncocòniques o casquets esfèrics de fusta o de metall per formar part d'un motlle més complex. Aquestes peces només seran un part del motlle que tindrà, al menys, una platina que faci de base i les fixi. S'haurà de decidir el material d'aquesta base, tallar-la, polir-la, marcar els punts de fixació de les peces tornejades, decidir i aplicar la tècnica de fixació, distribuir, marcar i foradar els porus necessaris per a l'evacuació de l'aire en emmotllar...

L'emmotllament és només una operació d'un procés més complex

Quan la peça de plàstic produïda és un element a combinar amb altres per donar lloc a un objecte, és evident que també per les parts no plàstiques del conjunt final s'utilitzaran la resta d'eines i màquines de l'aula. Però el mateix plàstic s'ha de trossejar i mecanitzar amb les eines i màquines convencionals. Els plàstics són uns materials amb propietats tecnològiques força diversos, això fa que sempre trobem la similitud en alguns aspectes amb altres materials. La conseqüència pràctica és la possibilitat d'utilitzar les eines pensades, en principi, per materials d'altra naturalesa.

Normalment els objectes que s'obtenen amb l'emmotlladora ocupen només una part de la planxa de plàstic que s'ha utilitzat en la màquina. En la major part d'ocasions, com a mínim, s'ha d'eliminar la part sobrant. Només en situacions particulars s'aprofita tot el material,

Les tècniques de tallat, mecanitzat i unió, aplicades a planxes de plàstic utilitzades en l'emmotlladora i la plegadora, es tracten amb detall a l'apartat 3.5.

però, fins i tot en aquest cas caldrà l'operació d'acabament. En aquest intervenen les eines de l'aula. De vegades un cop separada encara poden ser necessàries perforacions, l'eliminació d'alguna part o el poliment de les vores. Es pot assegurar que en l'últim a terme qualsevol activitat didàctica relacionada amb l'emmotlladora o la plegadora, aquesta sempre quedarà inclosa en un conjunt d'operacions que implicaran globalment l'aula i la resta de la seva dotació.

3.2. Integració dels plàstics amb la resta de continguts

Pràcticament tots els continguts de l'àrea de Tecnologia tenen un vessant interdisciplinari. Això és especialment cert quan es treballen aspectes relatius als materials i, entre aquests, destaquen els plàstics. Aquest paper integrador també ho tenen els plàstics dins la mateixa Tecnologia de l'ESO. Són uns materials que apareixeran molt sovint quan es desenvolupen activitats de construcció, formant part d'algunes de les peces o proporcionant matèria prima.

A la introducció ja hem fet esment de la connexió didàctica existent a l'entorn dels plàstics entre Ciències de la Naturalesa i Tecnologia. Però no és només entre aquestes dues matèries que la trobem. En efecte, donada la importància que té el disseny en el món dels plàstics, les referències amb l'àrea d'Educació visual i plàstica, pel que fa a croquisacions i sistemes de representació gràfica, seran permanents i d'especial importància. També són evidents les implicacions socio-econòmiques del tema. Ho demostra el paper que han tingut, primer l'aparició dels plàstics i després la seva utilització generalitzada en la limitació dels recursos naturals en matèries primes, en el consum d'energia, en la generació de residus, en el reciclatge dels mateixos i en el canvi en les condicions de vida i utilització dels objectes. Totes aquestes circumstàncies obliguen a considerar-los, en un moment o altre, objectes d'estudi des de l'àrea de Ciències socials.

La característica integradora que manifesten els plàstics en els nivells teòrics, la trobem també en les qüestions materials, és a dir en les purament manipulatives. Els plàstics donen lloc a tècniques de treball comunes amb altres materials, com els metalls o la fusta. La conseqüència immediata és que la major part d'eines i màquines de l'aula poden ser utilitzades per a la mecanització dels plàstics. Fins i tot, com és el cas del torn, acabarem treballant, potser molt més, amb alguns tipus de plàstics com a matèria prima que no pas amb altres materials. És evident que els continguts de procediments seran comuns amb els d'altres materials.

Relació entre els continguts de l'àrea de Tecnologia a l'ESO i els plàstics

Donades les possibilitats que ens ofereixen l'emmotlladora i la plegadora, els continguts relatius als plàstics queden estretament lligats a la seva presència i determinen, en bona part, el seu abast i orientació.

Continguts relacionats amb l'emmotlladora i la plegadora

Procediments

Els comentaris en cursiva que acompanyen la relació següent de continguts de l'àrea de Tecnologia no formen part del disseny curricular.

1. Representació i interpretació gràfica.

- 1.1. Simbologia.
- 1.2. Esquemes. Seqüència de símbols.
- 1.3. Representació a escala.

La realització d'objectes amb l'emmotlladora i la plegadora pressuposen el disseny previ amb la corresponent representació gràfica. Aquesta inclou tant l'espejament del conjunt del qual pugui formar part, com el dels motlles o accessoris que calgui construir prèviament. La seqüència d'operacions en la manipulació i la transformació es presta molt bé al diagrama de flux.

2. Manipulació directa.

2.1. Anàlisi d'un objecte senzill.

Abans de procedir al disseny de l'element que es vol produir es procedirà a l'anàlisi d'objectes similars que s'utilitzin normalment. L'anàlisi inclou tant els materials emprats, com el disseny, les tècniques necessàries, el cost i les valoracions estètiques, de seguretat i d'impacte ambiental.

2.2. Planificació i construcció d'un objecte senzill.

2.3. Realització d'operacions.

2.4. Utilització de diversos instruments d'ús comú.

L'execució material d'objectes de plàstic o amb peces de plàstic inclou una sèrie seqüenciada d'operacions, amb la utilització de l'equipament específic i de la resta d'eines relacionades amb les tècniques de treball corresponents.

3. Obtenció d'informació.

3.1. Observació directa.

Abans de decidir el disseny i els materials cal verificar quina serà l'estructura o forma més adient, així com els materials que ens donaran les prestacions adequades. Per molt que es trobin les dades en catàlegs o bibliografia s'han de comprovar, en funció de les nostres condicions, si es confirma la seva idoneïtat.

3.2. Transmissió oral.

Llevat d'algun cas excepcional, resulta poc probable recórrer en el tema dels plàstics a informació de transmissió oral. Malgrat la seva popularitat, els aspectes tècnics dels plàstics són força desconeguts per a la població en general.

3.3. Documentació escrita.

3.4. Suport electrònic.

Per orientar la recerca pròpia i com a punt de partida cal començar per consultar la documentació escrita sobre el tema, ja sigui procedent de l'entorn comercial com de biblioteques o bases de dades. Cal assegurar la presència a la biblioteca de l'aula o del centre de llibres i articles sobre els plàstics. De vegades costa trobar informació tècnica a les biblioteques públiques.

4. Tractament de la informació.

4.1. Càlcul, tabulació i classificació.

4.2. Elaboració de treballs i projectes.

4.3. Divulgació de treballs i projectes.

Tota activitat estructurada duta a terme a l'aula ha d'anar acompanyada de la corresponent memòria o, si més no, d'un dossier que registri les operacions realitzades, els plànols i els criteris seguits. Aquests treballs han de servir per a la transmissió, de manera intel·ligible i dins de les normes establertes, de la informació necessària per a la interpretació i avaluació de la tasca desenvolupada. Han d'incloure relació de materials en forma d'escandalls, cost global, recursos necessaris, temporització i seqüència de les operacions.

Fets, conceptes i sistemes conceptuals

1. Humanitat i tecnologia.

1.1. Necessitats humanes en l'alimentació, l'habitatge, el vestit, l'energia, el transport i la comunicació d'informació.

1.2. Instruments i tècniques per facilitar la vida referents a l'alimentació, l'habitatge, el vestit, l'energia, el transport i la comunicació d'informació.

En tots aquests camps citats al disseny curricular apareixen als nostres dies els plàstics. Si es preveu la realització o l'anàlisi d'un objecte totalment o parcialment de plàstic, cal situar-lo també en aquest context. L'impacte de l'aparició dels plàstics en la satisfacció de les necessitats humanes ha estat rellevant i és molt útil per al treball a classe. Són els responsables de molts canvis en les formes de vida: alimentació (envasos, estris de cuina,); neteja (galledes, gibrells, recollidors, escombres, envasos, productes, neteja); transport (components de plàstic: automoció, ferrocarrils, nàutica, aviació); lleure (esport, joguines); agricultura (hivernacles); tèxtil (fibres); construcció i habitatge (electricitat, recobriments pintures plàstiques); comunicacions i informàtica (electrònica, aparells)...

2. Producció i elaboració de materials i d'objectes.

2.1. Fabricació i elaboració de materials i productes.

2.2. Fabricació d'objectes.

Afecta a la síntesi industrial i primeres matèries dels plàstics; principals processos de transformació dels plàstics; classificació i aplicacions característiques dels plàstics.

2.3 Treball artesanal-industrial.

La producció d'objectes adreçats a la decoració, malgrat es compoquin de plàstics, pot ser pràcticament artesanal com, per exemple, un portaretrats de metacrilat o una figura de resina. A l'altre extrem podem considerar la fabricació generalitzada d'envasos de productes alimentaris fets amb polistirè o polietilè, per utilitzar i llençar.

3. L'evolució tecnològica.

3.1. Evolució científico-tecnològica.

3.2. Canvis de les necessitats humanes.

3.3. L'evolució en la fabricació de materials i d'objectes.

Podem parlar de l'era dels plàstics. Els plàstics faciliten la construcció i manipulació d'aparells elèctrics i electrònics. El primer plàstic, la baquelita té aplicació com aïllant. Els típics objectes de la societat de consum els materialitzen en bona part pels plàstics. Els plàstics substitueixen altres materials, per exemple a la llar i a la indústria de l'automoció, faciliten la producció d'enormes sèries.

3.4. Avantatges i inconvenients de les aportacions de la tecnologia.

El consum d'energia i l'acumulació de residus són els inconvenients principals de l'ús del plàstic, sense oblidar la manipulació i circulació de substàncies perilloses o tòxiques que requereix la seva fabricació. El coneixement d'aquestes servituds forma part d'aquests continguts.

4. Normalització.

4.1. Simbologia.

Hi ha una simbologia específica dels plàstics: els símbols que els identifiquen i el codi numèric per al seu reciclatge.

4.2. Projeccions, acotació i escala.

4.3. Normes específiques.

Aquests són continguts comuns necessaris per a la interpretació i/o elaboració de plànols i informació gràfica en general.

Valors, normes i actituds

1. Valoració de l'activitat tecnològica.

1.1. Respecte envers les condicions de treball.

1.2. Correcció en la utilització d'objectes, materials i mitjans tecnològics.

1.3. Ordre i polidesa en el treball individual i en grup.

1.4. Rigor en la resolució de problemes tecnològics.

La varietat de les tècniques i instruments que es pot fer intervenir en la producció a l'aula d'objectes de plàstic impliquen el respecte en el compliment de les normes elementals d'ordre i seguretat. El treball amb plàstics previst a l'aula té l'avantatge de no presentar elements de risc específic, però sí que existeix el risc de la utilització de les eines. Alguns plàstics poden estellar-se, desprendre olors o polsim, cal saber-ho i prendre les precaucions adients. Els plàstics són uns materials delicats que es desllueixen fàcilment per ratlladures i cops, caldra anar, doncs, en compte. Cada tipus de plàstic requereix una manipulació i permet uns usos determinats. No podem oblidar tampoc l'eliminació de residus o el seu aprofitament, tant a l'aula com a la llar i la indústria.

2. Valoració de la tecnologia en l'entorn social.

2.1. Necessitat de la normalització tecnològica.

La gran varietat dels plàstics crea de vegades confusions a l'entorn de la seva nomenclatura. Es barregen noms comercials, marques registrades, noms químics, etc. Però la nomenclatura dels plàstics està recollida a les normes. Així la norma UNE 53.277 de l'Estat espanyol especifica les sigles que corresponen a cadascun dels polímers.

2.2. Actitud crítica davant l'ús de la tecnologia i la seva repercussió social.

Els plàstics són responsables directes i indirectes de bona part dels canvis socials del segle XX. El concepte de societat de consum no tindria l'abast que té sense la seva aparició. L'impacte ambiental de la producció i el consum dels plàstics, la contaminació i l'acumulació de deixalles obliguen la seva avaluació en termes de política de medi ambient. Un tema de discussió i especialment interessant és el de la valoració social dels plàstics. En general són el paradigma del barat, però malgrat això hi ha «plàstics de luxe» com el metacrilat, el policarbonat o les resines. Per exemple, objectes de metacrilat o de resina es poden vendre en una botiga de decoració. En canvi, en una botiga de «tot a 100» predominen polistirè, polipropilè i polietilè.

2.3. Valoració positiva de professions i treballs.

L'aparició i expansió de l'ús dels plàstics va fer aparèixer noves especialitzacions. Cal conèixer i valorar la funció i responsabilitats dels tècnics de diferents nivells de la indústria del plàstic. No és pot oblidar tampoc el paper de les professions relacionades amb la maquinària com, per exemple els matricers per a la producció de motlles. Com tampoc es pot ignorar l'aparició de llocs de treball i especialitzacions relacionades amb la recollida selectiva i reciclatge de deixalles.

2.4. Valoració de la limitació dels recursos naturals.

Hi ha una relació íntima entre matèries primes, el consum d'energia i els plàstics. El baix preu de mercat dels plàstics pot fer menysprear el seu paper en el consum global de recursos energètics. Tanmateix cal comparar-lo sempre en relació amb altres materials, sense oblidar el cost i facilitat del seu reciclatge.

2.5. Consciència de la importància de l'aportació del treball individual al treball en grup.

Els projectes de disseny i construcció a l'entorn del plàstic afavoreixen el treball d'equip. Sense ser massa complexos requereixen força creativitat i una correcta seqüència del procés de treball. Cal recollir i avaluar les idees i aportacions de tots els membres del grup de treball. Aquestes aportacions, intel·lectuals i materials afectaran al resultat final.

3.3. Concepte de plàstic

Concepte de plàstic de l'alumnat

En començar l'etapa d'ESO l'alumnat té un concepte superficial del que són els plàstics. En finalitzar l'etapa, des del punt de vista de la Tecnologia, ha de conèixer i comprendre intuïtivament: el concepte de polímer i el de plasticitat; la diferència per a l'usuari entre termoplàstic i termoendurable; la funció dels motlles i una idea general de l'impacte social i ambiental de la utilització dels plàstics. Resta per a la classe de Ciències de naturalesa l'estudi dels plàstics des del punt de vista químic. Tanmateix aquest aspecte no l'oblidem del tot, però sempre serà només complementari per ajudar a comprendre el seu comportament en el taller i en l'ús que podrà fer-se de l'objecte acabat. L'anàlisi sistemàtica de les propietats tecnològiques dels plàstics en funció de la seva estructura, les vies de síntesi i la naturalesa química dels additius es poden deixar per al batxillerat. Resulta obligat insistir en la necessitat d'una mínima coordinació amb el professorat de les àrees de Ciències de la naturalesa, Ciències socials i Educació visual i plàstica.

Els coneixements que té l'alumnat dels plàstics a l'inici de l'ESO els deu fonamentalment a les joguines, al material esportiu i escolar, al parament de la llar i a alguns components de l'equipament dels automòbils. Es tracta d'un concepte immediat, macroscòpic. Encara que no el sàpiguen definir poden identificar un objecte, una peça, com de plàstic. Però si els preguntem com s'ho fan per identificar-lo i quines característiques determinen la seva decisió, començaran els dubtes i pràcticament no ho podran raonar. Quant als composites i a la diferenciació entre termoplàstics i termoenduribles, més que confusió, trobarem simple ignorància. Per ells existeix, en tot cas, plàstic dur i plàstic tou. Nosaltres parlàrem de rígid i flexible.

Diversitat dels plàstics

Prenent com a punt de partida la diversitat, podem entrar en quines són les propietats que distingeixen uns plàstics dels altres i aquests dels altres materials. El primer pas és ampliar el concepte de «plàstic» i transformar-lo en el de «*plàstics*». La primera característica que pot diferenciar entre si els materials que l'alumnat ja coneix com a plàstic és el comportament enfront de la calor. Aquesta propietat és d'observació directa i es pot treballar a l'aula de Tecnologia. Fàcilment dividirem els plàstics entre els que s'estoven amb la calor (termoplàstics) i aquells que s'arriben a destruir abans que es puguin estovar (termoenduribles). Aquesta diferenciació té moltes repercussions tecnològiques, cosa que obliga a deixar-la ben aclarida. Especialment el fet que els plàstics termoenduribles han passat per una fase tova o fluida però, es van endurir de manera irreversible. Aquesta diferència no afecta necessàriament a l'aspecte extern del plàstic. El metacrilat, per exemple, pot tenir una aparença semblant a la d'una resina termostable i un comportament mecànic comparable.

Exemple de taula per introduir els plàstics

Propietats dels materials Materials Propietats		Plàstics	Fustes	Metalls	Ceràmiques	Vidre(cristall)	Pedra	Roba(Tèxtil)
		color						
		tacte fred (conductivitat tèrmica)						
		conductivitat elèctrica						
		densitat (sensació de pesant)						
		fragilitat						
		resistència a la temperatura						

Significat de plàstic

El segon pas en la introducció als plàstics es pot donar a través de l'ampliació del camp semàntic del mot plàstic. A partir d'aquest entrem en el concepte de plasticitat, que és clau en aquests materials. Per a l'alumne/a "plàstic" identifica el material no natural de poca densitat, relativament fràgil i de poc preu, amb el qual estan fets una sèrie d'objectes quotidians. Probablement no conegui o no li resulti familiar «plàstic» com a adjectiu, malgrat utilitzar el mot "plàstica" com a nom d'una matèria escolar i "plastilina" per denominar la popular massa de modelar.

L'adjectiu *plàstic* s'aplica a les matèries toves que cedeixen fàcilment a la pressió i poden ser modelades fàcilment, se'ls hi pot donar una forma que conserven en deixar-los de manipular. Les modelables amb les mans són l'argila, la cera o la plastilina que tan coneixen els alumnes. Les arts plàstiques deuen el seu nom precisament en ocupar-se de les formes des d'un punt de vista artístic. Però no és només amb les mans que es poden modelar els materials. La pressió es pot deure a forces molt superiors a les de les nostres mans. Un exemple ben contundent són els plegaments que pateixen les roques sedimentàries. Sota l'enorme pressió de les roques que tenen a sobre i a causa dels moviments de l'escorça terrestre es deformen formant plecs. Des d'aquest punt de vista són materials plàstics. Per donar forma als materials que coneixem com a plàstics no calen pressions tan grans, però sí pressions i, sobretot, temperatures superiors a les que poden proporcionar o suportar les nostres mans. Aquest podria ser el raonament sobre el significat i justificació del mot «plàstic» aplicats a aquests materials. La plasticitat seria la qualitat de conservar aquesta forma rebuda.

Assumida ja la característica dels plàstics de poder ser conformats per l'acció conjunta de la pressió i de la calor, queda per determinar el concepte químic de plàstic. Aquest abraça els "compostos orgànics polimèrics obtinguts per síntesi o procedents de substàncies naturals que han sofert una profunda transformació química". Això implica una sèrie de conceptes que els alumnes hauran d'utilitzar: *compost orgànic*, *polimèric (polímer)* i *síntesi*. De fet aquests conceptes haurien de ser tractats preferentment a la classe de Ciències experimentals, però a la de Tecnologia també apareixeran, encara que sigui accidentalment.

Orgànic

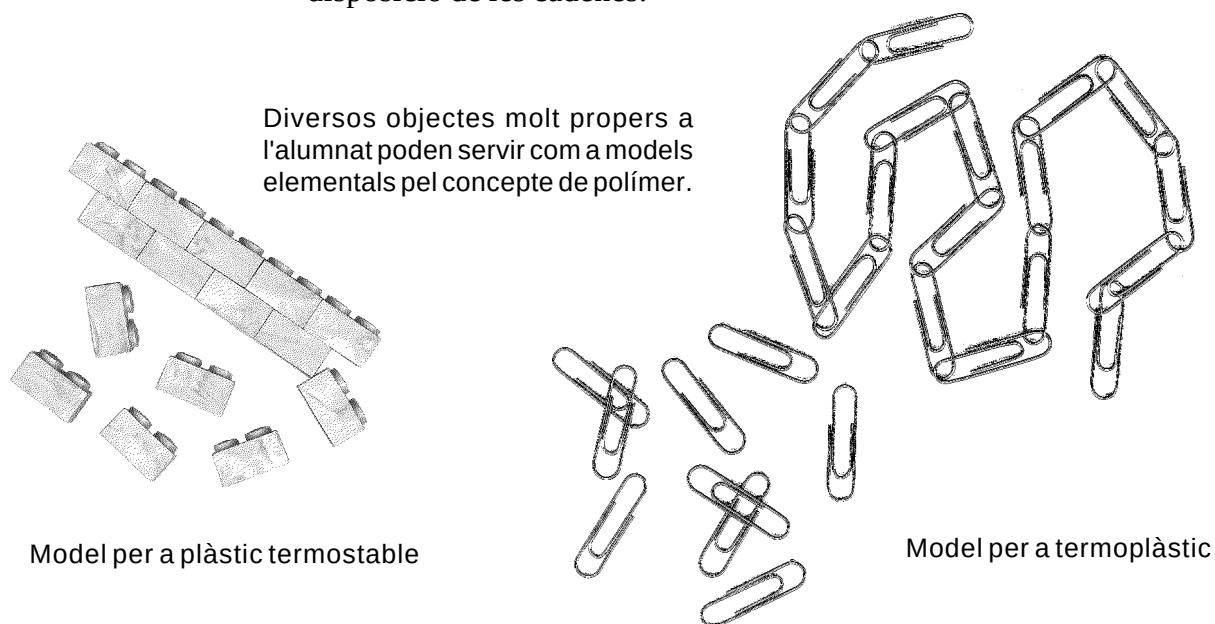
El concepte de química orgànica és artificial però per qüestions pràctiques i per tradició s'utilitza per fer referència als compostos amb carboni. Algunes molècules senzilles amb carboni, especialment CO, CO₂, els carbonats i els carburs no es consideren compostos orgànics. Llevat d'aquestes excepcions per al nostre alumnat els compostos orgànics seran simplement els que continguin carboni. Els plàstics entren de ple en aquest grup i són a més una part molt important de l'anomenada *química orgànica*.

Síntesi

És important no oblidar que en el llenguatge familiar “sintètic” és sinònim d’artificial. Quan es diu que els plàstics són materials sintètics, el més probable és que per l’alumnat això vulgui dir senzillament que són artificials i no interpreti que provinguin de la unió d’elements més petits. Segurament el concepte químic de síntesi com la “producció de compostos per la unió d’altres més simples o de parts seves”, s’haurà d’introduir com a concepte nou.

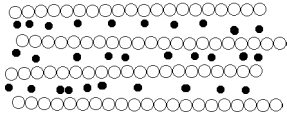
Polímer

En primer lloc, l’alumnat haurà de tenir un concepte elemental, no importa que imprecís, d’àtom i de molècula, en cas contrari el concepte de polímer queda restringit a cadena de partícules o elements més petits. El concepte de polímer està estretament lligat al de macromolècula que designa a les molècules gegants constituïdes per més de 1.000 àtoms. Descriure els polímers com macromolècules formades per la unió de moltes altres, iguals i de petita mida, no resulta complex. Dir que cada unitat és un monòmer no esdevé tampoc problemàtic i els detalls de la síntesi no són imprescindibles. Es poden utilitzar diversos models: la cadena de clips, cada clip és un element; els collars de perles o de grans; els jocs de construcció tipus Lego, etc. Aquests models poden servir també per explicar algunes propietats i diferències en els plàstics. Els plàstics termoplàstics en escalfar-los es poden comparar a una massa de collars de perles o boles, molt llargs i absolutament embrollats que cedeix a la pressió. Els termoenduribles donen lloc a unions en totes direccions i esdevenen estructures rígides que la calor no estava ni fon. Totes les seves «peces», com les dels jocs de construcció tenen una posició fixa, unes respecte de les altres. Un cop s’hagi treballat els conceptes de termoplàstic i termoendurable no és sobrer introduir dins dels polímers el grup dels elastòmers. De cara a l’alumnat, només cal fer referència a la goma elàstica per donar una idea de la propietat que els caracteritza i dóna nom. El model per a la seva estructura interna pot ser el teixit de punt, les seves cadenes formen un malla que es pot deformar però recobra la disposició de les cadenes.





Cadenes de polímer sense plastificant.



Cadenes de polímer amb plastificant.

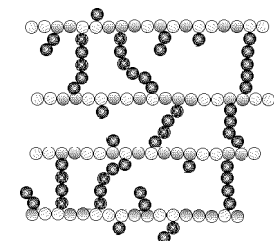
El plastificant facilita el lliscament de les cadenes i dóna major elasticitat al plàstic.



Cadenes de copolímer formades per dos monòmers diferents.



Terpolímer, copolímer format per tres monòmers diferents.



Copolímer d'empelt format per polimerització de fragments de cadenes amb monòmers diferents.

Additius

La diversitat dels plàstics que esmentàvem abans es pot tornar a tractar a classe a partir de la presència d'additius. En general els additius només s'afegeixen en quantitats ínfimes però són determinants per a les propietats finals del plàstic. El concepte d'additiu és prou interessant per a ser treballat a classe. En altres camps de la tecnologia, com l'alimentació, juguen també un paper molt important. Multipliquen la diversitat de propietats i, per tant, les possibilitats d'utilització dels materials.

Principals tipus d'additius

Plastificants - Fan als plàstics més flexibles i menys trencadissos. Permeten aplicacions diferents del mateix plàstic, per exemple tubs rígids i mànegues flexibles amb PVC depenen del plastificant.

Estabilitzants - Són els agents destinats a combatre les causes i els efectes de les degradacions. Molts d'ells són sals orgàniques de metalls. Algunes, altament contaminants, no es poden utilitzar pels plàstics alimentaris.

Lubricants - S'utilitzen per facilitar la manipulació en la maquinària durant els processos de transformació.

Absorbents UV - Protegeixen als plàstics de la degradació per la llum solar. Només tenen sentit en els plàstics per l'ús a la intempèrie.

Pigments - Són els colorants. Poden ser minerals, inorgànics o orgànics. La varietat de colors és una de les característiques més atractives dels plàstics.

Càrregues - Sòlids que s'afegeixen en gran proporció al plàstic per modificar les seves propietats mecàniques. Poden ser de textura pulverulent, fibrosa o tèxtil: farina de fusta, guix, talc, amiant, mica, grafit, ciment, metalls en pols, vidre en pols, fibra de vidre, teixit de fibra de vidre, tèxtils... Les càrregues que en el cas de les resines poden arribar al 50 % de la massa final del plàstic. En aquest cas es parla de composites. Dos exemples freqüents són els plàstics i resines amb fibra de vidre i les resines amb sòlids pulverulents minerals o no.

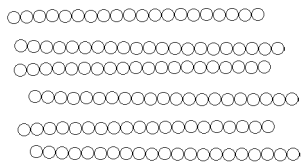
Si s'opta per utilitzar resines de polièster insaturat, molt fàcils de manipular a classe, es pot practicar l'afegit d'additius. Aquestes resines poden servir per fer motlles, com veurem més endavant, i per produir cilindres per tornejar. En els cas dels motlles els additius seran càrregues minerals o fibra de vidre per augmentar la resistència a la temperatura i, en el cas dels cilindres o barres per tornejar, simplement colorants.

Altres conceptes més complexos

Copolímer

Els conceptes que hem repassat fins ara són els que creiem que tenen cabuda en parlar dels plàstics en l'ESO des de l'àrea de Tecnologia. Es pot afegir algun més com el de copolímer que correspon als polímers amb dos o tres tipus de monòmers diferents. Però en cap cas és convenient utilitzar conceptes i vocabulari com terpolímer (nom específic que reben els copolímers de tres monòmers diferents) o copolímer d'empelt (polímers formats per cadenes de diferents monòmers), etc.

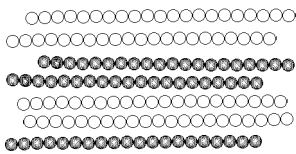
Poliaddició i policondensació



Plàstic constituït per cadenes formades per monòmers d'un sol tipus.

Tampoc cal diferenciar els diferents tipus de polimerització: poliaddició i policondensació. La poliaddició (interacció de grups funcionals dels monòmers sense eliminació de cap molècula) encara es podria tractar a classe, com a simple suma de molècules. Però la policondensació (interacció dels grups funcionals de monòmers polifuncionals amb l'eliminació repetida d'una molècula petita) no té sentit sense el concepte de grup funcional. Es pot esbossar un model simplificat però no aporta res significatiu a l'alumnat de Tecnologia de l'ESO.

Polímer amorf, polímer cristal·lí

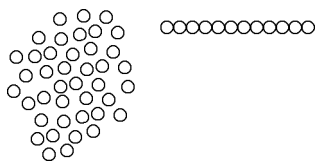


Cal no confondre les barreges de polímers amb els copolímers.

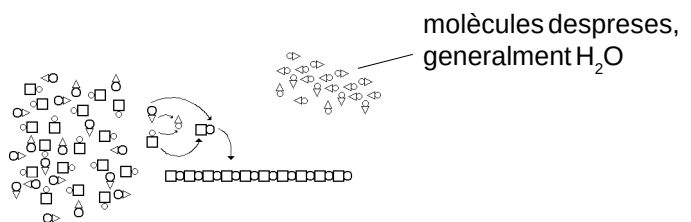
Finalment, també creiem optatiu tractar amb els alumnes el concepte de *polímer amorf* - *polímer cristal·lí*. Els polímers amorfs tenen les cadenes desordenades, mentre que en els cristal·lins presenten una ordenació per paquets (cristalls). Això depèn de la ramificació de les cadenes. Les cadenes lineals tenen més facilitat per ordenar-se. La ramificació de la cadena es pot controlar segons el procés de polimerització, alguns plàstics poden ser bé amorfs, bé cristal·lins, per exemple el PET o el PE. Les conseqüències tecnològiques són importants perquè els plàstics cristal·lins tenen unes prestacions mecàniques superiors, tanmateix són més permeables i presenten majors contraccions al ser emmotllats. Curiosament els plàstics amorfs solen tenir una aparença vítria i transparent, per exemple el PS cristal·lí és típicament amorf i el PP, amb el seu aspecte translúcid és cristal·lí.

Conclusió

A tall de conclusió podríem dir que l'objectiu de la tecnologia de l'ESO ha de ser el coneixement del plàstic com a material tecnològic amb les seves prestacions en objectes o components sotmesos a un ús determinat i proper a l'alumnat. Per exemple és important saber que el ABS i el PS (polistirè) tenen una resistència química semblant però unes propietats mecàniques diferents. Un objecte de ABS resistirà millor els cops. Però si volem treure l'etiqueta amb el preu d'un electrodomèstic amb carcassa d'ABS, ens interessa saber que l'acetona i bona part dels dissolvents el faran malbé igual que al PS, tanmateix el podem netejar amb alcohol o aiguarràs. Quins són els monòmers de l'ABS i de quin tipus de copolímer es tracta té al capdavant una importància relativa a l'hora de treballar a l'aula.



Polimerització per poliaddició



Polimerització per policondensació

i noms en popularitzar-se s'han deformat. Alguns noms porten complements que són fonamentals, perquè informen de modificacions en característiques essencials. Veiem-ne alguns exemples:

Del nom anglès del polietilè, polyethylene, es deriva polythene que al nostre país ens dona polithene, politene i politè. Hi ha dos tipus de polietilè, el de baixa i el d'alta densitat. A part de la densitat, varien la temperatura de plasticitat i les seves propietats mecàniques. Fins i tot en els codis de reciclatge reben un número diferent, malgrat tot són polietilè.

El polipropilè apareix amb el nom comercial de Plakene en la seva presentació com a planxa.

En canvi la planxa de polistirè es ven sempre amb el nom de polistirè. El polistirè cristall no és simplement transparent, el seu comportament mecànic és diferent del polistirè amb additius. El polistirè expandit apareix amb el nom d'estiropor, porexpan i el seu aspecte i aplicacions no tenen res a veure amb el polistirè en planxa, ni tan sols es pot unir amb els mateixos adhesius.

El metacrilat obtingut per colada té aplicacions diferents de l'obtingut per extrusió, en citar-lo cal acompanyar el nom seguit de la referència "colada" o "extrusió".

Quan s'utilitza el nom comercial trobem diferències d'un país a l'altre. El metacrilat es coneix com Perspex a l'àmbit anglès i Plexiglas al d'influència alemanya.

Les denominacions de rígid, semirígid, flexible i escumat acompanyen al clorur de polivinil en les seves formes comercials en funció de additius i el procés fabricació que determinaran propietats i usos.

El cas de les poliamides és força peculiar. El niló és el nom comú del Nylon, nom comercial de la poliamida PA 6,6 en forma de fibra per a ús tèxtil. Tanmateix quan es parla de niló en el llenguatge de carrer s'està fent referència a diferents poliamides. Les més corrents són les PA 6, PA 6,6, PA 6,10, PA 11 i la PA 12. El número correspon al nombre de carbonis de la molècula precursora. Quan apareixen dos és perquè intervenen de dos tipus diferents. En realitat també tenen nom propi com la resta dels polímers però en aquest cas normalment no s'utilitza, per exemple: PA 6,6 correspon a polihexametilè-adipamida.

La intenció d'aquests exemples és la de demostrar que quan es faci referència a un plàstic en relació a alguna aplicació concreta cal donar tota la informació necessària per identificar la varietat amb la qual cal treballar. A part del que es pot considerar nomenclatura s'utilitzen les referències específiques dels diferents fabricants, de les quals en prescindirem.

3.4.2. Noms i símbols dels plàstics més coneguts

Símbol	Nom del polímer	Símbol	Nom del polímer
ABS	Copolímer acrilonitril-butadiè-estirè	PF	Fenol-formaldehid
AMMA	Copolímer acrilonitril-metacrilat de metil	PFEP	Copolímer tetrafluoretilè-hexafluorpropilè
ASA	Copolímer acrilonitril-estirè-acrilat	PI	Poliimida
CA	Acetat de cel·lulosa	PIB	Poliisobutilè
CAB	Acetat-butirat de cel·lulosa	PMMA	Polimetacrilat de metil
CAP	Acetat-propionat de cel·lulosa	POM	Resina acetàlica (polioximetilè)
CF	Cresol-formaldehid	PP	Polipropilè
CMC	Carboxi-metil-cel·lulosa	PPO	Poliòxid de fenilè
CN	Citrat de cel·lulosa	PPOX	Poliòxid de propilè
CP	Propionat de cel·lulosa	PPS	Polisulfur de fenilè
CS	Caseïna	PS	Polistirè
EC	Etil-cel·lulosa	PSU	Polisulfona
EEA	Copolímer etilè-acrilat de cel·lulosa	PTFE	Politetra-fluoroetilè
EP	Epòxids	PUR	Poliuretà
EVA	Copolímer etilè-acetat de cel·lulosa	PVAC	Poliacetat de vinil
HDPE	Poliètilè d'alta densitat	PVAL	Polialcohol de vinil
LDPE	Poliètilè de baixa densitat	PVC	Policlorur de vinil (clorur de polivinil)
MF	Melamina-formaldehid	PVDC	Policlorur de vinilidè
NBR	Copolímer butadiè-acrilonitril (Buna N)	PVF	Poliflorur de vinil
PA	Poliàmides	PVK	Policarbazole de vinil
PAE	Polièter acrílic	PVP	Polivinilpirrolidona
PAS	Poliaril-sulfona	RF	Resocina-formaldehid
PB	Polibutè-1	SAN	Copolímer estirè-acrilonitril
PBTP	Politereftalat de butilè	SBR	Copolímer butadiè-estirè (Buna S)
PC	Policarbonat	SI	Silicones
PCP	Policloroprè (Neoprè)	UF	Urea-formaldehid
PCTFE	Policlor-trifluor-etilè	UP	Polièsters insaturats
PDAP	Poliètilat de dialil	VCE	Copolímer clorur de vinil-etilè
PEOX	Poliòxid de polietilè	VCEMA	Copolímer clorur de vinil-etilè-acrilat de metil
PES	Polièter-sufona	VCMA	Copolímer clorur de vinil-acrilat de metil
PET	Politereftalat d'etilè	VCVAC	Copolímer clorur de vinil-acetat de vinil
PETFE	Poliètilè-tetrafluoretilè	VCVDC	Copolímer clorur de vinil-clorur de vinilidè

3.4.3. Classificació dels plàstics

Generalment es diferencien tres grans grups que ja hem definit a l'apartat 3.3:

- **plàstics termoenduribles (termotables)**

- **plàstics termoplàstics**

- **elastòmers**

A més es poden classificar segons la naturalesa química dels monòmers que formen la cadena. També es pot considerar el mecanisme de polimerització. La classificació dels plàstics només es pot treballar a la Tecnologia de l'ESO a nivell dels tres grups que acaben de citar sense necessitat d'aprofundir més.

Principals grups de plàstics amb alguns exemples segons la naturalesa química dels monòmers. La següent classificació s'inclou a títol informatiu pel professorat o per a la seva utilització amb alumnes de batxillerat.

Termoplàstics

Poliiolefines

HDPE, LDPE, PP

Vinílics

PVC, PVF, PVDF, PVAC, PVAL, EVA

Polistirè

PS, ABS, SAN

Poliàmides

PA 6, PA 6,6, PA 6,10, PA 11

Acrílics

PMMA, AMMA

Cel·lulòsics

CA, CAB, CAP, CN, CP, EC

Poliesters

PET, PC

Termoenduribles

Resines fenòliques

PF, RF

Aminoplasts

UF, MF

Resines de poliester

UP

Resines epoxi

Poliimides

Elastòmers

Silicones

Poliuretans (flexibles)

Cautxú natural

Poliisoprè

Cautxús sintètics

SBR, Copolímer butadiè-acrilonitril (Buna N), Policloroprè (Neoprè), Cautxú butílic (Poliisobutilè)

3.4.4. Algunes dades sobre els plàstics

3.4.4.1. Aparició comercial

Propostes per activitats a classe:

Plàstic	Matèria prima	Any	Aplicacions característiques
CN	Cel·luloide	1869	Pilotes de ping-pong, guarniment pel cabell
CS	Galatita	1904	Botons, sivelles
PF	Fenoplast	1909	Aïllants elèctrics
CA	Acetat de cel·lulosa	1910	Mànecs d'eines, fibres (raió)
MF	Melamina	1923	Material elèctric, vaixella, cendrers
PS	Polistirè	1930	Envasos, joguines, escumes
UF	Urea formaldehid	1930	Material elèctric
PMMA	Polimetacrilat	1933	Decoració, claraboies
EC	Etil-cel·lulosa	1935	Carcasses de llanterna
PIB	Poli-isobutilè	1935	Cautxú sintètic
PVA	Acetat de polivinil	1936	Bombetes de flash
CAB	Butirat-acetat de cel·lulosa	1938	Canalitzacions subterrànies, mànecs d'eines
PA 6,6	Niòl (poliamida 6,6)	1938	Rodes dentades, cargols, anelles, tèxtil
PVC	Policlorur de vinil	1938	Tubs, perfils per finestres, paviments
LDPE	Poliètilè baixa dens.	1939	Làmines, bosses
PUR	Poliuretà	1940	Goma-escuma, aïllaments
PTFE	Tefló	1941	Recobriments antiadherents, estanqueïtat
UP	Resines de polièster insaturat	1942	Laminats per contacte, (dipòsits, carcasses...), figures
SI	Silicones	1943	Motlles, estanqueïtat, juntes, cables
EVA	Cop. etilè-acetat de vinil	1944	Soles sintètiques, adhesius
PET	Politereftalat d'etilè	1947	Ampolles per a begudes gasoses,
ABS	Cop. acrílonitril-butadiè-estirè	1948	Carcasses electrodomèstics, automoció
EP	Resines epoxi	1950	Nàutica, aviació, articles per a esports
PS	Polistirè expandit	1953	Embalatges, aïllament tèrmic
HDPE	Poliètilè alta dens.	1955	Envasos, recipients, caixes, joguines
PC	Policarbonat	1956	Mampares, viseres de casc, carcasses transparents
PP	Polipropilè	1957	Gibrells, galledes, carpetes, estoigs
POM	Polioximetilè (resina acetàtica)	1958	Rodes dentades, components electrodomèstics i automoció
PVDF	Poliflorur de vinilidè	1961	
PI	Poliimida	1963	
PPO	Poliòxid de fenilè	1960	Injecció peces mecàniques, elèctriques, medicina
PAS	Poliaril-sulfona	1967	
PAE	Polièter acrílic	1968	
PES	Polièter-sulfona	1972	
PSU	Polisulfona	1972	
PPS	Polisulfur de fenilè	1973	

3.4.4.2. Inflamabilitat

3.4.4.2. Inflamabilitat		3.4.4.3. Densitat	
Plàstic	inflamabilitat	Plàstic	g/cm3
ABS	Cop.acrilonitril-butadiè-estirè	PS	Polistirè expandit
CA	Acetat de cel·lulosa	PVC	Policlorur de vinil escumat
CAB	Butirat-acetat de cel·lulosa	PP	Polipropilè
CN	Cel·luloide	LDPE	Poliètilè baixa dens.
EP	Resines epoxi	EVA	Copolímer etilè-acetat de vinil
EVA	Copolímer etilè-acetat de vinil	HDPE	Poliètilè alta dens.
HDPE	Poliètilè alta dens.	PPO	Poliòxid de fenilè
LDPE	Poliètilè baixa dens.	PS	Polistirè
MF	Melamina	PUR	Poliuretà
PA	6,6 Niló (poliamida 6,6)	ABS	Cop.acrilonitril-butadiè-estirè
PAS	Poliaril-sulfona	SAN	Copolímer acrilonitril-estirè
PC	Policarbonat	PA 6,6	Niló (poliamida 6,6)
PET	Politereftalat d'etilè	EC	Etil-cel·lulosa
PF	Fenoplast sense càrrega	CAB	Butirat-acetat de cel·lulosa
PI	Poliimida	PC	Policarbonat
PIB	Poli-isobutilè	PMMA	Polimetacrilat
PMMA	Polimetacrilat	PVC	Policlorur de vinil flexible
POM	Polioximetilè(resina acetàlica)	CA	Acetat de cel·lulosa
PP	Polipropilè	PET	Politereftalat d'etilè
PPO	Poliòxid de fenilè	POM	Polioximetilè(resina acetàlica)
PPS	Polisulfur de fenilè	PVC	Policlorur de vinil rígid
PS	Polistirè	MF	Melamina amb càrrega de cel·lulosa
PS	Polistirè expandit	UF	Urea formaldehid
PTFE	Tefló	PF	Fenoplast
PUR	Poliuretà	PVC	Policlorur de vinilidè
PVC	Policlorur de vinil	UP	Resines de polièster amb fibra de vidre
PVDF	Poliflorur de vinilidè	EP	Resines epoxi
SAN	Cop. estirè-acrilonitril	PTFE	Tefló
UF	Urea formaldehid		
UP	Resina de polièster sense càrrega		

inflamable s'encén en apropar la flama i el foc es propaga ràpidament

fàcilment combustible al poc temps d'entrar en contacte amb la flama

combustible requereix una certa intensitat de foc per cremar

difícilment combustible la flama ha de ser intensa i escalfar prèviament el material

autoextingible només crema sota l'acció d'un altre font de foc

incombustible no crema, es desintegra sense flama (típic dels plàstics fluorats, al descomposar-se desprenen fluorhídric altament corrosiu)

3.4.4.4. Temperatures d'utilització

<i>Plàstic</i>	<i>Màxima</i>	<i>Mínima</i>
ABS Cop. acrílonitril-butadiè-estirè	85	-40
CA Acetat de cel·lulosa	90	-40
CAB Butirat-acetat de cel·lulosa	75	-50
EC Etil-cel·lulosa	90	-30
EP Resines epoxi	130	-20
EVA Copolímer etilè-acetat de vinil	60	-60
HDPE Polietilè alta dens.	120	-50
LDPE Polietilè baixa dens.	80	-50
MF Melamina	90	-20
PA 6,6 Niló (poliamida 6,6)	120	-30
PC Policarbonat	110	-70
PET Politereftalat d'etilè	100	-20
PF Fenoplast	110	-20
PI Poliimida	250	-240
PIB Poli-isobutilè	70	-50
PMMA Polimetacrilat de metil	70	-50
POM Polioximetilè(resina acetàtica)	90	-50
PP Polipropilè	140	-25
PS Polistirè	70	-10
PTFE Tefló	150	-150
PUR Poliuretà	75	-40
PVC Policlorur de vinil plastificat	65	-20
PVC Policlorur de vinil rígid	70	-10
UF Urea formaldehid	80	-20
UP Resines de poliester	150	-20

3.4.4.5. Transmissió de la llum

<i>Plàstic</i>	<i>grau de transparència</i>
ABS Cop. acrílonitril-butadiè-estirè	translúcid
CA Acetat de cel·lulosa	transparent
CAB Butirat-acetat de cel·lulosa	transparent
EVA Cop. etilè-acetat de vinil	transparent
HDPE Polietilè alta dens.	translúcid
LDPE Polietilè baixa dens.	transparent
MF Melamina	translúcid
PA 6,6 Niló (poliamida 6,6)	translúcid
PAE Polièter acrílic	translúcid
PAS Poliaril-sulfona	translúcid
PC Policarbonat	transparent
PET Politereftalat d'etilè cristal·lí	translúcid
PET Politereftalat d'etilè amorf	transparent
PF Fenoplast	translúcid
PI Poliimida	translúcid
PMMA Polimetacrilat de metil	transparent
POM Polioximetilè(resina acetàtica)	translúcid
PP Polipropilè	transparent (tèrbol)
PS Polistirè expandit	translúcid
PS Polistirè impacte	translúcid
PS Polistirè cristall	transparent
PSU Polisulfona	translúcid
PTFE Tefló	translúcid
PUR Poliuretà	translúcid
PVC Policlorur de vinil	transparent
SAN Cop. estirè-acrílonitril	transparent
UF Urea formaldehid	opac

La transmissió de la llum d'un plàstic depèn de les càrregues i pigments que aquest incorpori. En realitat tots els plàstics, en làmines o planxes no massa gruixudes són transparents o translúcids. La distinció només es pot referir a aquesta diferència. La transparència dels plàstics està relacionada amb la ordenació de les macromolècules. Els plàstics amorfs solen ser transparents amb aspecte vítri, per exemple el PS cristall, el PMMA i el PET.

3.4.4.6. Resistència química

agents químics	ABS	CA	EP	HDPE	LDPE	MF	PA	PC	PET	PF	PIB	PMMA	POM	PP	PS	PTFE	PUR	PVC	PVC	SAN	UF	UP ¹
àcids dèbils	+	+	+	+	+	×	+	+	+	×	+	×	+	+	+	+	×	+	+	+	×	×
H ₂ SO ₄ , HCl concentrats	×	-	-	+	×	-	-	×	×	-	+	-	-	×	×	+	×	×	×	+	-	×
HNO ₃	-	-	-	-	-	-	-	-	×	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	×
Bases dèbils	+	×	+	+	+	+	+	-	×	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	×
NaOH, KOH	+	-	×	+	+	-	×	-	-	-	+	×	+	+	+	+	+	+	+	+	×	×
Sol. salines	+	+	+	+	+	+	+	×	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Cl ₂ , I ₂	-	-	+	-	-	-	-	+	×	+	×	×	-	+	-	+	+	-	-	-	+	-
àc. acètic	+	-	+	+	+	×	×	×	+	×	×	-	+	×	×	+	-	+	+	+	×	×
Alcohol	+	-	×	+	×	+	×	×	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Acetona	-	-	×	+	×	+	+	×	+	+	×	-	×	×	-	+	+	+	+	-	+	×
Èter	+	+	+	×	-	+	+	-	+	+	-	×	+	-	-	+	+	-	-	-	+	×
Benzina	+	+	+	×	-	+	+	×	+	×	-	-	+	×	-	+	+	×	-	×	+	+
Gasoil	+	+	+	+	×	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	×	×	+	+	+
Olis i greixos	+	+	+	+	×	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	×	×	+	+	+
Benzè, toluè, xilè	-	×	+	×	-	+	+	-	+	×	-	×	×	×	-	+	+	×	-	-	+	+
Dissolvents clorats	-	-	-	-	-	+	×	-	×	-	-	-	+	-	-	+	×	-	-	-	+	×

- (+) No el dissol ni altera les seves propietats
 (x) No el dissol a temperatura ambient però la seva acció prolongada o a alta temperatura altera les seves propietats
 (-) El dissol a temperatura ambient, l'estova o el torna trencadís

Aquestes taules amb característiques tècniques dels plàstics tenen per objecte la seva consulta per determinar la idoneïtat dels diferents plàstics en aplicacions concretes. Es poden utilitzar tant en projectes a executar com en discussions teòriques.

La taula de la resistència química és especialment important per a la utilització dels plàstics en recipients de líquids o per a peces que han d'entrar en contacte amb determinats líquids. També és fonamental per a la neteja d'objectes amb parts de plàstic. Per exemple una taula amb recobriment de melamina guixada amb bolígraf es pot netejar amb acetona que és un bon dissolvent de la tinta de bolígraf i no altera la melamina. El PS es pot netejar amb alcohol (etanol) sense problemes, però el PMMA per l'acció perllongada de l'alcohol es torna fràgil i trencadís.

3.5. Característiques del mecanitzat i de la unió en els plàstics

3.5.1. Necessitat de combinar l'emmotllament i el plegat amb el mecanitzat

Un cop efectuat l'emmotllament o el plegat és molt probable que encara no es pugui donar per acabat l'objecte en construcció. Si la peça obtinguda ha de integrar-se en un muntatge més complex possiblement s'haurà de perforar per permetre les fixacions corresponents. Això sense oblidar operacions més fines d'acabament, com matar les arestes vives. En altres ocasions s'haurà d'encaixar una peça de plàstic en un lloc concret i caldrà donar-li una forma determinada eliminant material. Totes aquestes operacions obliguen a l'utilització de diverses eines mecàniques. En el ben entès que ens estem referint només al plàstic utilitzat per a l'emmotlladora i la plegadora i no fem esment d'altres tècniques que no siguin d'aplicació a les planxes, com per exemple el roscatge amb fileres o el tornejat.

3.5.2. Els plàstics comparats amb altres materials

En abordar els plàstics com a materials d'ús tecnològic, la primera observació que s'ha de fer, és destacar la gran diversitat que presenten en relació a les seves propietats mecàniques i de resistència als agents químics. Aquestes diferències són molt més acusades que les que trobem, per exemple, entre els diferents tipus de fusta. A més, com ja hem dit anteriorment, s'ha de tenir en compte que la utilització d'additius i càrregues pot canviar apreciablement les propietats mecàniques i de resistència tèrmica d'un mateix plàstic. Aquesta diversitat incideix directament en els plàstics que utilitzarem amb la plegadora i l'emmotlladora. Es parla, per exemple de PVC tou i de PVC rígid depenent de la presència i la proporció de plastificant, sense que deixin de perdre el nom de PVC. El PS és molt més trencadís si es tracta del tipus anomenat cristall que si es tracta de planxes fabricades especialment per emmotllar per buit.

Els plàstics, en relació amb els metalls, tenen una resistència mecànica menor, un mòdul d'elasticitat inferior i una resistència a la temperatura molt limitada. Comparats amb els materials ceràmics són més tous i més febles en front a les altes temperatures. Les fustes, en general, tenen una major rigidesa per una secció donada. Tanmateix l'enorme diversitat dels plàstics, afegida a les combinacions de diferents additius i càrregues, pot proporcionar en el seu conjunt les característiques requerides per a diferents aplicacions industrials o domèstiques, encara que no puguin ser proporcionades totes per un de sol. Per exemple, des del punt de vista químic, podem trobar plàstics amb una bona resistència a la corrosió, als dissolvents i a la llum ultraviolada, però no tots la presentaran simultàniament.

Entre les propietats mecàniques positives destaquen la capacitat d'absorbir i esmorteir les vibracions, a conseqüència de la seva estructura interna. La seva resistència mecànica que en principi és moderada, però pot ser molt favorable, si la comparem referida al pes, tenint en compte la baixa densitat dels plàstics. El mateix succeeix pel que fa a la rigidesa en relació amb el pes (rigidesa específica). Si bé alguns plàstics són fràgils, altres mostren una resistència apreciable al xoc que, d'altra banda, pot ser augmentada pel disseny i la presència de càrregues. Un exemple és el del PS que ja esmentàvem abans. Un altre propietat mecànica d'alguns plàstics és la seva resistència al desgast i poc fregament. Bons exemples d'això són el niló, el tefló, el PET i el POM, aquests dos darrers presenten un dels coeficient de fregament més baixos quan interaccionen entre ells.

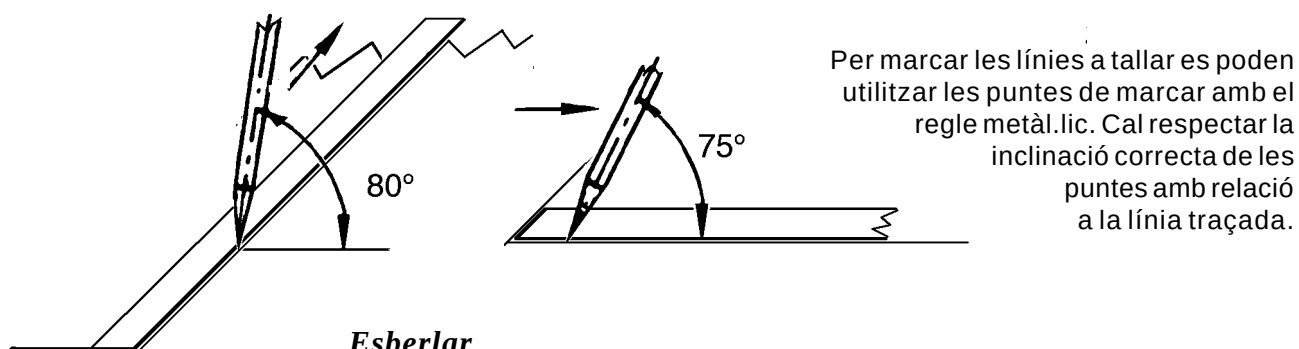
3.5.3. Tallat dels plàstics

La primera operació a realitzar en rebre el plàstic serà el tallat de planxa. Per col·locar les planxes a l'emmotlladora, o abans de procedir a plegar-les en el cas de la plegadora, hem de trossejar-les per obtenir la mida adient a les dimensions de la màquina o de la peça final. No podem pensar, pràcticament mai, a agafar el plàstic tal qual el comprem i passar a donar-li forma. Igualment, un cop obtinguda la forma en brut hem de separar les parts sobrants, per exemple les vores corresponents al marge per a la fixació al marc de l'emmotlladora.

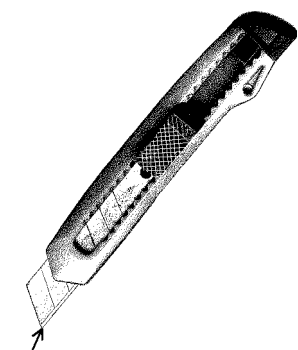
Tant per l'emmotlladora com per la plegadora, utilitzarem plàstics en forma de planxes, amb uns gruixos que oscil·laran en la major part dels casos, entre els 0.5 mm i els 3 mm. Aquestes planxes, en la seva forma comercial, tindran sempre unes dimensions molt superiors a les que nosaltres utilitzarem, fins i tot a l'hora d'emmagatzemar-les. Quant a subministraments pels conductes comercials normals, les mides de les superfícies de les planxes en brut varien aproximadament entre els 2000 x 1000 mm o més de les de majors dimensions (PMMA, PS i PVC rígid) i els 1000 x 700 mm de les més petites (làmina de PVC de colors). Les planxes de polistirè de colors subministrades pels fabricants de l'emmotlladora fan 610 x 456 mm, cosa que obliga a trossejar-les en quatre parts de 305 x 228 mm que és la mida òptima per a l'emmotlladora.

Mesurar i marcar

La primera operació abans de tallar és mesurar i marcar. La mesura es farà amb el regle metàl·lic i per a longituds majors amb la cinta mètrica. En peces petites, per angles rectes utilitzarem l'escaire i per altres angles la centenella. Per a les corbes i les circumferències farem servir el compàs de puntes, però segons el radi pot ser més recomanable una plantilla de corbes. Per marcar el plàstic es pot fer servir un llapis de cera. En el cas de superfícies molt polides es pot fer ús dels retoladors permanents de punta fina, com els que s'utilitzen per les transparències de retroprojector. Posteriorment, o en cas d'error, és possible esborrar les seves marques amb alcohol etílic de 96° que no ataca als plàstics llevat del PMMA que es torna trencadís (Veure la taula 3.4.4.6.). Si fos especialment PS el plàstic a marcar seria necessari realitzar una prova de compatibilitat per evitar que el dissolvent de la tinta afecti irreversiblement a la seva superfície.

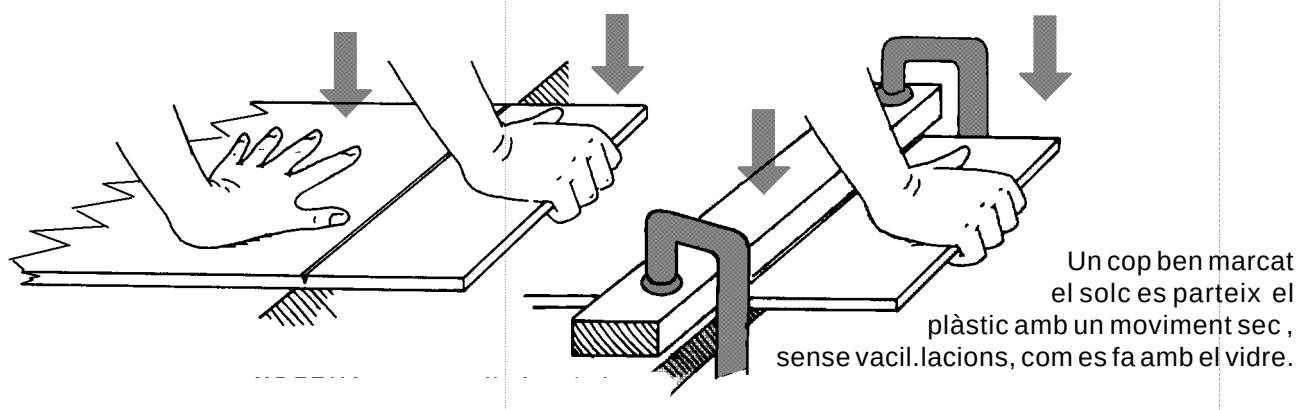


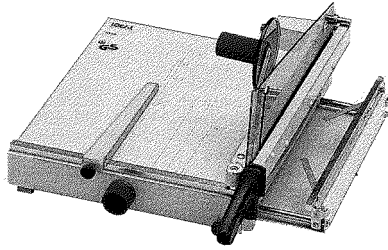
Esberlar



Per gravar un solc en plàstic resulta molt eficaç la punta d'un ganivet desplaçada lateralment.

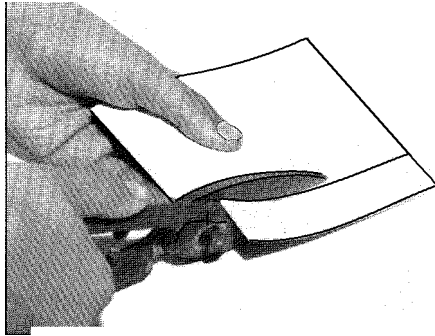
La manera més fàcil, ràpida i precisa de tallar planxa de plàstic rígid, preferentment d'un gruix de 0.5 a 2 mm (màxim 3 mm), és marcant la línia de tall amb una punta de marcar ben afilada, o bé amb la punta d'un ganivet o un tallador (cutter) desplaçant-lo perpendicularment a la direcció del tall de la fulla. Això ratlla la planxa creant un solc que determina l'aparició d'una línia de baixa resistència per on s'esberlarà el plàstic, seguint una recta perfecta, al doblegar-lo bruscament. La manera més còmoda de fer-ho és pressionant contra el cantell d'una taula. El procediment és similar al seguit per tallar làmines de vidre. Anàlogament, en el cas del plàstic també s'ha d'obrar sense vacil·lacions i amb moviments ràpids. Per gruixos de 3 mm en endavant, especialment en el cas de plàstics amb tendència a estellar-se com el PMMA, no és un mètode recomanable.



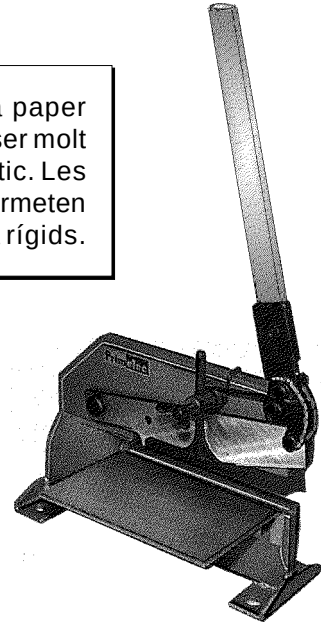


guillotina o cisalla per a paper

Les cisalles, tant per a paper com per a xapa. Poden ser molt còmodes per tallar plàstic. Les tisores de xapa també permeten tallar plàstics no massa rígids.



tisores per a xapa, utilitzables amb plàstics flexibles o semirígids



cisalla per a metall, molt útil per a planxes gruixudes de PVC, ABS i PS d'impacte

Tallat amb cisalla

Les cisalles de guillotina, com per exemple les utilitzades per tallar paper i cartolina, permeten tallar làmines de plàstic amb precisió i sense esforç fins a un gruix de 2 mm. Les cisalles de banc per a metalls tallen també amb molta netedat les planxes gruixudes. Tanmateix, el PMMA o el PS cristall es poden estellar en tallar-los amb cisalla.

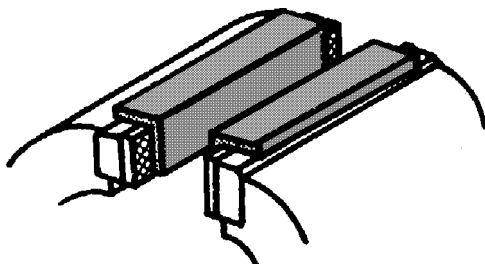
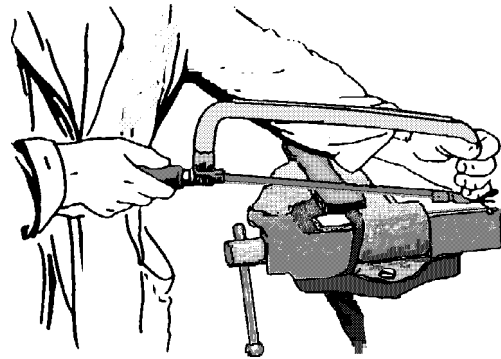
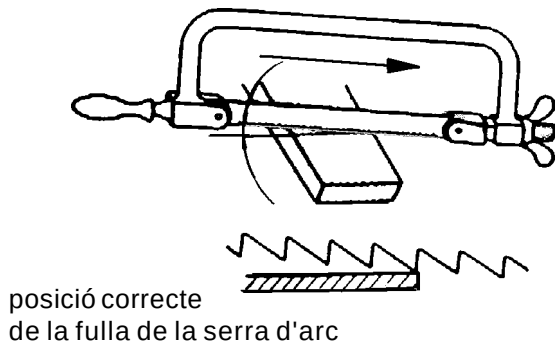
Tallat amb tisores

Les planxes o làmines fins un gruix de 0.4 mm pel PVC i 1 mm pel PP i el PE, poden ser tallades manualment amb tisores ben esmolades i amb mànec que permeti fer la força necessària. Algunes tisores per xapa poden servir però, en general per a plàstics molt flexibles, són preferibles les tisores per tallar cartró.

Serrat a mà

Com a norma general és preferible intentar utilitzar qualsevol altre procediment de tallat abans d'intentar serrar una planxa de plàstic, llevat de gruixos superiors als 3 mm o el cas de talls en corba. En general poden aplicar-se als plàstics les normes pel serrat de la fusta, especialment pel que fa al tall de contraplacat. Tanmateix és preferible serrar el plàstic amb fulles de serra com les utilitzades pels metalls o bé amb les específiques pels plàstics. Per talls rectes de peces no massa grans es pot utilitzar la serra d'arc, per corbes la serra de vogir amb cura de mantenir la perpendicularitat de la fulla.

Una de les condicions a respectar sempre al serrar, però molt especialment en el cas dels plàstics, és la perfecta subjecció de la peça. Amb el cargol de banc és obligada la utilització de galteres amb plàstic o goma i amb els serjants ens auxiliarem de llistons plans de fusta.

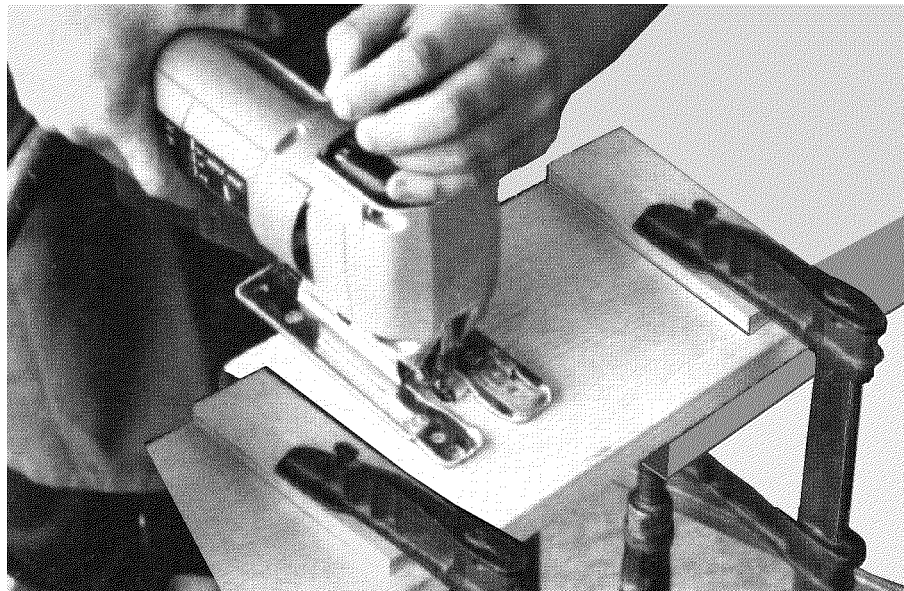


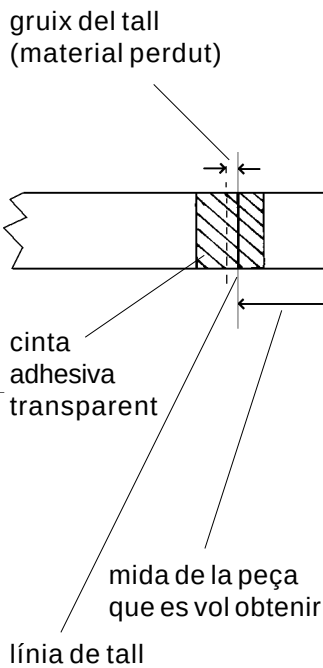
Els plàstics rígids es poden serrar amb serra d'arc per metall. Cal tenir en compte la correcta posició de la fulla i la utilització de galteres per protegir la peça contra ratllades.

Serrat a màquina

Fan recomanable el serrat a màquina, les longituds superiors als 800 mm i els gruixos superiors als 3 mm, ja siguin rectes o corbes. Atès que a l'aula de Tecnologia de l'ESO no es preveu, per raons òbvies de seguretat, la presència de serres de cinta ni circulars, ens referirem únicament a la utilització de la serra elèctrica de vogir. En adquirir les fulles a la ferreteria ja podrem comprovar, per la informació que consta al blister, quines seran les apropiades. El principal problema en serrar plàstic amb màquina és l'escalfament de la fulla pel fregament i la poca conductivitat tèrmica dels plàstics. Aquesta dificultat és especialment important en el

Amb la serra elèctrica de vogir resulta fonamental la subjecció de la planxa de plàstic. Per planxes de poc gruix és recomanable col·locar a sota una planxa d'aglomerat que serveixi de suport.





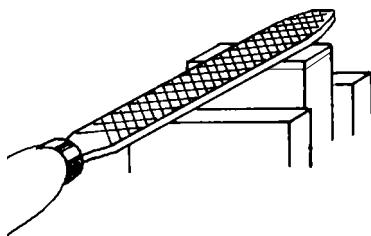
cas del PS. El problema es dona en tots els termoplàstics quan la mida de les dents de la serra és molt petit, per exemple quan s'utilitza una serra per a metall. La conseqüència pot ser que, mentre avancem, el plàstic formi per darrera de la fulla una rebava pastosa i es torni a soldar. Per evitar aquest inconvenient és recomanable resseguir la línia de tall amb una pinzellada d'oli o taladrina i untar també la fulla de la serra. Un procediment alternatiu és el d'enganxar cinta adhesiva transparent per les dues cares al llarg de la línia de tall. També es pot utilitzar com a lubricant de tall l'aiguarràs pur (essència de trementina) que no ataca als plàstics, ni tan sols al PS.

Utilització de talladors (cutter)

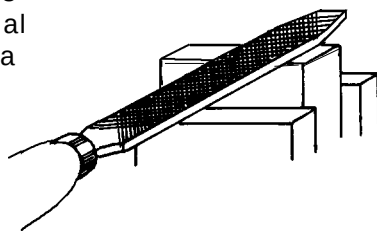
Encara que es tracta d'un eina relativament perillosa, el tallador pot ser útil per tallar en línia recta làmines de plàstic primes. En cas de fer-ho, cal prendre dues precaucions. Una és la de protegir la superfície de la taula o del banc de treball i l'altre és la utilització de regles de seguretat que protegeixin els dits de la mà que subjecti el plàstic. Els regles de seguretat es poden construir amb perfils metàl·lics en escaire o amb llistons o tires de fusta prou amples.

Observacions

Cal tallar sempre seguint la línia marcada per fora de la peça que volem obtenir. En el cas de preveure un poliment posterior del cantell obtingut s'haurà de tenir en compte i deixar un marge per poder rebaixar.



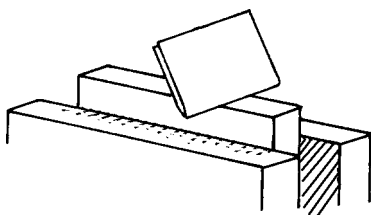
Els plàstics rígids responen molt bé al treball amb llima entrefina i fina.



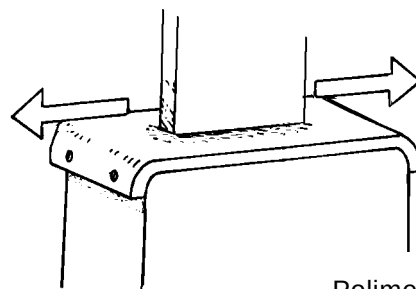
Sigui quin sigui el procediment de tallat emprat, ha de tenir-se cura que no quedin vores tallants ni puntes d'estella. En cas necessari cal repassar les arestes vives amb paper de vidre. Per eliminar les marques i senyals deixades pels dents de les serres cal utilitzar una llima fina i paper de vidre fi a l'aigua com l'utilitzat per planxisteria en automoció. El poliment final es pot fer mitjançant un drap amb pasta o líquid de polir metalls.

També es pot enlluentir amb passades ràpides de pistola d'aire calent a la temperatura màxima.

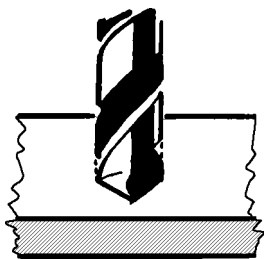
Després de treballar amb plàstics, les llimes, han de ser netejades necessàriament amb la carda.



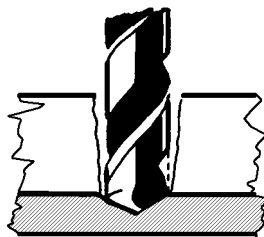
Raspant els cantells amb cura es poden obtenir superfícies força regulars.



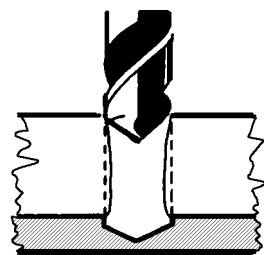
Poliment amb cuir del cantell d'una peça de plàstic



El mecanitzat de metalls és molt més precís que el dels plàstics, el diàmetre obtingut respon a l'indicat a la broca.



Amb els plàstics termoenduribles el forat té tendència a resultar sobredimensionat.



A causa de l'estovament i l'elasticitat del material, en els termoplàstics el diàmetre obtingut es inferior al de la broca.

3.5.4. Foradat

Les làmines fins a un gruix de 1 mm poden foradar-se amb traucador (de tenalles o de punxó) com els emprats per foradar cuir. Aquesta tècnica és especialment recomanable per al PP i per al PE. En foradar làmines s'ha d'anar en compte que tota l'aresta de tall estigui totalment en contacte amb el material de la planxa abans de que la punta de la broca traspassi la cara posterior. Per tal d'evitar que la broca penetri en el plàstic sense tallar, com ho faria un llevataps de tirabuixó, caldria fer més obtús l'angle de la punta de la broca per obtenir un forat regular i autènticament cilíndric. Les broques modificades d'aquesta manera poden ser utilitzades per fusta però no són recomanables per metall.

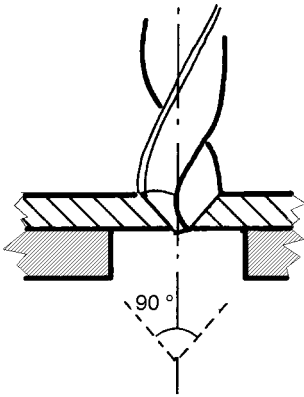
Tal com dèiem en tractar del serrat a màquina dels plàstics, el principal problema és el sobreescalfament a causa de la fricció. Per tal motiu, en forats profunds, és aconsellable treure amb freqüència la broca del forat per permetre el refredament del material i eliminar les partícules arrencades. Al mateix temps, en lloc de fer una pressió constant és millor apretar i afloixar alternativament. Aquesta tècnica i la utilització de lubricant-refrigerant resulta imprescindible quan es tracta de perforar amb broques de petit diàmetre. De no fer-ho correm el risc de clavar i partir la broca. El risc s'accentua especialment en foradar els motlles de resina per dotar-los dels corresponents porus d'evacuació degut al petit diàmetre de les broques.

El ratllat accidental de les superfícies de plàstic és molt difícil de dissimular i impossible d'eliminar. És per això que s'haurà de procedir amb molta cura i respectar, fins a l'acabament de la manipulació, les làmines de protecció de PE que porten algunes planxes de plàstic.

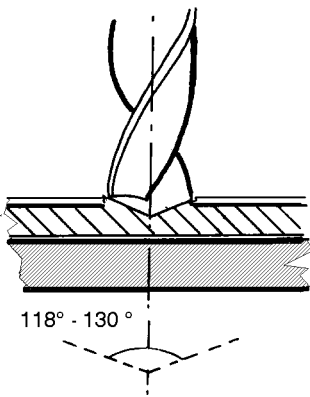
Dades d'interès per foradar plàstic amb broca

Plàstic	angle de la punta	angle del tall	velocitat (rpm)			refrigerant
			6 mm	12 mm	25 mm	
Nylon	80-90°	16°	1500	800	400	oli
PP, PE, PTFE	138°	16°	1000	500	350	aigua, aire,
PVC	130°	10°	6000	2000	500	aire, oli, taladrina
PS	130°	10°	1500	750	250	aire, taladrina
PMMA	130°	10°	1800	900	500	parafina, taladrina
Resines	118°	10°	5000	2000	700	taladrina, oli, aiguarràs . .

(la taladrina, que consisteix en una emulsió, uneix les propietats refrigerants de l'aigua amb les lubricants de l'oli, és d'ús pràcticament universal)



La punta no ha de traspasar el gruix de la peça abans de què penetri tota l'aresta de tall en el material que es mecanitza.



Les broques amb l'angle més obert per a treballar amb plàstics poden utilitzar-se també per a fusta però no per a metalls.

3.5.5. Observacions sobre la mecanització dels plàstics disponibles per treballar amb l'emmotlladora i la plegadora.

PMMA

Les dues formes, de colada i d'extrusió, presenten característiques de mecanització similars, llevat d'una tendència a estellar-se major en l'extruït, especialment després de ser emmotllat, degut a l'acumulació d'estrès. Les planxes amb gruix inferior a 3 mm poden tallar-se marcant i esberlant i per les més gruixudes podem utilitzar la serra d'arc i la de vogir, lubricant o col·locant cinta adhesiva per sobre i per sota de la línia de tall. El poliment de les superfícies mecanitzades segueix el mateix procediment que amb els metalls: llimat, paper de vidre a l'aigua i pasta de polir metalls. El foradat amb broca no presenta cap dificultat especial.

PS

Per tallar en línia recta es recomanable fer-ho sempre ratllant i esberlant. La serra de vogir elèctrica produeix un tall molt irregular degut a l'escalfament. En cas de necessitar-se un tall en corba és preferible serrar a mà, o cas de fer-ho a màquina, sempre amb lubricant o amb cinta adhesiva com hem recomanat pel metacrilat. Es llima molt bé i es pot polir fins a cert punt. No es pot plegar en fred sense que es trenqui.

PVC

Les làmines primes (0.5 mm) es tallen amb tisores o cutter, també és pot utilitzar la cisalla, per foradar-les es recomanable un traucador; les més mitjanes (0.7 mm - 2 mm) ratllant i esberlant, de vegades cal doblegar en els dos sentits; les més gruixudes (> 3 mm) amb la serra de vogir. Es pot llimar i esmerilar. Les seves propietats mecàniques depenen molt de la proporció de plastificant que porti. Al PVC rígid es comporta en la mecanització de manera semblant al PMMA, però el plastificat té una consistència gomosa. Per donar una idea: el skay i moltes mànegues són de PVC plastificat. El foradat amb broca no mereix cap comentari particular. Es pot doblegar en fred ratllant prèviament la línia a seguir, si es fa tornar a la posició inicial es trenca.

PP/HDPE

Des del punt de vista mecànic són molt similars. La diferència consisteix en el fet que el PP és més dur però amb una tendència més gran a la fluència. Per tallar-los utilitzarem tisores o cisalla. Es pot llimar però no permet el poliment. Per foradar làmines fins a 1.2 mm amb un forat net cal fer servir un traucador. El PP es pot doblegar en fred pel mateix punt de manera gairebé indefinida. Per aquesta propietat s'aprofita per formar frontisses en elements d'una sola peça en taps i caps.

Resines (plàstics termotables)

Es mecanitzen tant amb les eines de fusta com amb les de metall segons el tipus d'acabament que es vulgui. Pel seu poliment recomanem seguir les mateixes instruccions que per al PMMA. Al mecanitzar una resina cal tenir molt en compte el poder abrasiu de la càrrega i el seu efecte sobre l'esmolat de les eines. És recomanable la utilització preferentment de paper de vidre en lloc de llimes.

Plàstics menys freqüents:**ABS**

Es talla bé en cisalla per paper en gruix inferior o igual als 2 mm i en la de metalls per gruixos superiors. És apte per a l'ús amb qualsevol tipus de serra. Té tendència a frenar els cutters, per això per la qual convé que estiguin ben esmolats. La utilització de taladrina facilita els talls.

PC

Las característiques de mecanitzat són similars a les del metacrilat.

3.5.6. Tècniques d'unió amb plàstics

Pel tipus d'activitats que es poden realitzar a l'aula és molt freqüent que l'objecte realitzat estigui compost per diverses parts. Aquestes poden ser del mateix material o de diferent naturalesa. Seguidament passem a analitzar les tècniques d'unió utilitzables a l'aula de Tecnologia en relació amb els plàstics i les peces obtingudes amb l'emmotlladora o la plegadora.

Les tècniques d'unió amb plàstics les classificarem en tres tipus: d'adhesió, de cohesió i mecàniques.

3.5.6.1. Adhesió

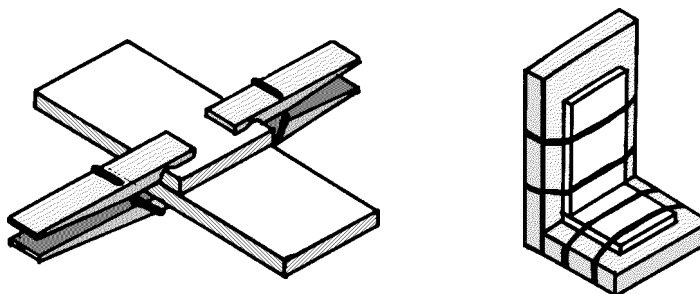
L'adhesió és la tècnica que es caracteritza per la interposició d'una capa de material de diferent naturalesa entre les dues peces a unir. Aquest material incorporat, l'adhesiu, roman a la junta d'unió. Aquí inclourem el cas dels adhesius més o menys generals i el de la soldadura amb aportació de substàncies distintes.

En els cas dels plàstics es reservarà la utilització d'adhesius pels casos en que s'hagi d'unir un plàstic amb un altre tipus de material. Òbviament s'ha de tractar d'un adhesiu compatible amb un i l'altre.

Una observació preliminar que cal fer sobre la utilització d'adhesius es que la major part no són considerats d'ús escolar. Aquest fet implica que la seva utilització queda sota la responsabilitat del professorat. L'alumnat no pot accedir lliurement al seu ús, ni sense la supervisió directa del professor/a.

Les coles de contacte són útils únicament quan la superfície a unir és relativament gran en relació amb el volum dels elements a unir.

La subjecció de les peces durant l'encolat determina en bona part la resistència mecànica de la unió, i és alhora un bon repte per fer anar la imaginació.



Abans de començar cal preveure la fixació dels elements mentre es consolida l'adhesió. El procés pot requerir hores. Una bona precaució és la de deixar-los en repòs un dia per l'altre.

3.5.6.2. Cohesió

Es parla de cohesió quan les molècules del material a unir arriben a un estat fluid i es fusionen. La fluència del material es pot assolir mitjançant dissolvents o la calor.

Soldadura (tèrmica)

La soldadura dels plàstics es pot verificar amb tècniques diferents: per fricció, amb pistola d'aire calent, per ultrasons, per inducció (amb inclusions metàl·liques), etc.

A l'aula de Tecnologia de l'ESO, no hi ha a la dotació oficial equipament específic per a la soldadura de plàstics. Donades les circumstàncies del treball a l'aula, els únics mètodes utilitzables serien l'adquisició d'una pistola d'aire calent amb els corresponents accessoris o bé de soldadors especials per plàstic.

Unió amb dissolvents

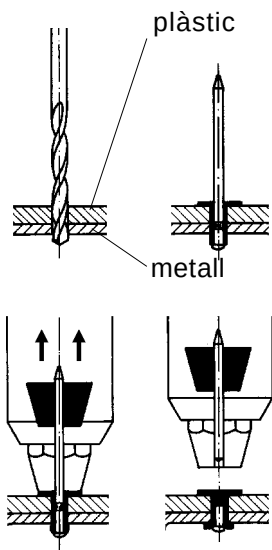
Consisteix a dissoldre superficialment el material a les zones que han d'entrar en contacte. Les peces s'encaixen i es mantenen sota pressió suau fins a l'evaporació total del dissolvent i la consolidació de la zona d'unió. Una pressió excessiva dóna lloc a l'aparició de tensions internes.

De la mateixa manera que en la utilització d'adhesius, les superfícies han de coincidir perfectament i han d'estar netes. No és convenient procedir al poliment dels cantells a unir per tal d'evitar que s'arrodoneixin.

El dissolvent s'aplica amb els mateixos procediments que qualsevol cola líquida: amb pinzell, per capil·laritat, per immersió dels cantells, etc. Les precaucions a prendre són també les mateixes, tenint en compte que els dissolvents atacaran i deslluïran les superfícies amb les quals entrin en contacte.

[illegible]

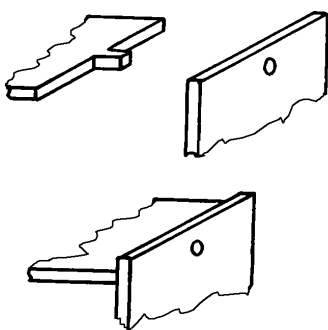
Els plàstics que millor responen a aquesta tècnica són PS, PMMA, PC i ABS. El dissolvent més adient és el clorometà (diclorur de metilè), especialment pel que fa a PS, PMMA i PC. També es pot utilitzar l'acetona. En el cas del PS, es pot comprovar que el clorometà és una de les millors maneres d'unir-lo entre si. Pel PMMA és més recomanable utilitzar una cola específica.



Els reblons d'alumini buits són especialment adients per unir planxa de plàstic amb planxa metàl·lica.



Els reblons de plàstic del material de construcció de l'aula estan formats per dues peces. Es fixen pressionant el cap. Són uns elements que poden passar desapercebuts però que són molt útils.



metxa reblonada en calent

3.5.6.3. Unions mecàniques

El tipus d'unio i la manera d'efectuar-la dependrà de les característiques de la mecanització del plàstic i del guix de la peça. Atès que tampoc en aquest tema ens podem permetre ser exhaustius, únicament farem un repàs superficial d'algunes tècniques.

Reblons metàl·lics

Els reblons permeten efectuar unions permanents de planxes de plàstic entre si, amb planxes i perfils metàl·lics o amb tablex. Els diàmetres més usuals són els de 3 mm i 4 mm. Els de 4 mm coincideixen amb el diàmetre dels forats del material de construcció de l'aula. Com que hi ha de longituds molt variades, sempre és possible trobar l'adient pels gruixos que calgui unir. A l'aula no hi ha rebladora a la dotació inicial, però per ser un eina molt econòmica i pràctica cal tenir-la en compte.

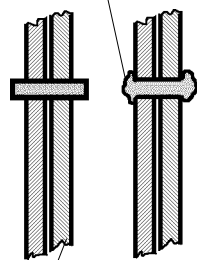
Reblons de plàstic

Existeixen una mena de reblons de plàstic que es col·loquen per pressió. Donen un acabament molt bo però només permeten fixar planxes de poc gruix, plàstic amb plàstic i plàstic amb metall. Es troben en el catàleg de peces del material de construcció que s'utilitza a l'aula.

Metxes

La tècnica d'unio per metxes consisteix a dotar algunes de les peces de sortints que entren en el forats d'altres. Aquests sortints, en el cas de treballs fets a l'aula de Tecnologia, només els podem obtenir per mecanitzat de les peces, rebaixant material. Un cop encaixats els elements, l'extrem sortint es pot reblonar en calent mitjançant un

passador reblonat
en calent



peces a unir

ferro calent o un soldador. Un procediment així es propi de planxes rígides i d'un cert gruix. Per aquesta raó és més probable que s'utilitzi en peces que hagin estat o vagin a ser plegades.

Passadors

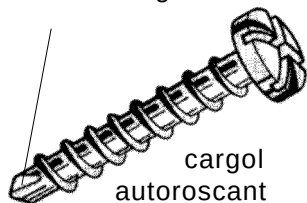
Amb les barretes de plàstic (PVC, PP, PE, PS i ABS) que es venen en algunes ferreteries per a la soldadura amb pistola d'aire calent, podem tallar trossos i fer passadors reblonant els extrems tal com dèiem per les metxes. Aquestes unions poden efectuar-se de manera que deixin llibertat de moviment fent el paper d'eixos de rotació.

Cargols

Amb els cargols es pot unir plàstics entre si, amb metall, amb fusta, etc. Les unions mitjançant cargols es mantenen per la pressió que exerceix la cabota del cargol contra una de les peces, mentre que la rosca pressiona contra l'altra. Quan s'utilitzen cargols amb plàstic rígid s'ha d'anar en compte per evitar que les tensions internes provoquin la formació d'esquerdes al voltant del forat. Amb els plàstics flexibles el perill és provocar una deformació per excés de pressió.

A les unions amb cargols cal tenir en compte la diferència entre els forats passants i el de fixació. Un foradat incorrecte pot ocasionar posteriorment l'aparició d'estrès mecànic a les peces. Les cabotes còniques obliguen, per exemple, a l'aixamfranat corresponent. Tenint en compte que estem tractant fonamentalment de peces provinents de la emmotlladora i la plegadora, el més probable és que el roscat s'efectuï en el si d'un altre material. Tanmateix farem algun comentari al respecte.

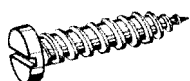
ranura per a
l'autoroscatge



cargol
autoroscant

Cargols autoroscants

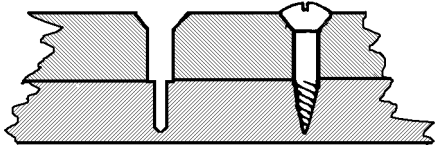
Els cargols autoroscants dissenyats per als plàstics s'utilitzen força en joguines i electrodomèstics. Tenen unes ranures que els hi permeten obrir-se pas en el material com les broques. El forat passant ha de ser de diàmetre suficient per encabir el cargol sense forçar-lo. El forat per roscar ha de tenir una longitud lleugerament superior que la rosca per poder acumular les partícules que es desprenen al roscar. El diàmetre depèn del diàmetre del cargol, el seu disseny i la naturalesa del plàstic. El problema d'aquest tipus de cargol és que difícilment es troba a les ferreteries.



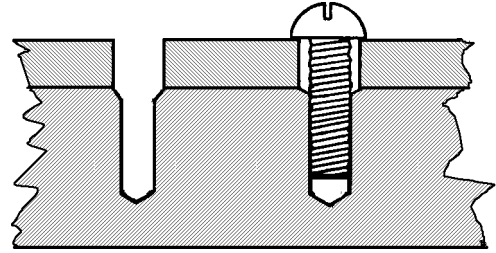
Els cargols per a aglomerat i de rosca per a xapa es fixen molt bé en els plàstics flexibles com el PE i el PP i en el PVC per la seva elasticitat.

Cargols per a fusta, per a aglomerat i de rosca per xapa

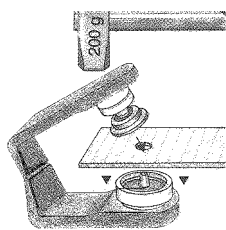
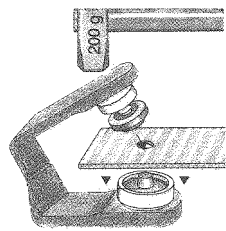
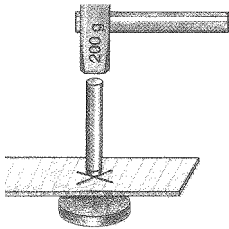
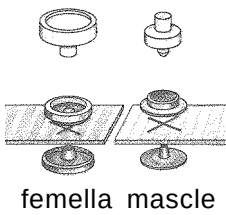
El cargols cònics per fusta només es poden utilitzar en els plàstics flexibles, però no són aconsellables. Els cargols per a aglomerat i per a xapa es collen bé als plàstics, tant flexibles com rígids. En els plàstics flexibles la regla general és donar al forat per a la rosca el mateix diàmetre que el del nucli del cargol. Tanmateix, pels plàstics molt rígids, aquest diàmetre no és suficient, en general per aquests el



Per garantir una bona fixació sense risc pels materials el cargol només ha de rosca en una de les dues peces a unir, essent retinguda l'altra per la pressió del cap.



forat haurà de ser només lleugerament inferior al diàmetre nominal. Per exemple un cargol de 4 mm pot collar-se en metacrilat en un forat de 3.5 mm. És recomanable procedir avançant i retrocedint alternativament per marcar bé la rosca.



Cargols de rosca de màquina amb femella

La unió amb cargol, femella i volanderes es fa amb forats passants a través de totes les peces que hi intervenen. L'única causa de tensió o deformacions és una pressió excessiva. Els cargols de rosca de màquina es fixen molt bé directament en el plàstic. Els plàstics rígids es poden rosca amb mascles de rosca amb la mateixa tècnica que es fa amb el metall. Com a lubricant es pot utilitzar cera, oli o una solució sabonosa, segons la necessitat de neteja posterior del forat, que sol ser imprescindible en plàstics transparents com el metacrilat.

Ullets i botons de pressió

Els plàstics més flexibles com PP, PE i PVC en forma de làmines de gruix inferior a 1.2 mm, es poden unir entre si mitjançant ullets metàl·lics. El forat s'ha de fer amb un traucador de tenalla o de punxó. També s'hi poden col·locar botons de pressió com els emprats a les peces de roba esportiva. Amb el sistema dels botons de pressió es poden subjectar carcasses i cobertes obtingudes per emmotllament de manera que es puguin posar i treure. La part mascle del botó es pot fixar en xapa metàl·lica a través d'un forat, en fusta, aglomerat o DM mitjançant un cargol.

Grapes

Les làmines de plàstic de gruixos al voltant de 1 mm es poden grapar llevat del PS cristall. Pel PMMA tampoc seria recomanable però de tota manera les planxes utilitzades són més gruixudes. En general les grapes es poden utilitzar pel PVC i, sobre tot pel PP i el PE. Les planxes de PP (Plakene) fins a 0.8 mm poden doblegar-se i grapar-se per formar cubetes. Peces de PP obtingudes amb l'emotlladora

Els botons de pressió utilitzats a les peces de roba esportiva poden servir per unir plàstics flexibles.

poden fixar-se sobre fusta amb una grapadora de paper o amb una clavadora. El PVC escumat és també un material que resisteix molt bé les grapes col·locades amb clavadora.

4. Processos de transformació dels plàstics

En els crèdits comuns de l'ESO és aconsellable tractar només a grans trets els processos de transformació de la indústria del plàstic. L'anàlisi del funcionament de la maquinària i dels elements que intervien resulta molt més apropiat per a la Tecnologia industrial del Batxillerat. L'alumne/a de 12 a 16 anys ha de tenir només el concepte bàsic de les diferents tècniques i el tipus de producte que s'obtenen amb cadascuna.

Per la presència a l'aula de l'emmotlladora per buit és lògic que es dediqui a aquest procediment més atenció de la que rebria en comparació a les altres tècniques. Cal situar-lo al lloc que ocupa, en relació als altres procediments i diferenciar-lo dels diferents tipus d'emmotllament. Un repàs esquemàtic dels processos de transformació més usuals a la indústria del plàstic, amb referència als productes i aplicacions característiques, ajudarà a valorar el seu paper.

Si analitzem els objectes que tenim al nostre entorn, o les seves parts de plàstic, tot seguit veurem que la tècnica més usual és la injecció. L'altre més corrent és l'extrusió amb les seves variants com l'extrusió-bufatge.

Propostes per activitats a classe en relació amb els processos de transformació:

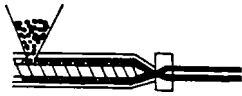
Observant l'entorn de l'aula i els estris que porteu a la cartera feu una llista d'objectes totalment o parcialment de plàstic indicant el procés de transformació que han sofert.

Fen llistes anàlogues a l'anterior, però a partir dels productes que podem trobar en un supermercat i a la llar.

Alguns dels processos de transformació dels plàstics citats són pràcticament manuals, podríem dir que artesanals, els altres són típicament industrials. Intenta analitzar-los des d'aquest punt de vista.

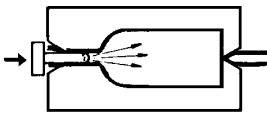
Principals processos de transformació dels plàstics

extrusió



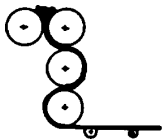
Un cargol sense fi impulsa, per un cilindre escalfat, el granulat de plàstic que es fon i surt a pressió sense interrupcions per un capçal que dona forma a la secció: *tub rígid, mànegues, perfils, canaletes, aïllament per cable elèctric, ...*

emmotllament per extrusió-bufatge



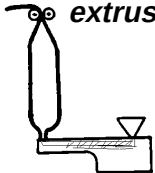
El tub que surt de l'extrusora penetra en un motlle de dues peces que s'ajunten, aleshores s'infla amb aire a pressió el tros de tub retingut pel motlle: *ampolles, bidons, recipients per a líquids en general ...*

calandrat



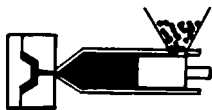
El plàstic que surt d'una extrusora o d'una amassadora, etc, passa entre un conjunt de corrons superposats, sotmesa a l'acció combinada de la pressió i el lliscament: *hules, planxes de poc gruix, ...*

extrusió amb bufatge de film



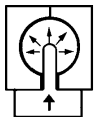
El tub que surt de l'extrusora s'infla amb aire formant una bombolla de paret molt prima que es recull per l'extrem oposat en una bobina després de ser plegat: *làmines de polietilè i PVC per bosses, recobriments d'hivernacles...*

emmotllament per injecció



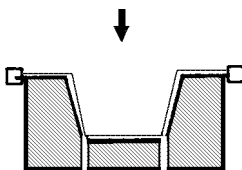
El plàstic es fon en un cilindre amb cargol sense fi que també fa d'èmbol i injecta alternativament plàstic a alta pressió a dins del motlle responsable de la forma: *gibrells, cubetes, galledes, caixes, joguines, carcasses electrodomèstics, components automoció...*

emmotllament per injecció-bufatge



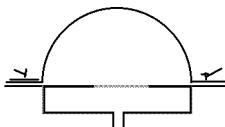
El plàstic és injectat primer amb una preforma que a la mateixa màquina o en un altre s'infla amb aire a pressió dins del motlle responsable de la forma: *ampolles, especialment per productes neteja, úsos cosmètics, higiènics i sanitaris.*

emmotllament al buit



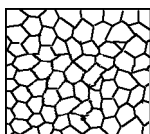
Una planxa de plàstic ablanida per la calor i fixada en un bastidor, per acció de la pressió atmosfèrica, s'aplica contra la superfície d'un motlle: *envasos per productes alimentaris sòlids o de consistència pastosa, embalatges que reproduïxen la forma del elements continguts, blisters, safates per planters...*

conformat per bufatge



Una planxa de plàstic ablanida per la calor i fixada en un bastidor es sotmesa a la pressió provinient d'un compressor: *cúpules transparents, peces buides...*

escumeig



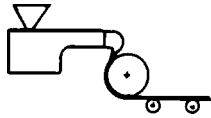
Aire o un altre gas queda retingut en forma de bombolles permanents en la massa del plàstic abans de solidificar-se; per agitació, insuflació o mitjançant agents escumejants (plàstics cel·lulars, escuma de PS (Porexpan) escuma de PUR (goma-escuma), PVC escumat): *aïllants tèrmics, matalassos, esponges, embalatges, cascos per ciclisme i patinatge, plafons lleugers...*

colada



Característic de les resines que en estat líquid, mesclades amb l'accelerant i el catalitzador s'aboquen en el motlle on solidifiquen: *planxa de metacrilat, figures de resina, inclusions en resina.*

chill-roll (enrotllat-refredat)



De l'extrusora surt una làmina que es diposita sobre un cilindre refrigerat sobre el qual pren consistència i passa posteriorment al bobinatge. El gruix depèn de la velocitat de gir del cilindre: *làmines i planxes.*

emmotllament rotacional



El plàstic en estat pastós, sotmès a la força centrífuga en un motlle buit que gira segons un o ambdós eixos, es projecta sobre tota la paret interior del motlle: *grans peces buides i cilíndriques o circulars, dipòsits, ninots de làtex.*

recobriment per immersió



La peça a recobrir es submergeix sense escalfar-la en una massa de plàstic dissolta o en estat de gel: *recobriment de mànecs d'eines, guants de goma, fundes...*

sinterització en llit fluïditzat



La peça esclafada s'introdueix en un dipòsit amb pols de plàstic en suspensió (llit fluïditzat) que s'adhereix i es fon: *recobriment d'objectes metàl·lics ...*

emmotllament per compressió (premsatge)



El plàstic en pols és escalfat i comprimit entre les dues parts d'un motlle on polimeritza si es tracta d'un plàstic termoendurable: *components per electricitat i electrònica, elements mecànics...*

emmotllament per transferència (premsatge per transferència)



El plàstic en pols és escalfat i estovat en un gresol d'on es transfereix sota la pressió d'un pistó al motlle: *material elèctric, elements mecànics, (substitueix a la injecció en el plàstics termoenduribles).*

laminats per contacte



Sobre la superfície interna (o externa) d'un motlle de gran tamany es disposen amb pinzells i espàtules capes de resina impregnant «mats» de fibra de vidre: *cascos de barques i vaixells amb fibra de vidre...*

mecanitzat



Es dona a la peça la forma i dimensions desitjades mitjançant eines o màquines-eina: *per objectes de decoració (resines, metacrilat), peces especials per a maquinària.*

5. Concepte i teoria de l'emmotllament

5.1. Concepte d'emmotllament

L'emmotllament i el seu entorn tecnològic impliquen una sèrie de fets i conceptes força interessants. Començarem pel mateix concepte d'emmotllament. *L'emmotllament és l'operació de donar la forma i la mida desitjada a una matèria per mitjà d'un motlle.* El motlle és la peça buida o plena que en aplicar o vessar en ella una matèria flexible o en estat fluid fa que aquesta adquireix la forma que determinen les superfícies del motlle amb les quals entra en contacte. Aquesta podria ser la definició aplicable a qualsevol tipus de motlle. En el cas de l'emmotllament per buit el plàstic adquireix la flexibilitat necessària mitjançant la calor i s'aplica contra la superfície del motlle per acció de la pressió atmosfèrica.

Prosseguint en la nostra anàlisi, el pas següent és considerar els objectius i raons de ser de l'emmotllament. Aquesta qüestió té un interès didàctic que convé aprofitar. És un bon exemple d'anàlisi tan d'objectes com de tècniques i a més permet referències transversals amb altres àrees. Des del punt de vista de la didàctica de la Tecnologia, el treball amb plàstics pot servir de referència pels metalls i facilitar la introducció d'alguns conceptes comuns, especialment tots els relacionats amb el conformat, fluència del material, tensions internes, etc. Des del punt de vista de l'àrea de Ciències socials es relaciona amb molts aspectes del desenvolupament tecnològic de la humanitat com veurem més endavant.

Objectius de l'emmotllament

El primer objectiu de l'emmotllament és la transferència de la forma i dimensions d'un material fàcilment modelable o mecanitzable a un altre de manipulació més difícil o impossible amb altres mitjans. El material que rep la forma té en canvi prestacions més avantatjoses. El segon objectiu és la producció en sèrie d'objectes d'igual forma i mida. Normalment, però no sempre, es persegueixen ambdós objectius.

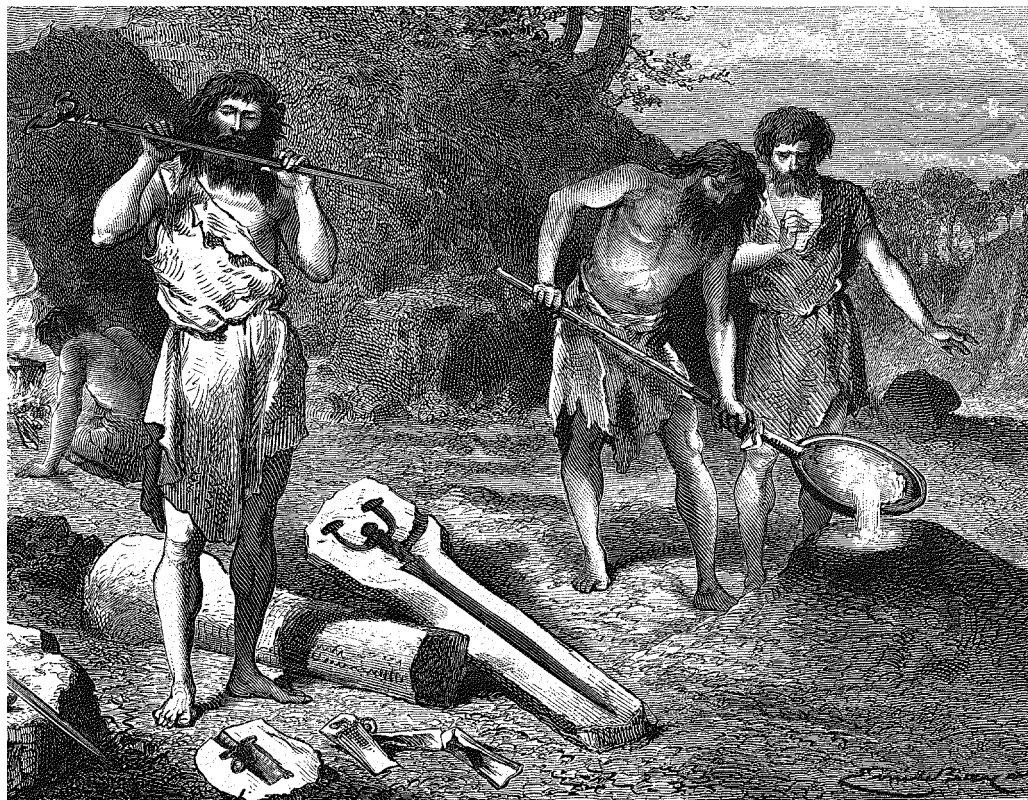
Referències històriques

La història de l'emmotllament es relaciona amb els metalls i els maons. Les primeres tècniques d'emmotllament amb metalls van estar relacionades amb la fosa del coure i el bronze fa més de 4.000 anys. Els primers motlles van ser de pedra i d'argila. En els motlles de pedra, generalment de gres i amb dues peces, la forma era esculpida en una de les peces i l'altre feia de tapa. En els d'argila el procediment característic és conegut amb el nom de *cera perduda*. Aquesta tècnica consisteix a modelar en cera la forma, la qual es

La utilització de motlles per donar forma als materials es remunta milers d'anys enrera.

L'aparició i difusió del bronze va unida a les tècniques de colada. Els primers motlles van ésser probablement de pedra.

A la figura, aquest procediment idealitzat en un gravat del s XIX.



cobreix amb fang fluïdificat amb aigua. Es deixa assecar i s'escalfa deixant sortir la cera per un porus. A l'interior de la massa de fang resta una cambra buida amb la forma que servirà de motlle pel metall fos. Amb aquest procediment s'obté una peça única.

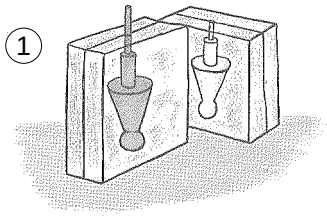
Aquesta tècnica s'utilitza en arts plàstiques i també industrialment per produir peces de forma complexa amb aliatges que no permeten la injecció. El motlle que rep el metall ha de trencar-se per extraure la peça. El model en cera s'obté per injecció amb màquines semblants a les utilitzades pels plàstics.

En aquestes dues tècniques que acabem de citar l'objectiu principal és la transferència de la forma amb unes dimensions determinades. En el cas dels motlles de pedra aquests es poden reutilitzar però no permeten grans sèries. La injecció es pot considerar derivada d'aquestes tècniques d'emmotllament per colada. A la fosa l'entrada del material en el motlle té lloc pel seu pes. A l'injecció, degut a la viscositat i poca densitat del plàstic, ha d'intervenir una pressió externa.

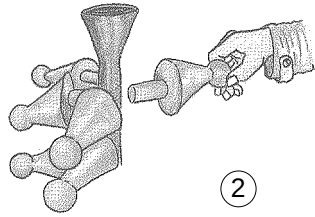
Els primers objectes emmotllats produïts en grans sèries, malgrat que fos artesanalment, van ser la tova i el maó. La tova està feta amb argila o amb fang sovint pastats amb palla i assecats al sol. El maó està fet amb argila cuita. L'aparició del maó amb la seva forma de paral·lelepípede ens remunta a una antiguitat superior als 6.000 anys. El tallat sistemàtic de la pedra per construir és posterior. L'origen sembla trobar-se a les cultures mesopotàmiques on és documentat

Fosa pel procediment de la cera perduda

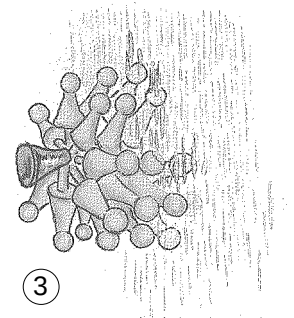
La tècnica de la cera perduda s'utilitza especialment per a la producció de peces de formes complexes



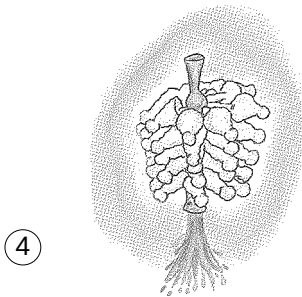
1 Forma de cera obtinguda per injecció en un motlle metàl·lic.



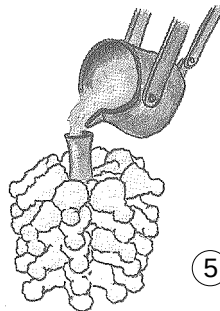
2 Amb les formes de cera es forma un raïm a partir d'un eix també de cera.



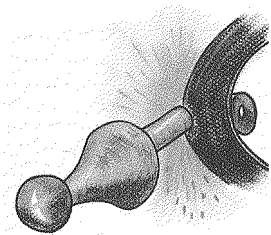
3 El raïm de formes es recobreix amb material ceràmic refractari.



4 El material que recobreix les peces es cou i al mateix temps s'elimina la cera, el resultat és un motlle de cavitats múltiples.



5 El motlle obtingut rep la colada de material fos.



6 Les peces obtingudes es separen del raïm, i si s'escau, es desbarven, reben el tractament tèrmic corresponent i finalment són verificades.

importància dels motlles:

-producció en sèrie
economia en temps i
mà d'obra, baix preu

-normalització
prestacions conegudes
forma i dimensions
determinades

amb aquesta antiguitat l'ús de maons per a la construcció. Però les aglomeracions urbanes més antigues que han estat excavades fins avui són les de Mohenjo Daro i Harappa a la vall de l'Indus, a la regió de Sind a l'actual Pakistan. Especialment Mohenjo Daro, amb unes tècniques de construcció ben definides basades en el totxo unit amb argamassa, resulta un model impressionant de com un material en estat plàstic, l'argila, es emmotllat per produir un objecte seriat amb unes dimensions i sobre tot una forma definides. L'impacte en les formes de vida és contundent: el maó determina unes parets rectes i integrades entre elles formant angle recte. Les runes de Mohenjo Daro ens mostren la existència d'un concepte d'urbanisme conseqüència del maó i aquest producte de l'emmotllament. La fabricació generalitzada d'un objecte emmotllat i normalitzat, amb mides definides, determina les condicions de vida individuals i col·lectives. El procediment d'emmotllament és el mateix que ha perdurat a les bòbiles tradicionals.

Resulta interessant destacar el fet que la producció seriada no es exclusiva dels processos de fabricació industrial, existeix també seriació en la producció artesanal i com aquest resulta igualment d'una repercussió social determinant.

Estructura dels plàstics



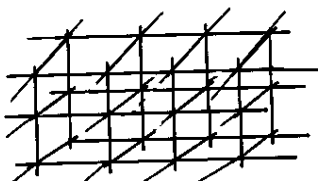
termoplàstic:
cadenes lineals no
ramificades



termoplàstic:
cadenes lineals
ramificades



elastòmers:
cadenes enllaçades entre
si amb possibilitat de
desplaçament reversible



termoenduribles:
cadenes enllaçades formant
una xarxa tridimensional,
amb impossibilitat de lliscar
les unes sobre les altres

Les forces de Van der Waals es donen entre àtoms, entre molècules o entre àtoms i molècules. Donen lloc a un tipus d'enllaç dèbil diferent de l'enllaç químic que es relaciona amb nombrosos fenòmens com la tensió superficial, el fregament, els canvis de fase, la cohesió de molts sòlids, la viscositat, etc. Depèn de la interacció dels electrons de les dues estructures.

5.2. Estat plàstic

5.2.1. Teoria de l'estat plàstic

Ja hem dit en introduir el concepte de plàstic que aquests deuen el seu nom a la seva plasticitat, és a dir a la capacitat de ser modelats. Tanmateix aquesta plasticitat només la presenten sota determinades circumstàncies. En el cas dels plàstics termoenduribles es tracta de substàncies que només són modelables abans de finalitzar totalment el seu procés de polimerització, després del qual es comporten com a termostables. Això és conseqüència de la formació d'enllaços entre les cadenes de manera que es constitueix una estructura en xarxa tridimensional. Aquest fenomen es coneix com a reticulació.

Hi ha dos maneres de donar forma als plàstics termostables. Una d'elles és detenir la polimerització en estat de prepolímer termoplàstic que permet l'emmotllament, però que reticula irreversiblement amb la calor. L'altra és l'emmotllament per colada, amb els monòmers o amb el prepolímer, provocant-se la polimerització final i la reticulació mitjançant un catalitzador.

En els termoplàstics l'emmotllament es pot realitzar en escalfar fins a la temperatura adient el polímer ja format. Hi ha alguna excepció com el metacrilat de colada que es pot emmotllar per colada provocant-se la polimerització dins del motlle, tanmateix el metacrilat resultant és un termoplàstic que s'estovarà al ser escalfat. Aquesta és precisament la característica definitiva dels termoplàstics: ablanir-se per acció de la calor i tornar a recuperar consistència, de manera reversible, en refredar-se.

És fonamental destacar que els canvis físics que experimenten els termoplàstics amb la temperatura no corresponen als canvis d'estat que tenen lloc a una temperatura exacta com les transicions entre els estats *sòlid* $\longleftrightarrow$ *líquid*, *líquid* $\longleftrightarrow$ *gasós* o *sòlid* $\longleftrightarrow$ *gasós*, si no que es tracta d'una transició caracteritzada per un canvi gradual en la resposta esforç/deformació, és a dir, en la seva resistència mecànica i el seu mòdul d'elasticitat. A més, s'ha de tenir sempre ben present que quan parlem dels termoplàstics no ho podem fer mai en termes absoluts, sempre s'està en presència d'una barreja de cadenes més o menys llargues, més o menys ramificades.

A l'estat sòlid els termoplàstics mantenen la cohesió i la posició de les seves cadenes per acció de les anomenades forces de van der Waals i de les de caràcter electrostàtic. Aquestes forces són molt més febles que l'enllaç covalent que uneix els monòmers entre si. Aquests enllaços febles es debiliten per la calor i permeten la mobilitat de les cadenes, com a conseqüència el material s'estova. En la cohesió també intervé el simple entrellaçament mecànic.

**Temperatures
aproximades de
transició vítria
d'alguns plàstics**

	°C
SI	-123
LDPE	-120
HDPE	-120
PP	-16
PA 6,6	50
UP	75
PVC	70/90
PS	85/125
PMMA	90/105
ABS	88/125
PC	145

5.2.2. Efecte de la temperatura en la condició dels plàstics

Ja hem fet esment que la variació del comportament mecànic dels termoplàstics en funció de la temperatura és una transició contínua de l'estat sòlid fins a la fusió o a la degradació. Per evitar confusions amb el concepte de canvis d'estat no parlarem de diferents estats sinó de diferents condicions.

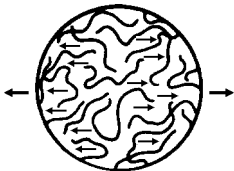
Condició vítria

A baixes temperatures els termoplàstics es comporten com un vidre ceràmic en resposta a l'esforç mecànic només hi ha moviments locals que afecten a alguns segments de les cadenes. En aquesta condició el plàstic és rígid i trencadís. La presència de plastificants i càrregues modifica aquestes característiques.

Per alguns plàstics la condició vítria coincideix amb l'estat que presenten a temperatura ambient. En d'altres la temperatura ambient ja està molt lluny de la condició vítria. La temperatura de transició vítria és la franja de temperatura a la qual té lloc el pas de la condició vítria a l'elàstica.



líquid:
moviment molecular sense
esforços externs



condició plàstica:
moviment molecular
sota esforços externs



sòlid:
moviment molecular
molt restringit, fins i
tot sota esforços
externs

Condició elàstica

El comportament mecànic dels termoplàstics en aquesta condició depèn de la naturalesa del polímer i del grau d'ordenació molecular. Un refredament lent després de ser escalfat facilita l'ordenació, és a dir, un cert grau de cristal·lització, que dona al plàstic una resistència mecànica més elevada.

En resposta a l'esforç mecànic, les molècules que encara estan unides per algunes forces intermolecular febles i entrellaçades mecànicament s'estiren i poden lliscar unes sobre les altres. El comportament és similar al de la gomes elàstiques, en actuar una força suficient el material es deforma, però per continuar la deformació ha d'incrementar-se proporcionalment el valor de la força. *La resistència que presenta el material, degut a les tensions internes és proporcional a la deformació que ha patit.*

Condició plàstica

El pas de la condició elàstica a la plàstica és gradual. En la condició plàstica els materials sota l'acció de les forces flueixen sense trencar-se i pateixen deformacions permanents (deformacions plàstiques). *La resistència que ofereix un material no depèn de la deformació soferta.* Mentre actuï una força externa i no es neutralitzi amb una altre el material es continuarà deformant.

Estat líquid

Les molècules són relativament lliures i poden canviar la seva posició sense intervenció d'una força externa. Les forces de cohesió són febles. En els plàstics l'estat líquid manté una certa viscositat degut a la longitud de les cadenes dels polímers cosa que dificulta el seu moviment.

Degradació química

Per sobre de temperatura de descomposició els enllaços químics es trenquen i les cadenes del polímer es desintegren, normalment amb despreniment de gasos. Alguns termoplàstics, com el PFTE (tefló), assoleixen la temperatura de descomposició sense arribar a l'estat líquid.

5.3. Relació entre esforç i deformació sota les condicions plàstica i elàstica

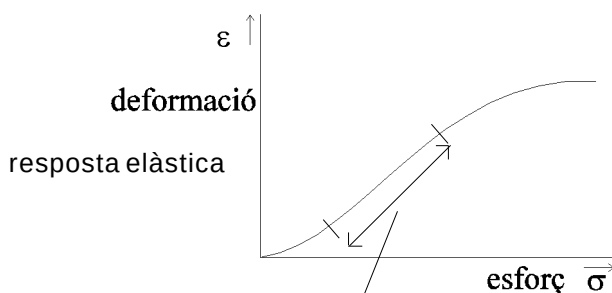
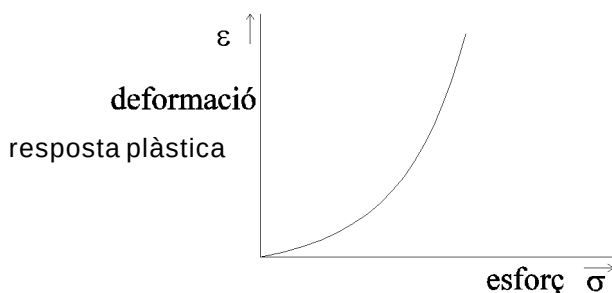
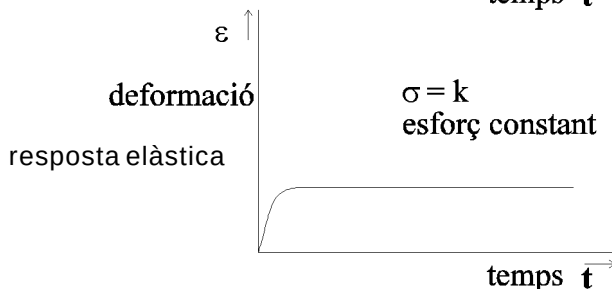
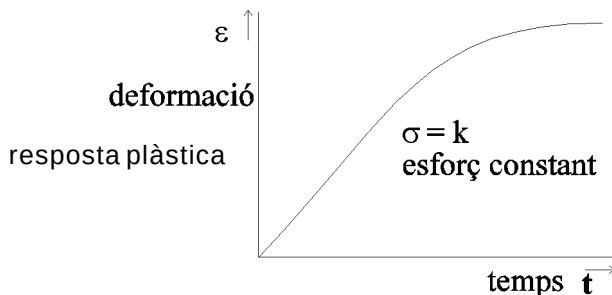
Esforç constant

Condició plàstica

La resposta plàstica es caracteritza per una deformació progressiva mentre actua la força. Aquesta deformació augmenta fins que comença a actuar la resistència deguda al material que dona suport al cos plàstic sotmès a l'esforç. En el cas de l'emmotllament les superfícies del motlle són les que aturen la deformació. El xiclet que s'estira amb els dits, fins formar un fil, és un bon model.

Condició elàstica

La resposta elàstica d'un cos sotmès a un esforç és una deformació la magnitud de la qual, a partir d'un cert instant, depèn de la intensitat de la força que actua i no del temps transcorregut. Una goma elàstica de la qual penja un pes és el model més gràfic.



Esforç variable

Condició plàstica

En créixer l'esforç al qual són sotmesos els cossos amb resposta plàstica, augmenta la seva deformació de manera progressiva.

Condició elàstica

La resposta elàstica a l'augment de l'esforç al qual està sotmès un cos es caracteritza per un increment lineal de la deformació, fins un punt a partir del qual ja no hi ha increment de la deformació fins el límit de fractura.

5.4. Efectes de la temperatura en els plàstics

Descomposició química

Combustió

En presència d'oxigen, oxidació dels gasos despresos, es caracteritza per la flama o la incandescència.

Piròlisi

Descomposició per la calor, despreniment de gasos amb vapors i olors.

Temperatura de descomposició

Estat líquid

Moviment lliure de les molècules sense necessitat d'intervenció de forces externes
Comportament fluid, líquid viscos.

Temperatura de fusió

Condició plàstica

Moviment de cadenes sota esforços febles.
La deformació continua sota forces externes constants.
La deformació roman al desaparèixer les forces externes.

Condició elàstica

Sota esforços moderats les cadenes s'adrecen i comencen a lliscar limitadament les unes sobre les altres .
La deformació augmenta només si s'incrementa el valor de la força externa.
La deformació desapareix en cessar les forces externes.

Temperatura de transició vítria

Condició vítria

Sota grans forces moviments locals de segments de cadena.
Les cadenes ja no poden lliscar les unes sobre les altres .
El material es torna rígid.

Observacions:

En augmentar la temperatura, d'un estat rígid, trencadís, es passa gradualment a l'estat líquid, a partir de l'estovament inicial. Això és totalment diferent al que succeeix en el canvi d'estat de les substàncies pures. En aquestes el canvi d'estat té lloc a una temperatura determinada que no varia durant tot el procés de canvi.

Tampoc s'ha de confondre el pas de la condició elàstica a la plàstica, com a conseqüència de la calor, amb la resposta elàstica o plàstica d'un material, en funció de la intensitat de l'esforç aplicat.

5.5. Consideracions didàctiques

No cal exigir de la major part de l'alumnat una comprensió detallada de la química dels polímers ni de la interpretació a nivell molecular del comportament dels termoplàstics. Però en canvi és imprescindible una certa comprensió dels aspectes macroscòpics relacionats amb les tècniques de transformació dels plàstics, especialment tot allò que faci referència al treball amb l'emmotlladora per buit i la plegadora. La millor manera d'introduir a l'alumnat en aquests conceptes és a partir de situacions o representacions que resultin familiars. Pels alumnes d'ESO, en els crèdits comuns, no cal anar més enllà d'una comprensió intuïtiva de les condicions elàstica i plàstica. Amb l'alumnat de batxillerat es pot fer referència al paper de les forces d'atracció intermolecular en els fenòmens relacionats amb la deformació elàstica i la deformació plàstica.

Condició vítria

S'assimila simplement a l'aparença i comportament dels plàstics rígids. Els plàstics sota aquesta condició s'assemblen en el seu comportament mecànic a la ceràmica, cosa que es pot demostrar pel tipus de fractura en les planxes gruixudes i en els blocs o barres. Un bon exemple és el metacrilat en planxa gruixuda o en barra. Els altres plàstics més representatius són: PC, PS cristall, ABS i PVC.

Una conseqüència amb repercussions pràctiques a l'aula és que els termoplàstics amb una temperatura de transició vítria molt baixa no són aptes pel termoconformat per plegatge, mentre que els que la tenen alta resulten adequats. Només cal comparar les temperatures de transició vítria amb la relació de plàstics utilitzables amb la plegadora.

Condició elàstica

El model macroscòpic és la goma. Les cambres de pneumàtic, les planxes de goma poden donar una idea del concepte de condició elàstica. Un material en condició elàstica típica és també la goma, per exemple la dels globus. La làmina que forma el globus es comporta com una làmina de termoplàstic en estat elàstic. En refredar-se sota tensió, la forma queda «congelada».

Per tenir un model a nivell molecular imaginem-nos un garbuix de molles molt llargues i ben embullades entre si, aquesta massa dona una idea de la condició elàstica.

Condició plàstica

La plastilina és un bon model de material plàstic. L'argila de modelar presenta també les característiques de la condició plàstica. Molts objectes de terrissa es fabriquen emmotllant argila. L'exemple del garbuix de molles de la condició elàstica es pot comparar amb el format per una sèrie de collars de perles que és el que ens pot servir de model per a l'estat plàstic.

És fonamental insistir que la transició de la condició elàstica a la plàstica és contínua i, en un cert interval de temperatura, coexisteixen ambdues amb el predomini d'una o de l'altre en funció de l'esforç aplicat. És important que l'alumnat sigui conscient de la importància pràctica d'aquests conceptes. La condició que presenti el plàstic tindrà pels alumnes repercussions en la manera que hauran de procedir a causa de la variació en les propietats mecàniques.

Durant l'emmotllament per buit s'observen diferències destacables en el comportament dels plàstics. En alguns d'ells, per exemple el PVC, predomina la condició elàstica i altres com el PS o el PP passen de seguida a la condició plàstica. El mateix plàstic segons el procés de producció que hagi patit pot presentar una major tendència cap a la condició elàstica o cap a la plàstica. Un exemple és el PMMA, en el PMMA obtingut per colada en escalfar-se predomina la resposta elàstica, en canvi el PMMA extruït té un comportament plàstic més acusat. El plegatge d'un plàstic és convenient efectuar-lo al començament de la condició elàstica per controlar millor la deformació. En canvi, l'emmotllament per buit resulta convenient realitzar-lo a l'inici de la condició plàstica. Quan s'està treballant amb un plàstic sota la condició elàstica no es pot deixar d'exercir la força que li dona la forma desitjada fins que es refredi i recuperi una certa rigidesa. En cas contrari les tensions internes el deformarien degut a la tendència a recuperar la forma inicial. En el cas de la plegadora la força l'exerceixen les mans. En l'emmotlladora, la realitza la pressió atmosfèrica mentre actua la bomba de succió. En el primer cas s'haurà de mantenir la peça subjectada fins que es refredi una mica, en el segon, la bomba de succió de l'emmotlladora ha de romandre en acció fins el refredament de la làmina de plàstic.

6. L'emmotllament per buit a l'aula de Tecnologia

Ja hem analitzat el significat didàctic de la presència de l'emmotlladora a l'aula de Tecnologia. Però també hi ha una sèrie d'arguments per triar l'emmotllament per buit amb preferència sobre altres tècniques. Si analitzem els objectes de plàstic que ens envolten, comprovarem que el procés de transformació més important per a la producció d'objectes de plàstic és la injecció. Tanmateix aquest procediment és molt més complex i les màquines molt més costoses. Els motlles necessiten expulsors que cal ajustar, s'ha de controlar la força de tancament del motlle, s'ha de determinar el pes a injectar, la velocitat del cargol sense fi, la velocitat d'injecció del plàstic fos, la pressió amb que s'injecta, el temps d'injecció i el temps de refredament. Un cop definides totes aquestes variables el procés és totalment automàtic. Les injectores són rendibles per a grans produccions. Les emmotlladores per buit són molt més fàcils de reduir a models de manipulació pràcticament artesanal. Però en la seva manipulació intervenen els conceptes fonamentals de l'emmotllament dels plàstics. A més amb l'emmotlladora es poden produir objectes de mida relativament gran, per exemple una safata de la mida d'un DIN A4 o una carota. Objectes d'aquesta mida requereixen una màquina d'injecció molt més gran.

Aspectes negatius de l'emmotllament al buit

- a)** S'actua sobre un material que ja ha patit un procés de transformació per calandrat a partir de l'estat de grànuls, això és un factor d'encariment, compensat, en part, per la poca matèria prima que conté la làmina o planxa que s'utilitzarà en relació a la seva superfície.
- b)** Producció de residus a causa de les vores necessàries per la subjecció pel marc, en el nostre cas, malgrat ser material reciclable, seran deixalles que haurem de llençar en la seva major part.

Aspectes positius de l'emmotllament al buit

- c)** La maquinària pot ser de reduïdes dimensions, preu raonable i manipulació senzilla i segura.
- d)** Permet obtenir objectes de formes molt variades, de poc gruix i gran superfície en relació a la mida (objectes laminars, còncaus o convexos).
- e)** Els motlles, de disseny senzill, poden construir-se a partir d'infininitat de materials fàcilment assequibles, de baix preu i d'ús comú, així com de fàcil manipulació amb l'equipament de l'aula.

f) Poden utilitzar-se objectes reals com a motlles, per exemple bols, gots, plats...

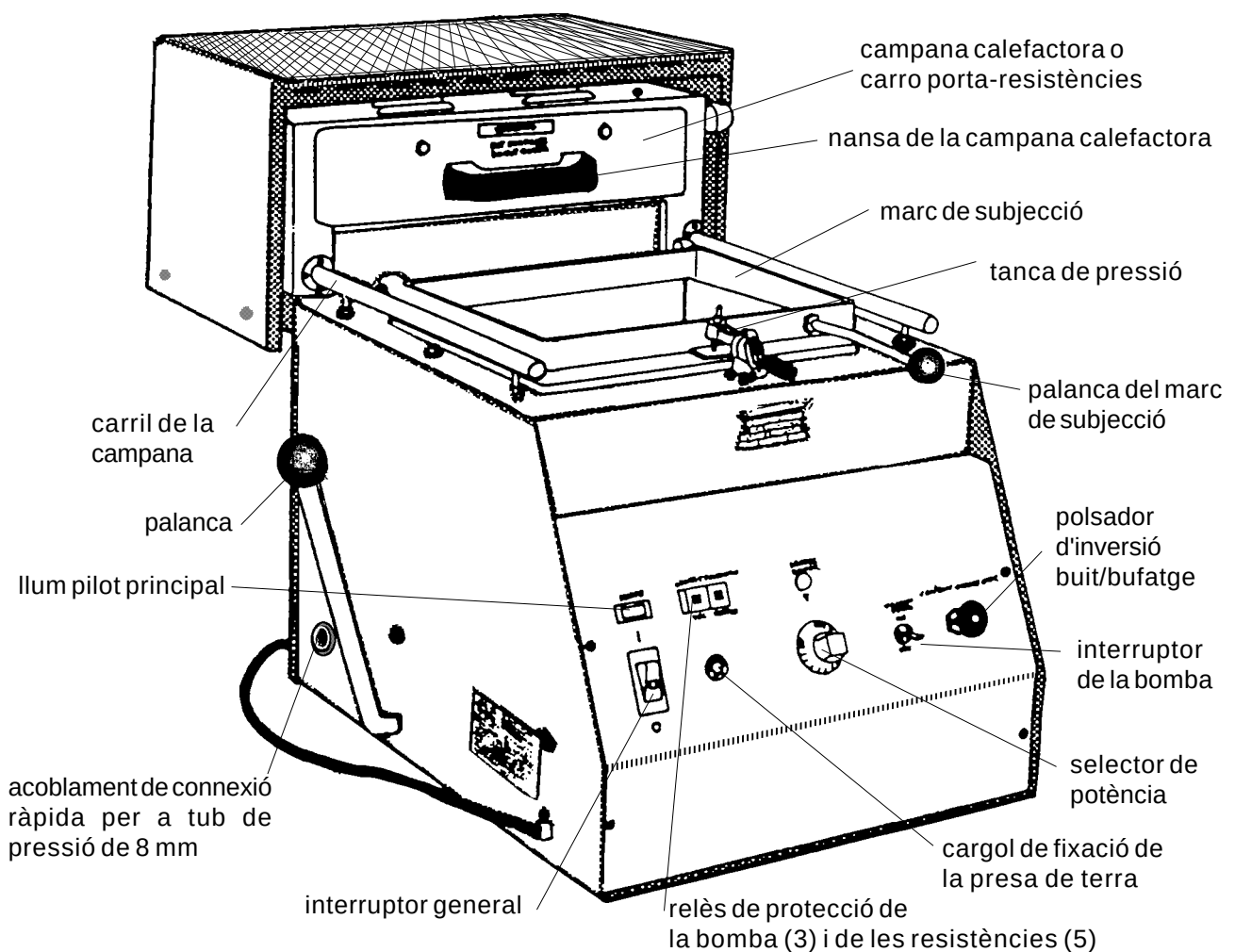
g) Permet demostrar el concepte de memòria dels plàstics amb molta facilitat

h) Es poden emmotllar diferents plàstics, tant nous com reciclats d'objectes ja utilitzats, especialment els provinents d'envasos.

i) Amb només les peces del material de construcció (mecano) i planxes de goma és possible la construcció de reductors, de dissenys i mides diversos per a l'aprofitament de trossos petits de plàstic en la producció de petits objectes.

7. L'emmotlladora per buit

7.1. Descripció i característiques de la màquina emmotlladora



Les emmotlladores per buit aptes per a ús escolar tenen unes característiques molt semblants. Les normes de funcionament i prestacions a les quals farem referència s'hi poden aplicar a totes elles. Tanmateix, nosaltres prendrem com a model la que s'ha rebut als instituts de Catalunya amb les últimes dotacions.

Insistirem un cop més en el fet que l'emmotlladora és en si mateixa un recurs didàctic. En la secció 11.1 es proposen una sèrie de possibles activitats al respecte. Aquí ens limitarem a una enumeració de les diferents parts de la màquina amb la funció que realitzen.

Per sistematitzar l'anàlisi de la màquina, es poden considerar tres tipus de parts o components: els mecànics, els elèctrics i els pneumàtics.

Elements mecànics

palanca
guies
topall (puja i baixa)
tanques de pressió regulables
amb marc metàl·lic

Funció

baixada i pujada de la platina
desplaçament de la campana calefactora
protecció dels motlles contra cops
subjecció de les planxes de plàstic

Elements elèctrics

llum pilot principal
interruptor general
amb llum pilot color ambre
selector del termòstat
relè de seguretat (3)
relè de seguretat (5)
banc de resistències
ceràmiques

Funció

indica alimentació externa (color verd)
indica alimentació interna, amb relè de protecció de desconexió
automàtica en cas d'interrupció en l'alimentació externa
controla la temperatura i l'alimentació del banc de resistències
protecció de la bomba de buit
protecció del banc de resistències
font de calor

Elements pneumàtics

bomba de buit
(es tracta d'una bomba de membrana)
interruptor de la bomba
polsador de la vàlvula
marc de goma
acoblament de connexió

Funció

buit 635 mm Hg
bufat 4 bar màx., 56 l/min màx., flux continu
alimentació de la bomba
inversió de flux mitjançant vàlvula de doble via
estanqueïtat amb la planxa de plàstic
sortida de pressió ràpida per a tub de 8 mm

Característiques tècniques de l'emmotlladora Clarke 1210

Dimensions de la planxa de plàstic	228 x 305 mm
Gruix màxim de la planxa de plàstic	6 mm
Dimensions de la platina	204 x 280 mm
Carrera vertical de la platina	115 mm
Pressió de buit (usual)	635 mm
Sistema calefactor	ceràmic
Dimensions de la màquina:	
amplada x fondària x alçària	500 x 840 x 560 mm
Pes	38 kg
Voltatge	220 - 240 V
Potència consumida	1.416 kW
Intensitat màxima	5,9 A

7.2. Funcionament i normes d'ús

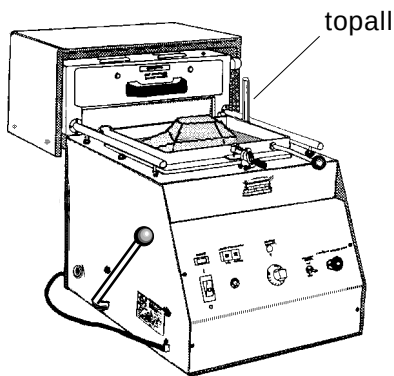
Cicle en buit

Per començar a treballar amb la màquina cal familiaritzar-se del tot amb el seu funcionament. És convenient operar amb seguretat amb tots els seus mecanismes i controls abans de procedir amb el primer emmotllament. La millor manera és iniciar-se verificant tot el cicle en buit.

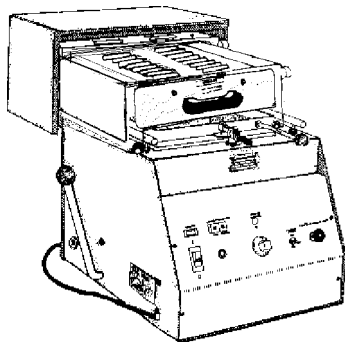
Endollar la màquina en una presa de corrent (tipus schuko com les de les taules de l'aula). S'il·luminarà el llum pilot principal de color verd indicant l'alimentació pel corrent.

Accionar l'interruptor de connexió/relè de protecció, s'encendrà el pilot ambre que té en el interior. Ens indica que l'alimentació arriba al operadors de l'interior de la màquina.

Col·locar el selector del termòstat al màxim (FULL). En accionar-lo s'il·lumina el llum pilot rodó de color ambre que hi ha una mica més amunt, adverteix que les resistències reben alimentació i s'escalfen. Tancar el selector del termòstat (OFF) i accionar l'interruptor de la bomba de buit (ON), el seu funcionament és perfectament audible. Prémer el botó de la vàlvula i comprovar el canvi de so en passar de la succió del buit a la pressió a través del forat localitzat en el mig de la platina.



Mentre s'escalfen les resistències en la posició de repòs ja es pot disposar el motlle sobre la plataforma



Un cop escalfades les resistències s'abaixa la platina amb el motlle, es col·loca la planxa i es cobreix amb la campana calefactora

Córrer endavant la campana calefactora (carro porta-resistències) lliscant per les seves guies endavant fins al topall i retornar-lo totalment enrera a la posició de repòs.

Accionar la palanca que aixeca la platina i parar atenció en el *clac* del mecanisme de retenció que la subjecta al final de la seva carrera. La platina queda fixada en la posició d'emmotllament. No forçar la palanca inútilment un cop s'hagi sentit el ressort de retenció. Observar com puja la barra que fa de topall de seguretat, al mateix temps que la platina. Aquesta barra evita que el banc de resistències ceràmiques entri en contacte accidentalment amb el motlle o que el copegi al lliscar el carro cap endavant.

Empènyer enrera la palanca amb força, però lentament, per desbloquejar i fer baixar la platina.

És convenient repetir en buit el cicle descrit i que ho faci tothom abans de començar a treballar amb planxa de plàstic.

Cicle de treball

El funcionament de l'emmotlladora per buit és molt senzill i s'aprèn en pocs minuts. Les variables que intervenen són molt poques i es controlen per observació directa. Després d'haver verificat el cicle en buit la capacitat per realitzar un cicle real és immediata.

Escalfament de la màquina

Per funcionar amb un rendiment regular, és imprescindible que l'emmotlladora estigui escalfada en tota la seva massa. De no ser així el temps d'escalfament necessari per a la planxa de plàstic va disminuint progressivament. Això obliga a controlar l'estat de la planxa sense que ens puguem refiar del tot del temps.

Per escalfar la màquina la campana calefactora ha de ser a la seva posició de repòs i el selector en la posició màxima (FULL). Així s'ha de mantenir durant uns 15 minuts com a mínim, per tal que les resistències ceràmiques s'escalfin a la temperatura adient. *L'escalfament màxim de tota l'estructura de la màquina en el seu conjunt triga aproximadament un hora.* A partir d'aquest moment el temps d'escalfament necessari per cada tipus de planxa és absolutament constant.

En cas que calgui deixar d'emmotllar per uns moments però interressi continuar poc després, es pot deixar el termòstat a un nivell baix per mantenir la màquina calenta però sense malbaratar energia.

Col·locació del motlle

Per facilitar posteriorment la separació del motlle és recomanable utilitzar productes desemmotllants. Els més usuals són les ceres desemmotllants i els polvoritzadors d'oli de silicona. Les ceres desemmotllants s'apliquen mitjançant una espongeta i un cop assecades es poleixen amb un drap suau. L'encerat dissimula a més petites irregularitats. Si no s'emmotllen masses peces no cal repetir l'encerat. L'oli de silicona requereix repetir més sovint el tractament.

La platina que suporta els motlles és una mena de safata llisa amb la sortida pel buit al centre. Aquesta platina té un accessori que consisteix en una reixeta que encaixa perfectament en el seu marc. La reixeta serveix per evitar que la base del motlle tapi el forat de sortida de la platina. La platina ha d'estar fixada en la seva posició superior per facilitar la col·locació del motlle.

Es pot prescindir de la reixeta si la base del motlle està dotada d'una sèrie de canals col·lectors comunicats amb una cambra central que ha de coincidir amb la sortida pel buit. Els porus d'evacuació del motlle han de partir d'aquestes canals. Així doncs, segons el disseny del motlle i la distribució o concentració de la pressió del buit que es necessiti, es deixa o es treu la reixeta.

En algunes ocasions és necessari i, en general és sempre aconsellable, que el motlle quedi ben centrat. Com que en baixar i pujar la platina el motlle es pot bellugar una mica, convé que estigui fixat a una base de fusta o d'aglomerat de fibra de 204 x 280 mm perquè encaixi perfectament.

Un cop situat convenientment el motlle es baixa suaument la platina mitjançant la palanca.

Col·locació de la planxa de plàstic

Les planxes de plàstic poden tenir fins a un gruix de 6 mm. Les fixacions de les frontisses del marc de subjecció tenen molles que permeten pujar a la frontissa en funció del gruix de la planxa. L'objectiu d'aquest ressort és mantenir el paral·lelisme perfecte del marc metàl·lic respecte del marc inferior de goma. Així es garanteix la pressió en tot el perímetre de la planxa de plàstic i que aquesta sigui homogènia. Les fixacions de les frontisses es poden desmuntar i eliminar elements de la molla per adaptar-lo als gruixos superiors. Tanmateix no es aconsellable treballar amb gruixos per sobre dels 3 mm. La raó principal és l'augment considerable del temps d'escalfament, sense oblidar el preu que en els plàstics és directament proporcional al pes de la planxa. A més, difícilment necessitarem una peça d'un gruix tan gran.

Els altres elements que permeten regular la premuda del marc i adaptar-lo al gruix de la planxa són les femelles del cargol de les tanques de pressió del marc. Afluixant-les, el topall de la tanca es pot pujar i baixar per adaptar la seva alçada al gruix de la planxa.

Les dimensions mínimes de la planxa de plàstic són: 228 x 305 mm. Pot ser una mica més gran, però s'ha d'anar en compte que no quedi per sobre del forat de la barra que en pujar la platina fa de topall a la campana calefactora. El mateix marc de goma serveix de referència per a la correcta col·locació de la planxa.

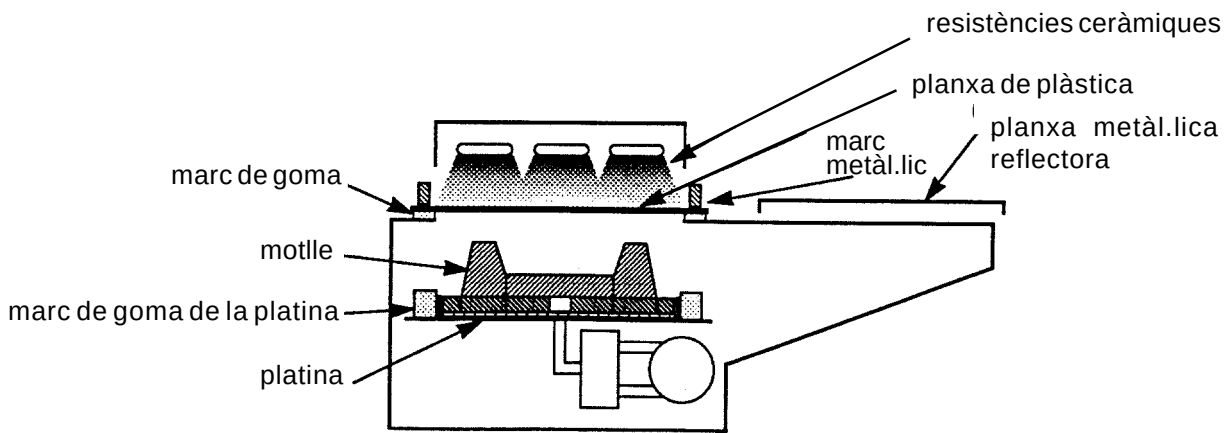
El marc metàl·lic s'abaixa amb la seva palanca. Cal tenir present que aquest marc és la part de la màquina amb la qual ens podem cremar els dits, ja que pot assolir temperatures elevades per rebre l'escalfor directa de les resistències mentre s'escalfa la planxa de plàstic. Si es treballa amb guants el perill desapareix.

Finalment es fixa el marc mitjançant les palanquetes de les tanques de pressió.

Alguns tipus de plàstic, com el PS, tenen un dret i un revés. El dret és lluent i polit i el revés és mat o setinat. Per tal de preservar el dret es cobreix amb una làmina de PE transparent. Aquesta làmina es pot conservar, per evitar ratlladures accidentals, durant tot el procés d'emmotllament i d'acabament posterior. Com que en el disseny del motlle es procura que la cara visible de l'objecte sigui la superior, la

làmina protectora no entra en contacte amb el motlle. En cas de fer-ho pot tenir tendència a adherir-se a la seva superfície, segons l'acabament i naturalesa que aquesta tingui.

Escalfament de la planxa



Posició d'escalfament de la planxa de plàstic

A partir del moment en què les resistències arriben a la seva temperatura de treball i la campana calefactora irradia prou escalfor, es pot passar a cobrir la planxa amb la campana calefactora.

Com ja hem dit, normalment treballarem amb el selector del termòstat en posició màxima (FULL). Quan, per una estona, no s'hagi d'escalfar cap planxa l'abaixarem a un posició inferior.

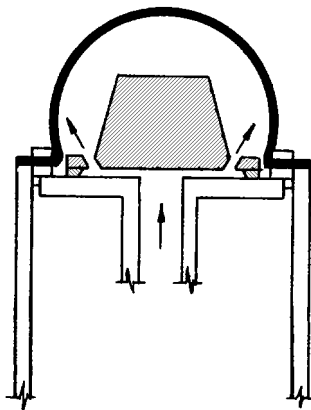
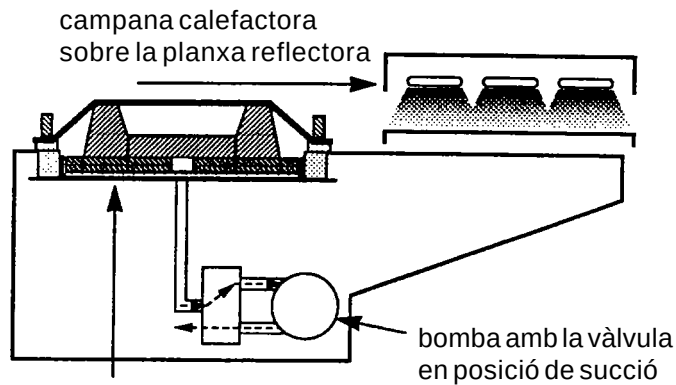
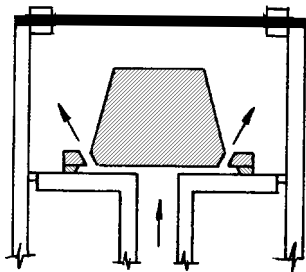
El temps d'escalfament depèn de la naturalesa del plàstic, dels additius que porti i del seu gruix. Per poder aplicar un temps d'escalfament absolutament constant és imprescindible que la màquina estigui prou escalfada en tot el seu conjunt i que les planxes de plàstic siguin exactes.

La determinació d'aquest temps es pot fer per observació directa, tant visual com al tacte. Si ho fem visualment no cal retirar la campana, simplement mirant per sota es veu l'estat de la planxa. Quan el plàstic comenci a bombar es pot procedir a l'emmotllament.

L'altra manera de fer-ho és «al tacte». Consisteix a retirar la campana calefactora i comprovar si la planxa de plàstic cedeix en prémer amb el dit. L'estat adient s'assoleix quan la planxa pren una consistència semblant a la goma i cedeix a la mínima pressió. L'inconvenient d'aquest mètode rau en el fet que el dit pot deixar una empremta sobre el plàstic i que la planxa està calenta, i si es fa sense guants pot cremar una mica. L'avantatge és que ens permet comprovar l'estat de la planxa en diversos punts de la superfície. És important fixar-se en el temps requerit per arribar a aquest punt per poder continuar controlant l'operació només amb el temps.

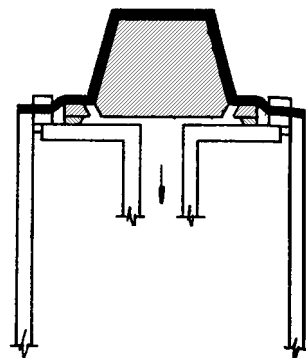
Aixecament del motlle

En el moment en què ja s'hagi comprovat l'estat adient de la planxa o hagi transcorregut el temps necessari es fa pujar la platina amb el motlle. Cal accionar la palanca de manera lenta i progressiva per crear el mínim possible de tensions i aconseguir un estirament regular del material.



Quan el motlle és especialment voluminós, es pot ajudar a minorar les diferències de gruix provocades per la tensió exercida pel motlle sobre el plàstic. Això s'aconsegueix accionant el compressor i prement el botó de la vàlvula per bombar la planxa cap amunt mentre es puja el motlle. Aquesta operació requereix una certa pràctica per evitar que la planxa es doni excessivament.

Pressionant una mica la palanca, al final de la carrera de la platina, aquesta queda travada per un mecanisme de retenció que l'impedeix de baixar pel propi pes.



Bufar just abans de procedir a la succió pot ajudar a obtenir un gruix més regular en tota la superfície. Per bufar a l'inici cal prémer el posador de la vàlvula abans d'accionar el seu interruptor.

Emmotllament

L'emmotllament té lloc en posar en marxa la bomba de buit mitjançant el seu interruptor. El plàstic, per obra de la pressió atmosfèrica, s'adapta a la superfície del motlle en ser xuclat l'aire que es troba en la cambra estanca que forma la cubeta de la platina amb la planxa a emmotllar. El motlle queda entre les dues superfícies i per això el plàstic s'encasta sobre el seu relleu.

Durant el procés d'emmotllament s'han de controlar tres variables: el temps de funcionament de la bomba de buit, el temps de refredament de la forma obtinguda i el bufatge per ajudar a la separació entre plàstic i motlle. Segons el tipus de plàstic, el gruix de la planxa i la complexitat de la forma, s'haurà de mantenir la bomba en marxa més o menys temps.

En els plàstics en què predomini la resposta elàstica sobre la plàstica s'ha de mantenir l'acció de la bomba fins que la planxa es refredi una mica i prengui consistència. En cas contrari la planxa

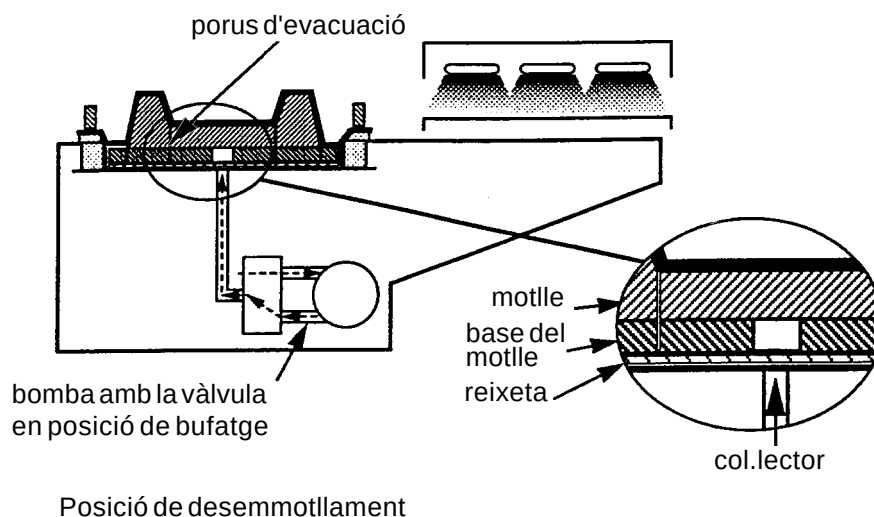
té tendència a separar-se del motlle en les zones d'entrants. Aquest fenomen és típic del PVC i s'accentua en augmentar el gruix, a causa de trigar més a refredar-se i de ser més grans les tensions internes. El cas oposat és el del PP que es fica per tots els racons i els forats, fins i tot en els porus d'evacuació. El PP es trenca amb facilitat al presentar zones més primes que les altres pel seu excés de fluència. El PS s'adapta ràpidament a la superfície del motlle i amb poc segons de bombeig ja és suficient.

El temps de refredament de la forma obtinguda depèn de la temperatura de treball, del gruix de la planxa i la temperatura del motlle. Baixar el motlle immediatament pot provocar la deformació del plàstic. Per accelerar el refredament es pot fregar el plàstic emmotllat amb una esponja o un drap mullats però ben escorreguts i baixar la platina posteriorment. És molt important que l'esponja o el drap estiguin simplement humits i no ragin aigua. Si el plàstic està massa calent i, per tant, molt tou podria deslluir-se la superfície. Quan s'utilitzin, en sessions llargues de treball, motlles de resina o de metall es poden refrigerar també aquests de tant en tant amb l'esponja o el drap humit després de desemmotllar.

Extracció de la planxa

Amb l'emmotllament acabat i la forma consolidada, es posa novament la bomba en marxa però prement el botó d'inversió perquè l'aire a pressió ajudi a separar el plàstic del motlle. Pot passar que el motlle quedi retingut pel plàstic. Si succeeix això, es baixa la platina i s'allibera el plàstic del marc de subjecció i es treu el motlle amb un petit cop sobre la planxa. Òbviament un motlle ben fet no ha de presentar dificultats a l'hora de desemmotllar. És important detectar quina part de la superfície provoca la retenció i eliminar el defecte del disseny.

Si la planxa ha sortit defectuosa pot ser possible reciclar-la. Aquesta operació es tracta a l'apartat 11.6.



Operacions d'acabament

Les operacions d'acabament són tan importants com les de construcció o el disseny mateix. L'acabament determina, en bona part, l'aparença final de l'objecte obtingut. En les peces emmotllades per buit l'acabament afecta especialment a les vores de la peça i a les perforacions. Unes vores irregulars o tallants desmereixen la peça i li donen un aspecte barruer. L'acabament ha de donar als objectes una presència “professional” que hauria de permetre la seva comercialització.

7.3. Manteniment i seguretat

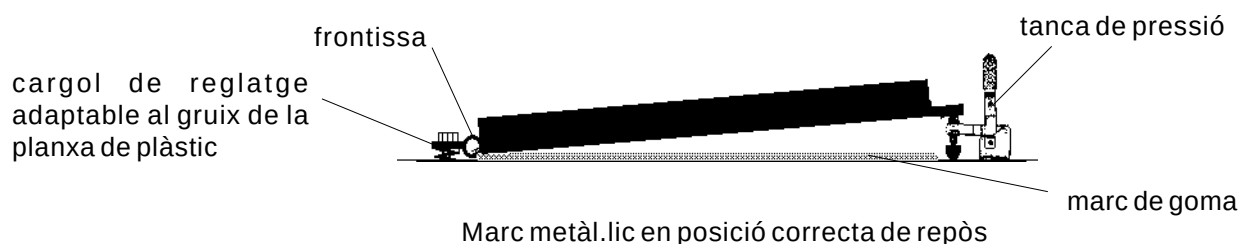
7.3.1. Manteniment

Ni la màquina, ni la seva bomba, no necessiten cap manteniment especial.

7.3.2. Causes de mal funcionament

Pèrdua d'estanqueïtat

El marc de goma és un dels punts més delicats de la màquina. Si es deforma pot ser causa de la pèrdua d'estanqueïtat i la màquina perd la seva eficàcia. També té tendència a desencolar-se degut a la degradació de la cola de contacte que el fixa a conseqüència de la calor. El problema es soluciona tornat-lo a encolar. El marc metàl·lic, en posició de repòs, ha de deixar-se recolzat descansant sobre les tanques de pressió de manera que no estigui en contacte amb el marc de goma.



La platina té també un marc de goma que garanteix l'estanqueïtat. Ha d'estar en bones condicions i ha de sobresortir uns 2 mm per sobre de la vora metàl·lica de la platina.

Un altre possible causa de pèrdua d'eficàcia és l'embussament del filtre d'aire o de les vàlvules. La causa pot ser la utilització de motlles que tinguin tendència a desprendre polsim o partícules, com el guix o l'aglomerat. Tanmateix, això requereix també una utilització molt intensa i durant molt de temps de la màquina. Com que la bomba funciona en els dos sentits això, ajuda a evitar un embussament greu. Per accedir al filtre i realitzar el manteniment, cal desmuntar el frontal de la màquina i la platina. Es treu el capçal de la bomba de buit i es netegen les vàlvules i es substitueix el filtre, en cas de ser necessari.

Aquesta operació només s'hauria d'intentar per mans expertes i en cas de comprovar-se insuficiència en la força de succió. És molt improbable, però el despreniment o l'afluixament dels tubs a l'interior de la màquina podria ser causa de fuites. Per comprovar-lo cal desmuntar el frontal. Els tubs estan fixats mitjançant connexions de tipus ràpid. Per alliberar un tub s'ha de prémer endins el collaret en el qual està ficat, mentre s'estira el tub cap a fora.

Escalfament irregular

Assegurar-se que la màquina no estigui en mig d'un corrent d'aire.

Comprovar que totes les resistències siguin operatives. Això es pot verificar posant en funcionament la màquina en fred i observant que totes les resistències s'escalfen, tocant-les una per una durant els primers segons d'encesa. En el cas que no funcionin una o dues de les resistències es pot deure a la corrosió o al despreniment d'alguna connexió per sobre del reflector. Si és tot el banc de resistències el que no s'escalfa, comprovar l'interruptor de seguretat del circuit situat en la consola. Aquest botó és de color ambre i sobresurt en desconnectar-se. Per tornar-lo a iniciar cal prémer-lo. Si no es troben anomalies verificar els terminals per dins del pannel de comandament, el funcionament del relè i el termòstat. *No realitzar cap manipulació sense desendollar la màquina.*

Inactivitat de la bomba de buit

Comprovar l'interruptor automàtic de seguretat i la continuïtat dels terminals.

El llum pilot principal s'il·lumina però s'apaga en accionar l'interruptor principal.

Verificar les connexions internes de la màquina corresponents al neutre (cablejat negre) o la presa de corrent, si s'escau.

7.3.3. Seguretat

Amb aquesta màquina les precaucions que cal tenir són les mateixes que amb qualsevol electrodomèstic de la llar: connexió correcte amb presa de terra, no ha de mullar-se, evitar els cops, desconnectar en cas de sospitar-se avaria...

Per a qualsevol operació de manteniment s'ha desconnectar de la xarxa elèctrica.

L'única precaució que es pot aconsellar és l'ús de guants de cuir per a la seva manipulació en calent. Amb aquesta mesura s'evita el possible contacte amb superfícies calentes. El perill de lesions per cremades és despreciable però no resulta gens agradable el contacte accidental amb objectes molt calents.

8. Accessoris i complements per a l'emmotlladora

8.1. Reductor

El marc metàl·lic limita les planxes utilitzables a una mida mínima de 228 x 305 mm. Peces de plàstic de mida inferior no poden aprofitar-se. La realització d'un reductor permet utilitzar planxes de menor mida per recuperar retalls o trossos procedents d'envasos (veure secció 11.6.) i per no fer malbé més plàstic del necessari en emmotllar formes petites. L'obertura de la màquina correspon a la superfície de la platina, que és de 204 x 280. L'objectiu operatiu del reductor és poder treballar amb una obertura més petita. El reductor ha de tenir els següents elements: *planxa metàl·lica*, *marc de subjecció*, *marc de goma* i *tanques*.

Planxa metàl·lica

Determina l'obertura del reductor i ha de garantir l'estanqueïtat entre la màquina i la peça de plàstic que s'hagi d'emmotllar. L'estanqueïtat, la pot crear per contacte amb el mateix marc de goma de la màquina o per portar un marc de goma propi que faci contacte amb la superfície de la platina.

Marc de subjecció

És el responsable de la retenció de la peça de plàstic. Pot fixar-se només amb tanques de pressió o bé amb tanques i frontissa. Si es limita la utilització del reductor a gruixos de planxa de 0.5 mm a 2 mm, la frontissa del marc no necessita cap disseny especial.

Marc de goma

Ha d'estar en contacte amb la cara inferior de planxa de plàstic. Garanteix la subjecció del plàstic i l'estanqueïtat entre aquest i el reductor.

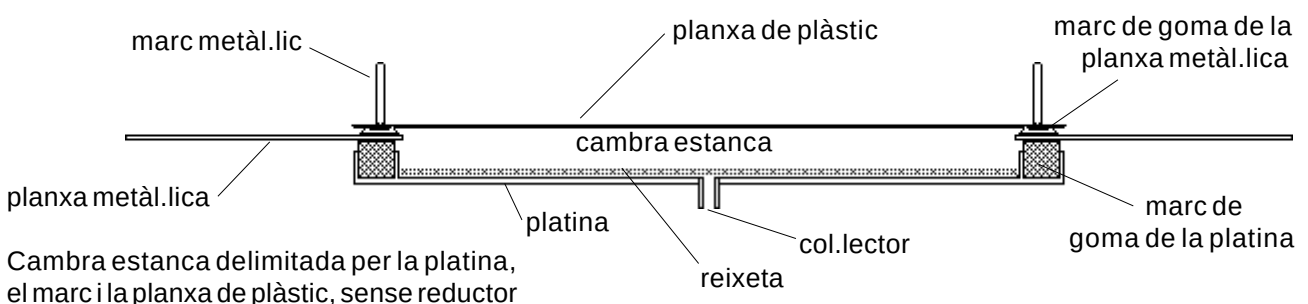
Tanques

La seva missió és pressionar el marc contra la planxa de plàstic de manera que aquesta contacti perfectament amb el marc de goma. Poden ser cargols o tanques de pressió de diferents models.

Deixant de banda els motlles, que en certa manera es poden considerar també accessoris de la màquina, es poden dissenyar una sèrie d'accessoris per treure el màxim rendiment de la màquina. Aquests elements poden ser construïts a l'aula de Tecnologia o bé ser objectes que aprofitem per utilitzar-los directament o indirectament en operacions relacionades amb la màquina.

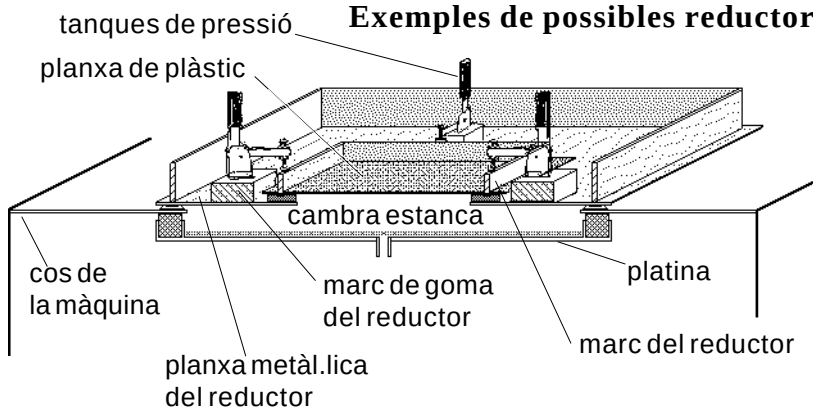
L'emmotllament per buit es fonamenta en la delimitació d'una cambra estanca entre la planxa de plàstic i la platina amb el motlle entremig.

Un adaptador ha de mantenir l'estanqueïtat delimitant una cambra de menor tamany sobre la mateixa platina.

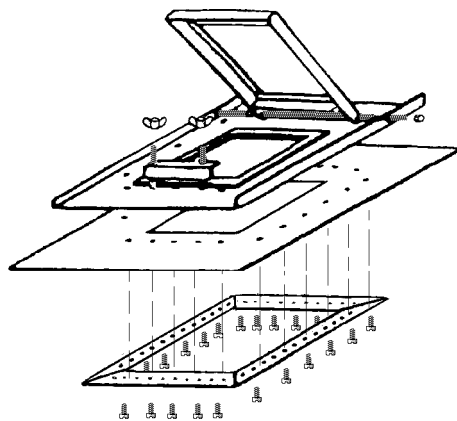


La construcció de reductors és un bon projecte a realitzar en un crèdit variable. La manera més interessant de fer-ho és a partir del plantejament del problema que representa la utilització de planxes més petites: subjecció, estanqueïtat i operativitat. Permet abordar continguts molt interessants relacionats amb el disseny, la utilització de les eines i de diferents materials. Treballant per grups cada equip hauria de dissenyar un reductor per a una mida de planxa diferent. Posteriorment s'avalua el seu disseny a partir de la simplicitat d'execució, rapidesa en l'ús i fiabilitat en el funcionament. Els millors reductors queden com accessori de la màquina.

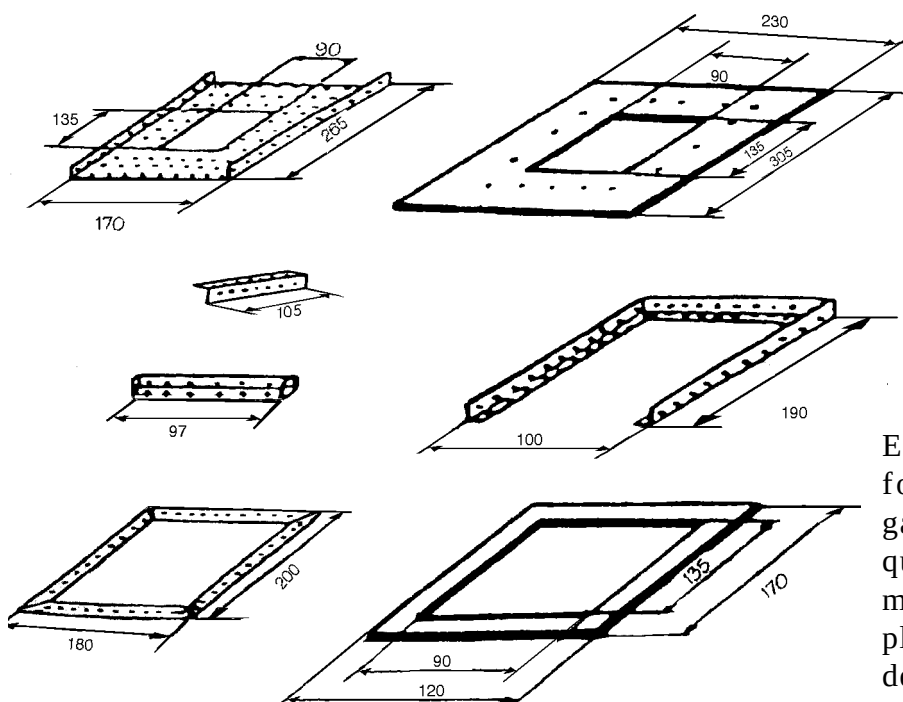
Exemples de possibles reductors:



A) reductor construït amb metall utilitzant les eines de l'aula



B) reductor construït amb peces metàl·liques del material de construcció de l'aula.



El reductor més senzill està format per una planxa galvanitzada de 1,5x31x23mm que quedarà subjectada pel marc de la màquina. En aquesta planxa es retalla una finestra de la mida desitjada.

8.2. Cambra d'assecatge

Alguns plàstics absorbeixen humitat i això pot ser causa de problemes en escalfar-los fins a la temperatura necessària per al seu emmotllament. Malgrat l'existència d'excepcions, la major part dels plàstics, higroscòpics han de ser assecats abans de poder-se emmotllar per buit.

Per exemple, el PMMA extruït que és l'adient per aquesta tècnica moltes vegades crepita i forma petites butllofes precisament quan s'aproxima al grau de plasticitat. La reacció més corrent és interpretar erròniament aquest fenomen com una degradació producte de l'escalfament excessiu. La solució és l'assecatge que elimini l'aigua retinguda. L'ABS i el PC precisen també de l'assecatge. En canvi el PS per la seva porositat i baixa temperatura d'emmotllament no ho fa necessari, el PVC és emmotllat per buit també a temperatura relativament baixa encara sota condició elàstica i el PP no absorbeix humitat en absolut i es pot escalfar sense problemes.

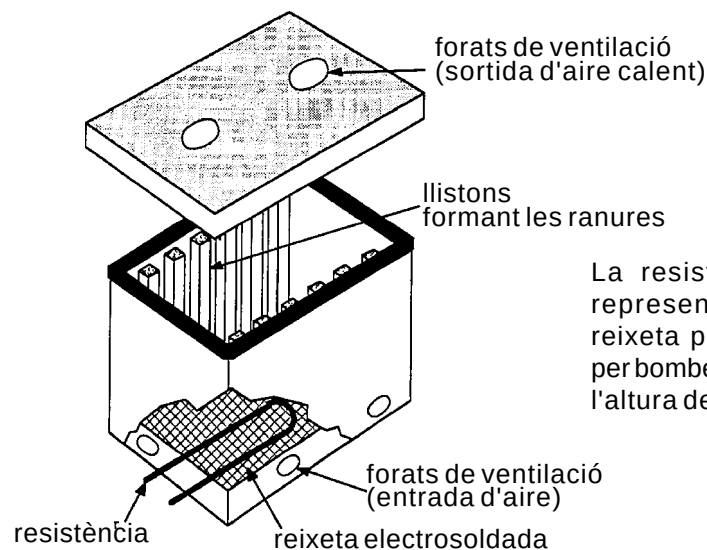
El temps d'assecatge depèn proporcionalment del gruix. Si es considera una temperatura d'assecatge uns 40° per sota del començament del nivell de plasticitat, es necessitarà 1¼ h per mm (llevat del PC que requereix més temps).

Per raons de seguretat i simplicitat de funcionament és preferible mantenir la cambra a una temperatura més baixa encara que sigui a canvi d'augmentar el temps d'assecatge. En aquest cas la cambra pot construir-se sense cap problema amb aglomerat melaminat, preferiblement blanc de 19 mm.

Com a font de calor poden utilitzar-se resistències ceràmiques o resistències per a forn elèctric o per rentadora connectades en sèrie. Per exemple quatre resistències de 2.000 W / 240 V instal·lades en

La realització d'un assecador es pot convertir en una activitat per un crèdit variable amb les corresponents operacions de disseny, construcció i verificació. És també molt interessant proposar a l'alumnat el redisseny de la cambra mitjançant una posta en comú.

La verificació del funcionament de la cambra es realitzarà preferentment mitjançant els sensors de l'aula. La temperatura no ha d'exedir els 60 ° C.



La resistència que es representa sota de la reixeta pot substituir-se per bombetes augmentant l'altura de la caixa.

Croquis d'assecador per a planxa de plàstic

sèrie consumirien una potència de 500 W. Això seria adequat per a una cambra d'unes dimensions, aproximadament de 600 x 600 x 500 mm. Tanmateix per l'exemple que proposem nosaltres utilitzarem bombetes convencionals com a font de calor per simplificar el muntatge del circuit i permetre l'intercanvi amb bombetes de diferent potència segons les necessitats. Si la cambra hagués de funcionar de manera indefinida la vida limitada de les bombetes obligaria a substituir-les amb una certa freqüència, però aquest no és el nostre cas.

Si la cambra d'assecatge funciona amb bombetes es pot transformar en cambra d'emmagatzematge ocasional substituint les bombetes de més potència per altres més fluixes, reduint el seu nombre al imprescindible per mantenir l'aire tebi i sec, a uns 40° C aproximadament, amb una o dues bombetes de 25 W, segons volum de la cambra. Emmagatzemant les planxes, prèviament tallades, sota aquestes condicions per espai de, al menys, 24 hores estaran disponibles en perfectes condicions per quan es necessitin.

La realització d'un assecador es pot convertir en una activitat per un crèdit variable amb les corresponents operacions de disseny, construcció i verificació. És també molt interessant proposar a l'alumnat el redisseny de la cambra mitjançant una posta en comú. La verificació del funcionament de la cambra és realitzarà preferentment mitjançant els sensors de l'aula. La temperatura no ha d'exedir els 60 ° C.

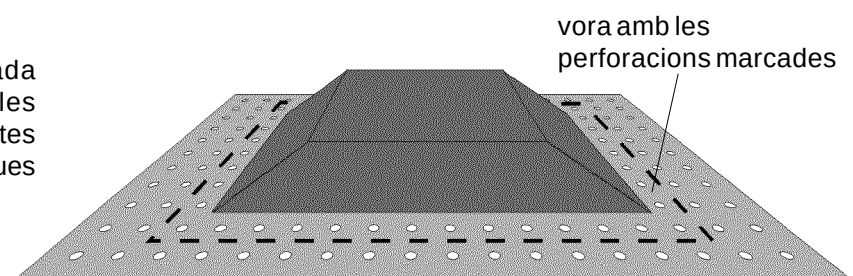
8.3. Plantilles per planxa perforada

Una de les utilitats de l'emmotlladora és la de produir elements de plàstic integrables en el material de construcció (veure secció 11.9). Aquests elements resulten fàcilment integrables gràcies a l'empremta que deixen els forats de la planxa perforada del material de construcció de l'aula (mecano). Les empremtes serviran posteriorment de plantilla per a la fixació de la peça obtinguda. En funció de les mides dels subministraments pel material de construcció de l'aula i de la platina de la màquina proposem la preparació de peces amb les dimensions següents:

A partir de la tira amb doble filera de forats (30 x 500 x 1.5)
 2 tires de 30 x 270 mm => 2 x 18 forats
 2 tires de 30 x 240 mm => 2 x 16 forats
 2 tires de 30 x 195 mm => 2 x 13 forats
 2 tires de 30 x 135 mm => 2 x 9 forats

A partir de la planxa de muntatge ample (170 x 500 x 1)
 1 peça de 165 x 270 mm => 11 x 18 forats
 2 peces de 135 x 195 mm => 9 x 13 forats

En emmotllar, la planxa perforada utilitzada com a suport dels motlles determina una vora amb les empremtes que deixen els forats. Aquestes marques faciliten la integració de la peça en qualsevol muntatge fet amb el "mecano" de l'aula.



Aquestes tires són combinables amb peces de planxa sense forats. Cal pensar també en planxes ajustades a les dimensions dels possibles reductors.

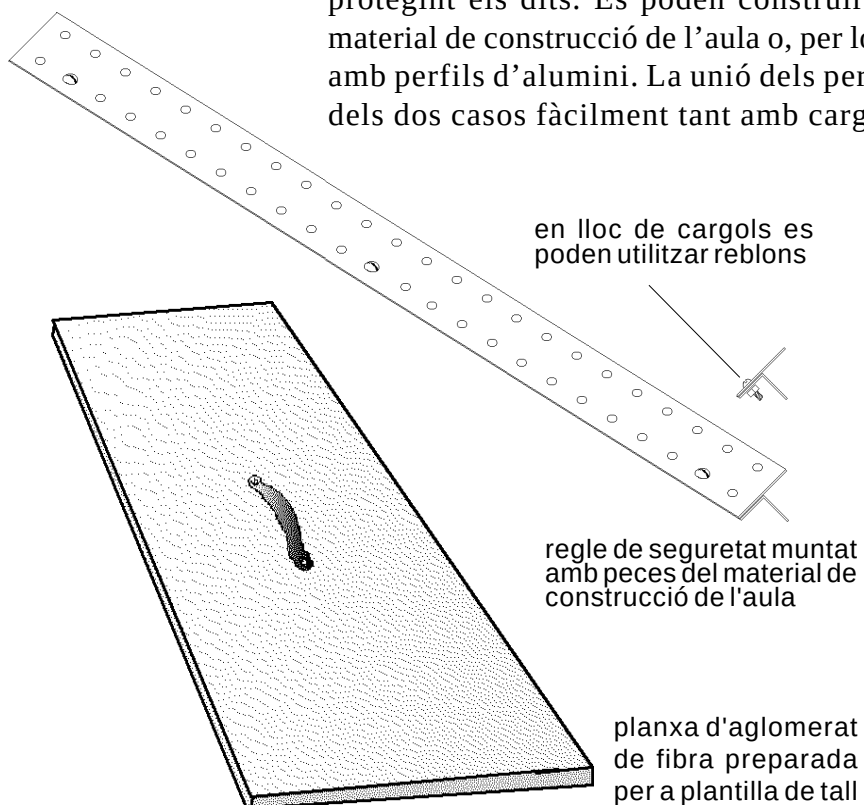
Les planxes es poden utilitzar per si soles per obtenir peces de plàstic de diferents colors, gruixos i materials amb l'empremta dels forats. Només cal col·locar-les sobre la reixeta de la platina i emmotllar. Posteriorment poden plegar-se amb la plegadora. Serveixen de base per a motlles de carcasses i contenidors. Determinen una vora de plàstic amb empremta de forats que permet la seva integració directa. Els motlles seran de qualsevol material però amb sortints a la base, de manera que aquests coincideixin amb forats de la planxa. Això permet el seu correcte centratge.

La preparació d'aquestes planxes serveix d'exercici per a l'ús de serres i llimes en la mecanització de planxa metàl·lica. Cal tallar i llimar amb molt de compte per obtenir uns cantells regulars i amb els forats equidistants respecte de les vores. Per tallar la planxa cal utilitzar la serra elèctrica de vogir amb lubricació de taladrina, oli de tall o aiguarràs. Subjectar bé la planxa amb serjants i guiar el recorregut del patí de la serra amb un llistó afermat també amb els serjants. Rectificar amb llima. Verificar amb el regle metàl·lic.

8.4. Accessoris pel tallat de la planxa de plàstic

Distingirem dos tipus: els regles de seguretat i les plantilles de tall.

Els regles de seguretat són regles per tallar amb tallador (cutter) protegint els dits. Es poden construir amb les perfils ranurats del material de construcció de l'aula o, per longituds superiors als 500 mm, amb perfils d'alumini. La unió dels perfils es realitzarà en qualsevol dels dos casos fàcilment tant amb cargols com amb reblons.



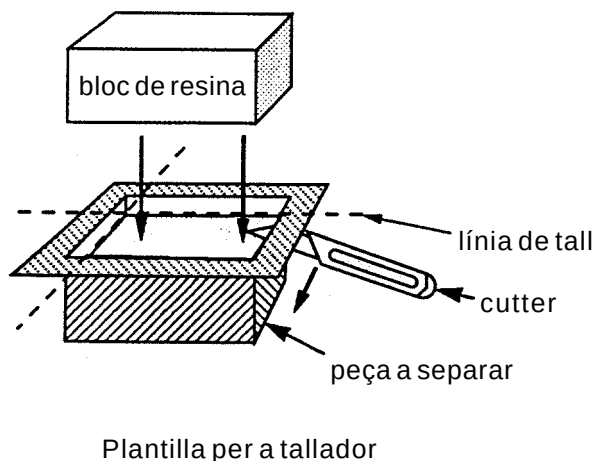
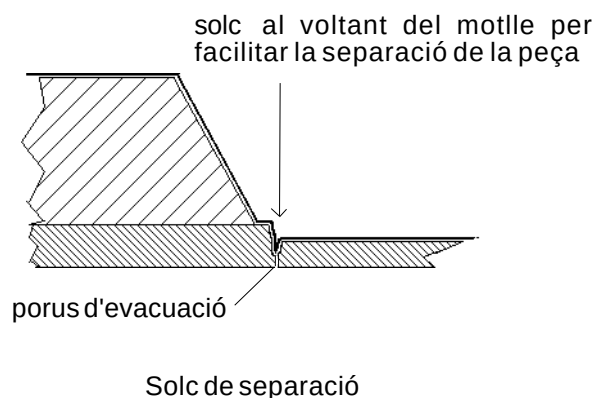
Les plantilles de tall poden ser uns simples rectangles d'aglomerat de fibra. El gruix més recomanable és el de 10 mm. És més còmode proveir-les d'una nansa per subjectar-la al marcar o tallar. Amb dos mides de plantilla és suficient: una de 228 x 305 mm i una doble de 305 x 456 mm. Aquestes plantilles faciliten molt el marcatge i trossejament de les planxes de plàstic en brut per obtenir les mides que es necessiten per emmotllar.

8.5. Cisalla de guillotina per paper

Com ja hem dit en tractar del tallat dels plàstics, les cisalles per paper poden utilitzar-se amb plàstics per a la separació de les formes un cop efectuat l'emmotllament. Pot ser molt útil disposar d'una cisalla de guillotina per paper, encara que sigui només en concepte de préstec temporal. És possible que a l'institut es pugui trobar alguna. Una cisalla de banc per metall és també un bon recurs, llevat dels casos del PMMA i del PS cristall. La seva utilitat està en la separació de les formes amb vores rectes, el tall resulta perfecte i amb un lleuger acabament amb paper de vidre s'obté una qualitat professional.

8.6. Separació de la forma de la planxa

L'eliminació de les vores inútils de la peça obtinguda amb l'emmotlladora esdevé en ocasions un autèntic problema que pot malbaratar tota la feina feta. No es tracta tan sols d'un problema estètic d'acabament, a més de perdre's molt de temps amb una mala manipulació pot trencar-se la peça obtinguda. Ara no entrarem a analitzar les solucions industrials per grans produccions que consisteixen en l'encunyació seguint el perfil de les formes obtingudes.



Ja hem fet esment de la utilitat de la cisalla per separar formes amb les vores rectes. En general l'extracció de formes rectes és pot fer també amb un tallador (cutter) amb l'ajuda d'un regle de seguretat. Si el plàstic és rígid i d'un gruix superior al mil·límetre és millor marcar el tall i esberlar plegant bruscament.

En el cas del PP i del PE, les tisores adequades al gruix del plàstic són el millor procediment per tirades curtes. El PVC en gruixos iguals o inferiors al mil·límetre es pot tallar igualment amb tisores però amb una certa dificultat. El problema queda centrat en les formes de vores corbes i de material rígid. Les solucions són de diversos tipus.

Disseny del motlle

El disseny del motlle pot facilitar la separació de la peça afegint alguns elements a la forma, que serveixin de guia a la fulla del tallador. Uns solcs en el motlle o en la platina d'aglomerat de fibra resseguint les vores de la forma simplifiquen molt l'operació de separar el plàstic sobrant. Un altre element que facilita el tall és introduir un esglaó en les vores de les formes.

Plantilles per a tallador

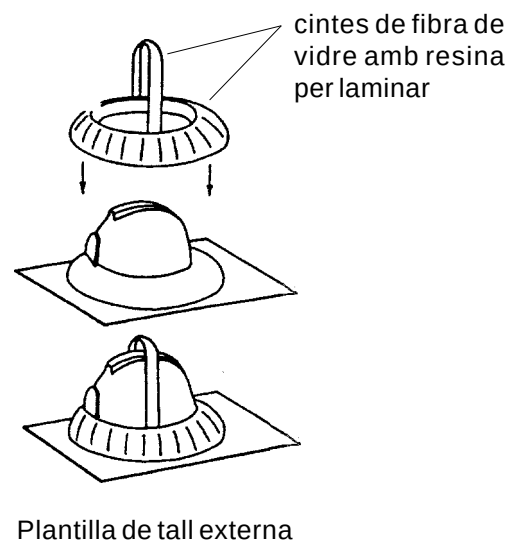
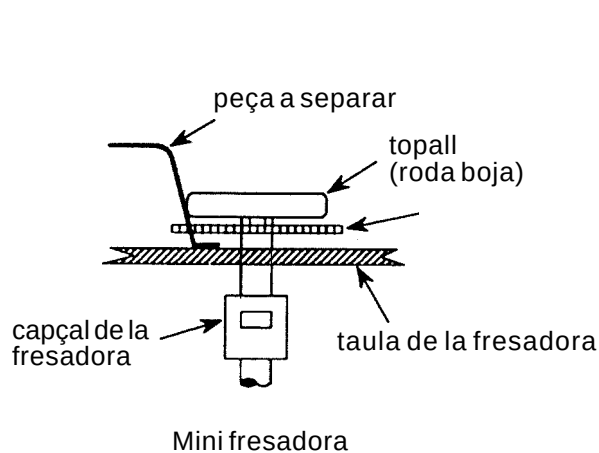
La utilització d'una còpia del motlle en resina, o en fusta per les formes senzilles, és un altre opció per a materials prims que es puguin tallar amb tallador. Per servir de plantilla de tall aquesta còpia ha de ser uns mil·límetres més baixa que el motlle original, de manera que la fulla del tallador emprat pugui recolzar-se en la seva superfície basal en col·locar la forma cap per avall.

Per a formes no excessivament irregulars, la plantilla pot ser externa formant un marc de guia al voltant de la base de la forma. La plantilla es confecciona amb resina reforçada amb cinta de fibra de vidre sobre una còpia emmotllada amb planxa prou gruixuda de PVC o de PP per tal d'evitar l'agressió de la resina sobre el PS. Una simple nansa modelada en la plantilla farà el seu ús molt més pràctic i segur.

Mecanitzat

Si es vol efectuar l'operació mecànicament la solució és utilitzar una petita serra circular per fresadora proveïda d'un rodet per fer de guia i topall. Si l'acció de tall resulta massa agressiva, girar el disc invertint el sentit de les dents per fer augmentar la fricció sobre el plàstic.

Aquest dispositiu s'escau quan la línia de tall ha d'efectuar-se sobre una cara vertical i és aplicable tant en una fresadora com en un trepant de columna.



Suggeriments

Un consell que cal tenir en compte en totes les operacions d'acabament és no desprendre la làmina protectora, en aquells plàstics que la portin, fins a la fi del procés.

La manipulació de talladors (tipus cutter) per part dels alumnes entranya un cert risc. Una bona mesura de seguretat és l'ús de guant de cuir, al menys, a la mà esquerra que sosté les peces a tallar.

9. Plàstics per emmotllar per buit

9.1. Plàstics que es poden emmotllar amb l'emmotlladora de l'aula

Per introduir l'alumnat en els plàstics farem referència als relacionats amb l'emmotlladora i la plegadora. De fet coincideixen amb els més utilitzats i amb els quals l'alumnat ja ha entrat en contacte malgrat no en sigui conscient. Els plàstics dels quals tractarem són els següents:

Els gruixos que indiquem a les taules sobre la presentació comercial dels diferents plàstics no es troben sempre en tots els magatzems.

No hem inclòs els gruixos no adients pel treball amb l'emmotlladora de l'aula.

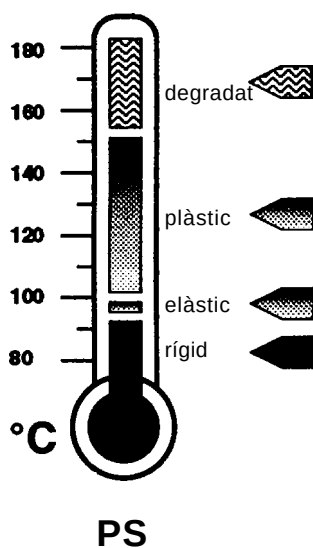
PS	polistirè
ABS	copolímer d'acrilonitril/butadiè/estirè
PMMA	polimetilmetacrilat
PVC	policlorur de vinil
PP	polipropilè
PE	polietilè
PC	policarbonat
PET	politereftalat d'etilè

L'ABS no es pot adquirir al detall i el policarbonat resulta molt car. Tanmateix donarem algunes referències tècniques. L'únic PET que podem aconseguir, per ara, és el d'ampolles de begudes gasoses, però aquest en escalfar-lo pateix contraccions molt fortes i costa molt de mantenir-lo fixat al marc.

PS - Polistirè

Va ser obtingut el 1839 i la seva utilització comercial amb certa importància va començar el 1925. Per a la seva transformació es pot utilitzar tant la injecció com l'emmotllament per buit. Pel seu preu s'utilitza molt per joguines, bijuteria, bolígrafs, envasat d'ous i derivats lactis, material econòmic d'oficina i dibuix. Per les seves característiques dielèctriques té un ús extens en components electrònics. En estat pur és transparent i d'aspecte vitri però s'estella amb facilitat.

Per a l'emmotllament per buit, el PS és el més adient, es troba al detall en blanc, negre, transparent (cristall) i emmirallat plata i or en planxes de 1 m x 2 m. Resulta pràcticament impossible trobar làmines de colors llevat de les que subministren algunes empreses de material didàctic. Les planxes de plàstic, blaves i vermelles, del material de construcció (mecano) de l'aula es poden utilitzar també amb molt bon resultat. El PS pot encolar i mecanitzar sense problemes, encara que és una mica trencadís.



presentacions	planxa (mm)	gruixos comercials del PS (mm)
PS blanc i negre	2000 x 1000	1, 1.5, 2, 2.5, 3, 4, 5
PS mirall, plata i or *	2000 x 1000	1, 2, 3
PS cristall	2000 x 1340	2, 3, 4, 5
PS «didàctic»		
PS colors assortits	601 x 256	1
PS blau i vermell	1000 x 500	2 500 x 500 2

Altres colors i mides de planxa o bobines es lliuren sota encàrrec amb quantitats mínimes fora de l'abast d'una escola.

* L'emmirallat no es pot emmotllar però si plegar amb la plegadora.

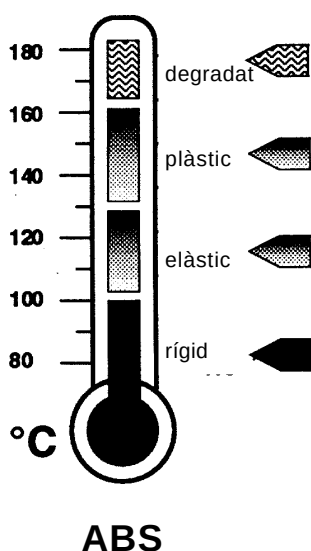
ABS

L'ABS és un copolímer. Això vol dir que el polímer està constituït per monòmers diferents. En el cas de l'ABS la seva cadena està formada per acrilonitril, butadiè i estirè. En realitat hauríem de dir que es tracta d'un terpolímer per tenir tres components diferents. Els copolímers no han de confondre's amb les barreges o aliatges de plàstics diferents.

Degut a la presència del butadiè, monòmer típic d'elastòmers, l'ABS perd part de la rigidesa i es torna molt més resistent als impactes. La resistència química és similar a la del PS. S'emmotlla molt bé per buit però ha de ser deshidratat a 70° C per espai de 1 h 15 min per mm de gruix.

El problema que presenta per a la utilització a l'aula de Tecnologia és la seva poca difusió comercial en forma de planxes. Només es accessible, pels canals comercials normals, sota encàrrec i la quantitat mínima és de 500 kg.

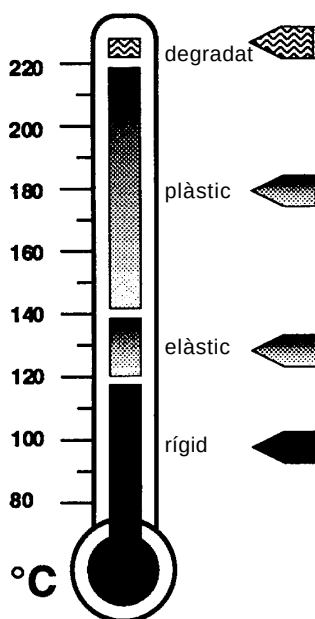
L'ABS s'utilitza principalment per a carcasses d'electrodomèstics i a la indústria de l'automoció (no heu de confondre'l amb els frens antiblocatge ABS). Amb molta freqüència rep un acabament superficial gravat amb aparença de pell.



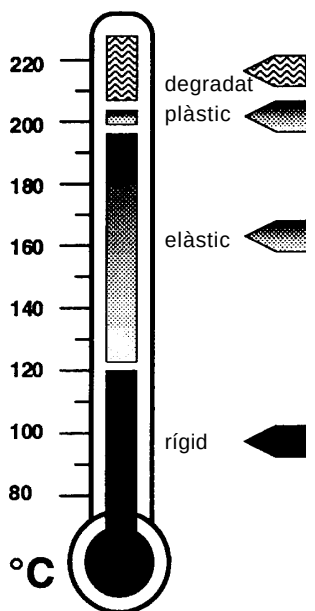
presentacions	planxa (mm)	gruixos comercials de l'ABS (mm)
colors: blanc, negre, negre mat, lluent especial	des de 400 x 400 fins 2000 x 1000	0.8 - 7

(Quantitat mínima 500 kg, poden demanar-se altres colors)

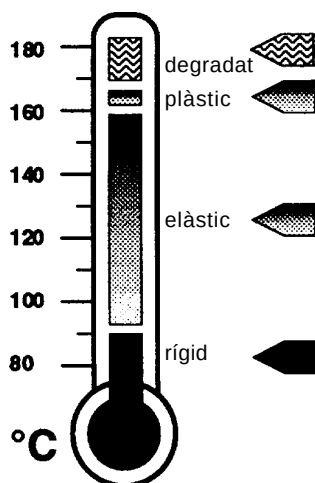
PMMA



PMMA ext.



PMMA col.



PVC

El PMMA és un dels plàstics «de luxe» molt emprat en decoració. Té característiques mecàniques molt bones i es pot polir fàcilment. Per això en forma de barra l'utilitzarem força sovint per treballar al torn. Es ven a pes i es pot aconseguir en infinitat de gruixos i colors, transparents i opacs, respon bé a l'emmotllament però presenta dos problemes: el seu preu i la necessitat d'assecat previ. A més requereix una temperatura més elevada.

N'hi ha de dos tipus: el PMMA de colada i el PMMA extruït. El primer s'obté gràcies a la seva fàcil polimerització que es provoca, al temps que s'aboca en estat líquid, entre dos planxes de vidre. El de colada és l'adient pel plegatge i l'extruït per a l'emmotllament per buit. El PMMA es troba amb presentacions comercials molt variades. Els gruixos comencen per 1.5, 2, 2.5, 3, 4, 5, 6 ... fins a 300 mm. Les dimensions de les planxes són variades i normalment es ven al tall i a pes (la seva densitat varia de 1.2 a 1.3 g/cm³). Quant a colors trobarem, pel PMMA de colada, l'incolòr, blanc, negre i colors transparents. L'extruït és subministra en incolòr, òpal, gel, negre i colors pastel. Existeixen altres varietats com l'emmirallat, colors fluorescents, nacre, marbre... Alguns fabricants diferencien l'extruït del de colada utilitzant pel primer làmina de protecció verda.

PVC

És un dels plàstics coneguts des de fa més temps. La primera cita data del 1838 però la seva producció industrial no va començar fins el 1931. Actualment és un plàstic molt qüestionat pels ecologistes. És difícilment degradable i els seus precursors i derivats, per ser molècules organoclorades, són molt tòxics. Per aquest motiu la seva destinació a usos peribles està essent restringida en alguns països.

La seva utilització depèn dels additius que se li hagin afegit. Necessita imprescindiblement l'addició de lubricants i estabilitzants però a més admet una gran gamma de plastificants, càrregues i barreges. Es distingeixen diversos tipus, els flexibles, els semirígid, els rígids, l'escumat. Els rígids s'utilitzen per a canaletes i caixes en instal·lacions elèctriques, canalitzacions d'aigua i en alguns casos per finestres i portes. El PVC amb plastificants dóna lloc a imitacions de pell, hules, mànegues, impermeables, aïllament de cables, etc. També es pot aconseguir, transparent en forma de bobines o rotlles per a la producció de blisters.

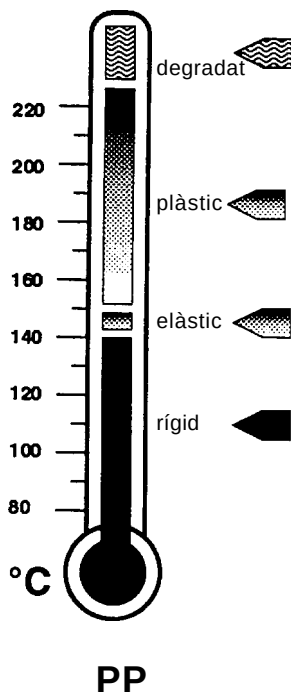
De cara a l'emmotllament per buit presenta una certa elasticitat que es pot contrarestar refredant-lo amb un drap humit abans de desemmotllar. Si la bomba deixa d'actuar abans d'haver-se refredat la seva elasticitat deforma la peça obtinguda per la tendència a recuperar la forma inicial plana.

presentacions	planxa (mm)	gruixos comercials del PVC (mm)
semirígid:		
blanc i transparent	1000 x 700	0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6
colors	1000 x 700	0.2, 0.3, 0.4 (0.4 mm és el gruix més usual)
rígid:		
gris, vermell	2000 x 1000	1.5, 2, 3, 4, 5
Transparent	2000 x 1000	0.3, 0.7, 1, 1.5, 2, 3
escumat mate blanc	3050 x 1220	1, 2, 3
colors	3050 x 1220	3
Bobines per a blister	1.4 m (ampl.) x 50 m (long.)	0.2, 0.3, 0.6, 1.1

PP

PP es troba en venda al detall sota el nom de Plakene amb forma de planxes. El seu preu és una mica més baix que el del PS. El principal problema per l'emmotllament al buit és l'excessiva fluència que presenta al escalfar-se i que dóna lloc a plecs, ones i a un aprimament molt irregular de la planxa. Cal recordar que és impossible d'encolar amb els adhesius usuals. Tanmateix existeix al mercat un adhesiu específic que es ven conjuntament amb un producte per a la imprimació prèvia de la superfície i que només es troba en alguns comerços especialitzats en planxa de plàstic.

S'utilitza per recipients: galledes, gibrells, etc, que hagin de suportar un ús a la intempèrie o més prolongat del que permet el PE. El PP és el plàstic típic de les carpetes i portafolis formats per una sola planxa doblegada. També s'utilitza molt per estotjos i taps d'una sola peça amb frontissa, aprofitant-se la seva capacitat de doblegar-se innumerables vegades sense trencar-se. Una altre de les seves propietats és la capacitat de formar filaments sense trencar-se. Per això s'utilitza per a ràfies, per a cordes, per a xarxes de pesca i per teixir sacs en substitució de l'arpillera.



presentacions del PP	planxa (mm)	gruixos comercials del PP (mm)
Plakene colors assortits	1050 x 750	0.5, 0.8, 1.2

PE

El PE l'utilitzarem principalment a partir de la recuperació d'envasos comercials. Les garrafes d'aigua cilíndriques de 8 litres donen peces prou grans per subjectar-les directament amb el marc de fixació de l'emmotlladora. El procedent d'envasos més petits obliga a utilitzar reductors. Es comporta força bé amb una certa tendència a l'elasticitat inferior al PVC, el fenomen de fluència és menor que en el cas del PP. Es troba principalment en dues formes, el HDPE i el LDPE. El primer, d'alta densitat correspon als envasos i el segon, de baixa densitat sol

ser l'utilitzat en bosses i bobines. El de mitjana densitat té una aplicació, molt característica que és la de les conduccions urbanes subterrànies per a gas natural, tub grog. El preu del PE translúcid en planxes és similar al dels altres plàstics corrents.

presentacions del PE

PE

planxa

2000 x 1000

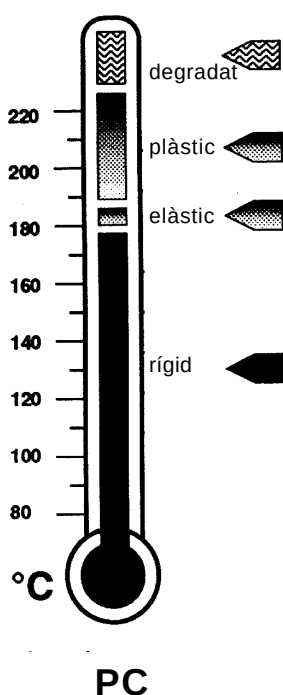
(procedent de bobines)

gruixos comercials del PE

1, 2, 3, 4, 5

PC

La seva característica principal és la resistència als impactes i una temperatura d'ús de fins a 135°. Es pot unir amb facilitat mitjançant adhesius, es mecanitza com el metacrilat i fins i tot es plega en fred amb procediments similars als emprats amb metalls. La seva resistència química no és tan bona, ja que els àlcalis i alguns dissolvents orgànics el degraden i redueixen les seves propietats mecàniques.



Pel que fa a l'emmotllament per buit, aquest s'efectua amb un elevat grau de definició, comparable al del PP. Però presenta tres inconvenients. El primer és la necessitat de deshidratar el material a 80° i la facilitat amb que es torna a hidratar. Ha de ser utilitzat en les 4 - 8 hores després de l'assecatge. El segon és l'elevada temperatura de conformat, uns 200° C. El tercer és el seu preu que triplica o quadruplica el d'altres plàstics d'aparença similar.

Alguns magatzems de plàstic el venen, sota la denominació policarbonat compacte, en planxes que van de 0.75 a 12 mm. També es troba com a policarbonat cel·lular, per a tancaments, finestres i paravents, però aquest no serveix per emmotllar. Per les seves característiques mecàniques, de resistència tèrmica i la seva transparència s'utilitza per a tapes d'electrodomèstics, pantalles protectores en maquinària, viseres de casc, carenat de motos i escuts antidisturbis. Alguns dels operadors elèctrics de l'aula tenen la seva coberta transparent de PC (segons el model rebut en la dotació de l'aula).

Temps d'assecatge del PC

Gruix (mm)	1	3	4	6
Temps (hores)	1	4	10	24

presentacions del PC

Policarbonat compacte:

Estàndard incolor

blanc òpal

fumè

Setinat una cara incolor

blanc òpal

planxa (mm)

2050 x 1250

2050 x 1250

2050 x 1250

3000 x 1250

3000 x 1250

gruixos aptes per a l'emmotllament (mm)

0.75, 1, 1.5, 2, 3

2, 3

1, 1.5, 2, 3

2, 3

2, 3

PET

Les seves propietats tecnològiques són força interessants: bon comportament amb els agents químics, alta resistència mecànica i tèrmica, baix coeficient de fregament. La seva aplicació més característica és la d'ampolles per begudes carbòniques. El fa especialment adient la seva resistència mecànica a la pressió i la seva impermeabilitat als gasos. S'utilitza també per components mecànics. Combinat amb el POM presenten entre si el coeficient de fregament més baix conegut entre peces de plàstic.

En un futur proper anirà substituint progressivament al PVC en ampolles i blisters. Darrerament s'està utilitzant força per a la làmina transparent dels blisters, especialment en els països europeus amb una consciència mediambiental més desenvolupada. Si el seu ús es difon, al nostre país és possible que el podem arribar a utilitzar amb l'emmotlladora de l'aula de Tecnologia. Tanmateix no és un material gaire adient per l'emmotllament per buit. La seva temperatura de transició plàstica és molt elevada, per sobre dels 200° C. Precisa assecatge perquè absorbeix aigua. La humitat a temperatura ambient no perjudica les seves propietats mecàniques però a la temperatura d'ebullició tendeix a hidrolitzar-lo. El seu grau de definició és mediocre. La seva estructura interna és amorfa però si s'escalfa i es refreda lentament tendeix a reordenar les seves molècules i, aleshores, amb estructura cristal·lina, es torna blanc opac.

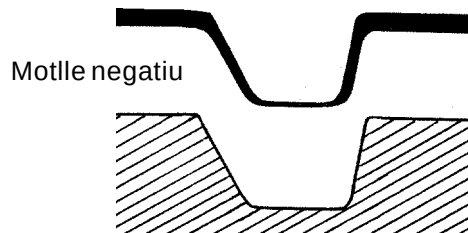
Plàstics per emmotllar per buit (resum)			
Plàstic	assecatge necessari	definició	temperatura de conformat (aprox.) ° C
PS	no	bona	130
PS (escumat)	no	acceptable	130
ABS	si	bona	140
PMMA (extruït)	si	acceptable	160
PVC	no	acceptable	130
PVC (escumat)	no	acceptable	130
PP	no	alta	160
PE	no	bona	140
PC	si	bona	200
PET	si	acceptable	210

10. Criteris per a la construcció de motlles

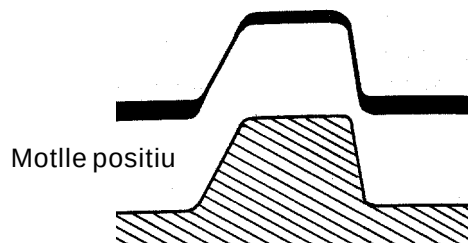
10.1. Característiques dels motlles per emmotllar per buit

Els motlles considerats en general han de complir una sèrie de condicions en funció de:

- a) el procés d'emmotllament a utilitzar,
- b) el material emprat per ser emmotllat,
- c) els materials que formen el motlle,
- d) el nombre de còpies que es volen obtenir,
- e) el servei que han de prestar els objectes o peces resultants.

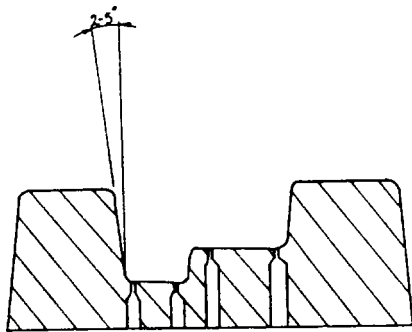


Motlle negatiu



Motlle positiu

La mateixa forma es pot aconseguir tant amb motlle còncav com amb convex. La decisió final depèn del conjunt del motlle.



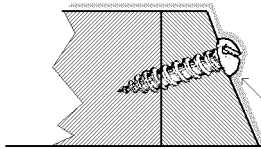
Cal evitar motlles amb parets verticals. Les superfícies baixants han de presentar, com a mínim, un angle de 2° a 5° respecte a la normal. El grau de pendent necessària depèn de l'altura d'aquesta i de la porositat del material del motlle.

Els objectes obtinguts per l'emmotllament per buit es caracteritzen per estar constituïts per una superfície, més o menys irregular, de la qual dependran les seves propietats. La part visible serà la que determinarà l'aspecte i la utilitat per la qual vagin destinats. Per aquesta raó s'ha de procurar que la cara útil sigui la que no entra en contacte amb el motlle. En efecte, la superfície que roman a l'aire ha de ser la que correspongui a la cara lluenta de la planxa de plàstic i que normalment porta una làmina de PE de protecció. Tanmateix el disseny del motlle pot fer-ho impossible en algunes ocasions. En tot cas la cara lluenta de la planxa de plàstic ha de correspondre amb la futura cara noble de la peça encara que sigui la que hagi d'entrar en contacte amb la superfície del motlle.

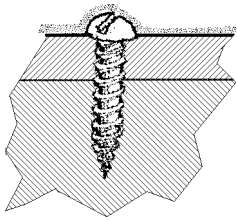
En la producció de motlles per a emmotllament per buit poden combinar-se materials i objectes diferents amb la utilització de les tècniques corresponents. El nivell de complexitat és il·limitat, des d'objectes reals utilitzats directament sense cap mena de mecanització, fins a motlles metàl·lics construïts de diferents peces amb maquinària de control numèric. O bé motlles que obliguen a construir o modificar eines per aconseguir un mecanitzat determinat.

Els motlles d'una sola peça no han de tenir parets totalment verticals ni entrants o sortints horitzontals

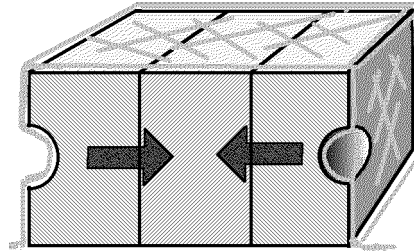
La raó és facilitar la separació entre el motlle i la peça de plàstic en desemmotllar. Les superfícies baixants han de tenir una pendent amb una inclinació, com a mínim, de 2 a 5 ° segons l'alçada. Quan més gran sigui la superfície més inclinat ha de ser l'angle de baixada.



sortint provocat per la presència de la cabota d'un cargol



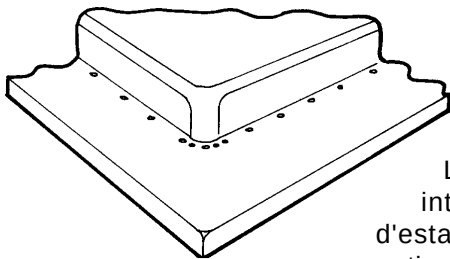
els cargols situats en un pla horitzontal o lleugerament inclinats generalment no presenten problemes i poden tenir un efecte decoratiu



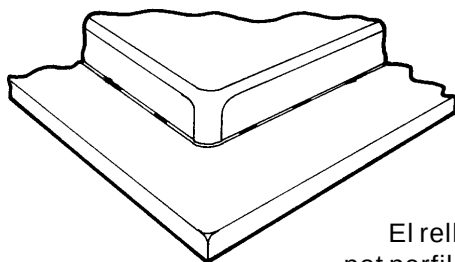
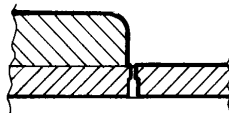
Motlle de diverses peces amb entrants: retirant en primer lloc la peça central es poden desemmotllar les altres sense problemes

Els motlles de tres o més peces admeten paret verticals i entrants

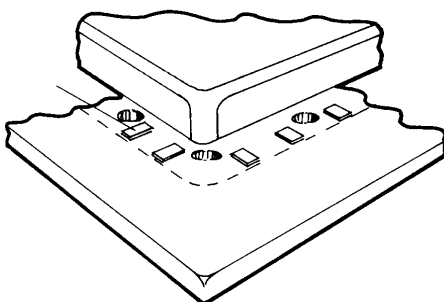
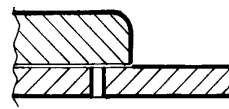
El problema de les superfícies verticals totalment escairades o amb sortints és el desemmotllament. Un motlle format per tres o més peces es pot desemmotllar malgrat aquestes limitacions, sempre que sigui possible retirar la peça o peces centrals.



Les cavitats i els angles interiors d'un motlle han d'estar previstos de porus que permetin evacuar l'aire dels racons.

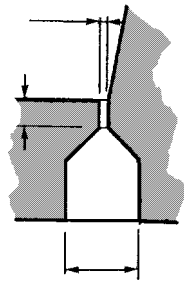


El relleu d'una peça també es pot perfilar mitjançant esclatxes.



El motlle ha de presentar forats d'evacuació per perfilar el relleu

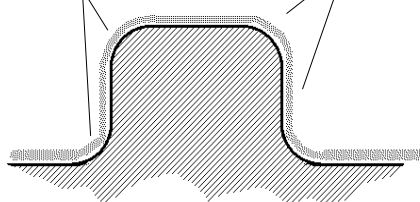
Quan més petit sigui el diàmetre millor, tot i que no és recomanable la utilització de broques de diàmetre inferior a 1 mm per la facilitat amb què es trenquen. Tampoc és recomanable foradar gruixos superiors als 5 mm amb broques tan fines i quan es foradi plàstic, resines o metalls han de ser lubricades, preferiblement amb taladrina. Per motlles amb gruix superior als 5 mm, probablement la majoria, ha de foradar-se primer per sota amb una broca de diàmetre com a mínim de 6 mm. Quan més gran sigui el diàmetre més fàcil serà fer coincidir els dos forats. Si el motlle conté com a càrrega substàncies minerals, especialment ciment, cal utilitzar broques amb punta de widia, excepte per als porus d'evacuació.



Per facilitar la perforació dels porus i la circulació d'aire cal foradar primer per la cara inferior amb broques de gran diàmetre

arestes i angles arrodonits

gruix uniforme



arestes i angles arrodonits

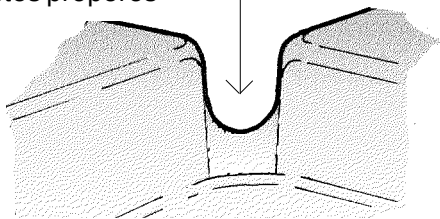
paret gruixuda

parets primes

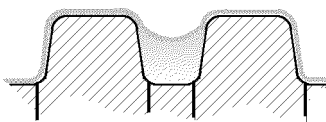


La conseqüència de arestes, angles i racons molt perfilats en un motlle és l'aprimament de les parets en zones i punts localitzats.

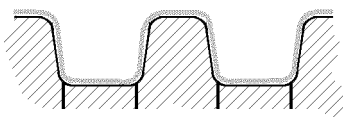
pont o nervi entre dues arestes properes



Plec format en entrar en contacte la planxa de plàstic amb si mateixa a causa de la depressió creada per la succió.



El problema dels plects es soluciona amb un motlle "negatiu" amb els sortints transformats en entrants. La planxa de plàstic ja no es pot tancar sobre si mateixa.



Les arestes del motlle han de ser arrodonides

Les arestes ben perfilades provoquen zones d'estrès i aprimaments irregulars en les peces emmotllades.

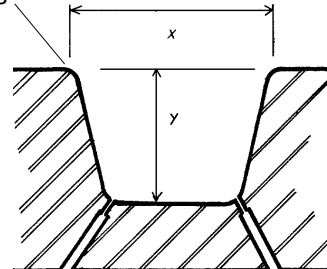
En el motlle no hi poden haver parts sortints o parets oposades massa properes

En pujar el motlle, la planxa de plàstic té tendència a formar primer un pont de cim a cim entre els punts més alts del motlle. En accionar la bomba de buit aquests punts es poden tancar sobre ells mateixos formant plects. Quan el plàstic s'enfonsa en una cavitat, això no passa mai perquè les tensions es reparteixen en totes direccions per igual.

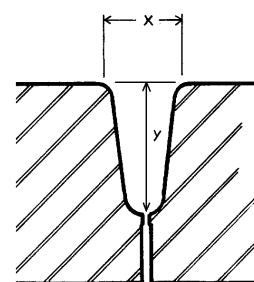
Les cavitats han de mantenir una relació entre la fondària i l'amplada

En actuar la bomba de buit, el plàstic corresponent a l'àrea de la boca de la cavitat haurà de distribuir-se per tota la superfície de la cavitat. Si la relació entre superfície inicial de la boca de la cavitat, i la final, superfície interna de la cavitat, és molt gran, la paret d'aquesta cavitat esdevindrà molt prima i fràgil.

les vores han de ser sempre arrodonides



És recomanable evitar profunditats superiors a l'amplada d'una cavitat.



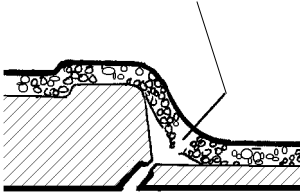
Una profunditat desproporcionada provoca un aprimament excessiu de les parets de la cavitat.

10.2. Relació entre el tipus de plàstic i característiques del motlle

A l'hora de dissenyar un motlle cal saber amb quin tipus de plàstic serà utilitzat. Repassem alguns exemples:

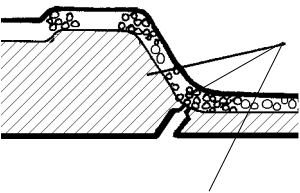
PP

Ruptura de les cel·les que formen la planxa d'escuma degut a les tensions en la cara interna per manca de plasticitat.



El PP és el plàstic que dona una major definició. Això cal tenir-ho en compte perquè reproduirà totes les irregularitats de la superfície. Els forats d'evacuació també quedaran marcats i, el que és pitjor, el plàstic tendeix a introduir-se i pot acabar trencant-se. Els motlles per treballar amb PP han de ser especialment polits i amb els forats d'evacuació del menor diàmetre possible.

PVC

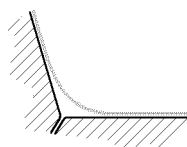
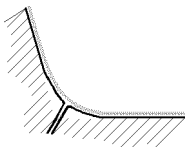


Les formes suaus, sense arestes ni racons, presenten les corbes regulars i sense estrips.

En ser un plàstic eminentment elàstic quan més gruixuda sigui la planxa menys definició donarà. Per planxes de gruix superior al mil·límetre el motlle no pot tenir racons massa definits ni entrants o sortints acusats. Pel PVC el millor són formes arrodonides i suaus. El PVC escumat té un grau de definició molt pobre i no tolera sense danys a la seva superfície les compressions i distensions. Per aquest motiu els motlles hauran de ser dissenyats amb curvatures de radi ampli i cavitats de poca profunditat.

PMMA extruït

Presenta també una certa tendència al comportament elàstic, els motlles hauran de ser també de formes suaus. A diferència del cas dels plàstics escumats, en els angles molt perfilats la planxa no corre cap perill, simplement no els marca arrodonint les corbes. Per objectes que hagin de ser fàcilment netejables: material sanitari o alimentari, aquesta circumstància es considera favorable. Els porus d'evacuació poden tenir un diàmetre més gran, per exemple 2 mm, sense cap problema.



En el cas del PMMA i el del PVC de gruix superior a 1 mm, la pressió atmosfèrica no té prou força per vèncer la força elàstica i empènyer el plàstic cap a les vores.

PS

En predominar la seva condició plàstica permet una gran llibertat de disseny. El seu grau de definició depèn del gruix de la planxa a utilitzar, però si està prou calenta s'adaptarà perfectament a la superfície de qualsevol motlle.

10.3. Materials per a la construcció de motlles

Les tècniques utilitzades per a la construcció dels motlles estan relacionades íntimament amb els materials emprats. Posteriorment el material determinarà el rendiment, comportament i resistència del motlle com a accessori de la màquina. Alguns materials confereixen una textura característica a la superfície que pot ser favorable o negativa segons el disseny i destinació de l'objecte que es vol obtenir. A continuació fem un breu repàs de diferents tècniques i materials que podrem utilitzar en la producció de motlles per a l'emmotllament per buit:

Motlles obtinguts per modelatge:

Plastilina

- a favor:** gran difusió comercial i baix preu
manipulació senzilla i segura
fàcil de retocar
reutilitzable
- en contra:** necessitat de congelació
poca duresa
nombre còpies obtenibles molt reduït

Argila

- a favor:** gran difusió comercial i baix preu
manipulació senzilla i segura
fàcil de retocar i polir (si es pot coure, és un material excel·lent)
- en contra:** si no està cuïta es ratlla amb facilitat i no resulta adient per obtenir grans sèries

Masses de modelar d'enduriment a l'aire

- a favor:** fàcilment assequibles en comerços de material didàctic o de material per arts o manualitats
manipulació senzilla i segura fàcil de retocar i polir un cop assecades, bona resistència a l'escalfament i als cops
no cal couer-les
- en contra:** més cares que el fang de terrissa

Pasta de paper (i cartó pedra)

- a favor:** possibilitat d'utilitzar paper vell
fàcilment assequibles en comerços de material didàctic o de material per arts o manualitats
manipulació senzilla i segura
- en contra:** difícils de polir
superfície rugosa que cal retocar amb guix
desemmotllament del plàstic problemàtic si no s'obté una superfície pou llisa
poc pes

Motlles obtinguts amb mecanitzat i unions en materials diversos:

Fusta i derivats

Fusta

- a favor:** fàcil adquisició i baix preu
manipulació amb eines i màquines de l'aula
possibilitat de retoc i poliment
gran resistència als cops
- en contra:** empremta de les vetes i porus difícilment evitables
juntres impossibles de dissimular totalment
tendència a esquerdar-se o patir distorsions a causa de l'escalfor

Aglomerat

- a favor:** fàcil adquisició i baix preu
manipulació amb eines i màquines de l'aula
possibilitat de retoc i poliment
gran resistència als cops
- en contra:** empremta dels porus difícilment evitable
juntres impossibles de dissimular totalment

Aglomerat de fibra, DM, fibrapan

- a favor:** fàcil adquisició i baix preu
manipulació amb eines i màquines de l'aula
fàcil retoc i poliment
gran resistència als cops
- en contra:** juntres impossibles de dissimular totalment

Metalls**Alumini**

- a favor:** fàcil adquisició i preu raonable
manipulació amb eines i màquines de l'aula
fàcil poliment i enllustrat
gran resistència als cops en l'ús normal
refrigerable per immersió en aigua
durada il·limitada apte per a grans sèries
- en contra:** soldadura impossible a l'aula

Llautó i coure

- a favor:** fàcil adquisició
manipulació amb eines i màquines de l'aula
unions per soldadura fàcils i resistents
molt mal·leable (tenir en compte si és recuït o no)
fàcil poliment i enllustrat
gran resistència als cops en l'ús normal
refrigerable per immersió en aigua
durada il·limitada apte per a grans sèries
- en contra:** requereix un cert domini de la soldadura amb estany
preu una mica més elevat que altres materials

Motlles obtinguts pel procediment de colada en un altre motlle:**Guix, escaiola**

- a favor:** fàcil adquisició i preu molt baix
manipulació senzilla i segura
possibilitat de retoc i poliment
- en contra:** poca resistència als cops i al ratllat
degradació amb la calor
no apte per a grans sèries

Ciment blanc per tapar esquerdes

- a favor:** fàcil adquisició i preu assequible
manipulació senzilla i segura
superfície molt llisa, brillant i dura
possibilitat de retoc i poliment
resisteix relativament bé l'escalfor
alta densitat
refrigerable amb un drap humit
- en contra:** tendència a escantellar-se amb els cops
dificultat per a la mecanització dels porus d'evacuació

Altres ciments

- a favor:** fàcil adquisició i baix preu
manipulació senzilla i segura superfície dura
possibilitat de retoc i poliment
resisteix relativament bé l'escalfor alta densitat
refrigerable amb un drap humit
- en contra:** tendència a escantellar-se amb els cops
dificultat per la mecanització dels porus d'evacuació

Resines

- a favor:** preu assequible
manipulació senzilla
possibilitat de retoc i poliment
bona mecanització
resisteix bé l'escalfor
alta densitat
refrigerable per immersió
durada il·limitada, apte per a grans sèries
permet treballar el concepte de plàstic termostable
- en contra:** poca difusió comercial
toxicitat i inflamabilitat abans de la polimerització
relativa fragilitat en front a caigudes al terra

Altres tècniques:**Laminatge de resina amb fibra de vidre**

- a favor:** preu raonable acabament llis i brillant
gran resistència a la calor i als cops
durada il·limitada
fàcil perforació dels porus d'evacuació
- en contra:** procés de treball llarg i laboriós
poca difusió comercial
toxicitat i inflamabilitat
manipulació de fibra de vidre (pols perillosa)

Combinació de materials:

- a favor:** aprofitament de les diferents característiques
utilització de tècniques de treball variades
- en contra:** diferents coeficients de dilatació
problemes amb les juntes

10.4. Disseny dels objectes elaborats amb la tècnica de l'emmotllament per buit

Tot disseny comença per un esbós i un croquis. Però hi ha una fase prèvia que és la que li dona raó de ser. En efecte, en la base de la creació d'un objecte tecnològic està el servei que ha de prestar. Dit d'un altre manera, la solució al problema plantejat en detectar-se una necessitat. No cal que aquesta necessitat sigui realment important, els assumptes més trivials mereixen l'aportació de la Tecnologia. El lleure és una bona font de desenvolupament tecnològic, el millor exemple és la sofisticació del material esportiu o la tecnologia dels video-jocs.

Un cop identificada la necessitat s'analitza la manera de resoldre-la. En funció de la solució, l'objecte o objectes implicats hauran de acomplir una sèrie de condicions d'acord amb les prestacions establertes. En el cas que ens ocupa es poden establir una sèrie de prescripcions tècniques que han d'acomplir els objectes o peces produïdes per emmotllament per buit.

Un objecte emmotllat per buit s'ha de caracteritzar per:

- una gran superfície relativa, sense necessitar un cos compacte,
- tolerància dimensional alta,
- no presentar angles ni arestes vives,
- requerir o tolerar poc pes en relació amb la mida,
- rendibilitat de les tirades ajustades a la demanda.

El plàstic es triarà en funció de les prestacions que ha d'acomplir l'objecte final:

- propietats òptiques: opacitat, transparència, color,
- resistència a l'impacte,
- resistència als agents químics,
- resistència tèrmica,
- rigidesa / flexibilitat,
- facilitat de mecanitzat en funció de l'acabament final,
- preu i facilitat de subministrament.

Per poder triar amb coneixement de causa és imprescindible que a l'aula es tingui un mostrari dels tipus de plàstic en planxa més corrents, tant per a la simple observació com per efectuar els assajos necessaris per guiar la tria. Les taules que s'inclouen en aquesta publicació han de servir també d'informació complementària. L'elecció del plàstic ha de ser prèvia al disseny final del motlle per poder adaptar-lo als requeriments específics del material escollit. (vegeu secció 10.2.)

En el disseny final de l'objecte, per tant del motlle, cal tenir en compte entre d'altres els condicionats següents:

- mida de la peça de plàstic segons l'obertura de l'emotlladora,
- alçària màxima permesa per la màquina i el grau de fluència del plàstic,
- facilitat de separació entre la peça útil i part sobrant de plàstic (vegeu secció 8.6.),
- necessitat o no de reforços estructurals en forma de nervis,
- regularitat i textura de les superfícies (vegeu secció 11.3.),
- integració en el disseny de les esclatxes de separació entre les possibles parts del motlle, (la millor manera de dissimular-les és que formin part de la decoració o gravat de la superfície),
- equilibri estètic de les proporcions, simetria exacta, allà on calgui,
- adequació del disseny a la funció de la peça, facilitat d'ús, etc ...

11. Proposta d'activitats relacionades amb l'emmotlladora

11.1. Anàlisi del funcionament de la màquina

Ja hem dit anteriorment que l'emmotlladora és per ella mateixa un recurs didàctic. A continuació plantejem una sèrie de suggeriments pel disseny d'activitats que poden prendre com a referència objectius del disseny curricular de l'àrea. No es tracta que l'emmotlladora hagi de ser necessàriament utilitzada pel treball a l'entorn d'aquests objectius, sinó que, en tenir-la al nostre abast, pot ser aprofitada eventualment. (vegeu capítol 7.)

Descripció de la màquina

Indicar el nom i les seves parts: funció i característiques.

Suggeriments:

Utilitzar una transparència o fotocòpia del dibuix de la màquina per indicar les seves parts amb la funció que els correspon.

Objectius de referència:

- 25. *Descriure un objecte a partir del material, dels elements que constitueixen i de la funció que fa.*
- 27. *Descriure els mecanismes més importants de les màquines i identificar-hi la transmissió de moviment i d'energia.*

Elaboració d'un diagrama de flux de tot el procés

Dissenyar un diagrama amb tots els passos del procés, des de la rebuda de la planxa a l'acabament de la peça.

Suggeriments:

Dins de la llibreria de l'Autosketch, el programa de disseny assistit per ordinador es rep amb la dotació oficial de l'aula de Tecnologia, hi ha els símbols i caixes per dissenyar diagrames de flux. Es té, doncs, la possibilitat d'utilitzar l'ordinador i la impressora per elaborar el diagrama de flux.

Objectius de referència:

- 24. *Realitzar alguna operació de les que formen part d'un procés, comprovant-ne el resultat, repetint-la si escau, i situar-la en la seqüència d'operacions del procés.*
- 26. *Analitzar objectes, processos i el funcionament d'aparells senzills de l'entorn immediat.*

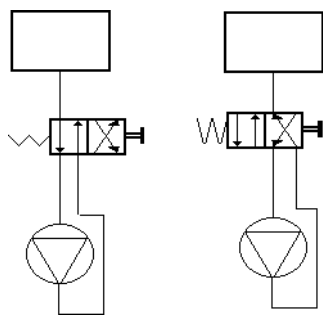
Anàlisi tecnològic del funcionament de la màquina

Analitzar el funcionament de les diferents parts de la màquina amb els operadors corresponents, les seves prestacions i la integració amb la resta de components, mesurar el seu consum i rendiment.

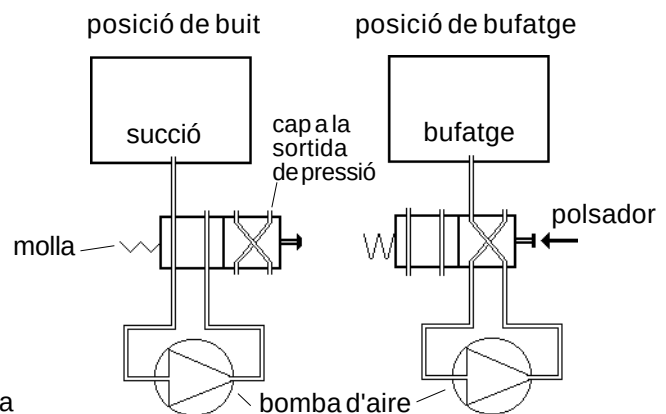
Suggeriments:

Observar el sistema calefactor, esbrinar com estan connectades les resistències, explicar perquè s'utilitzen del tipus ceràmic. Comparar-lo amb altres sistemes i aparells elèctrics d'escalfament. Estudiar els mecanismes de regulació i control de la bateria de resistències. Analitzar els sistemes de seguretat de la màquina i discutir els seus avantatges i possibles causes d'accident.

Un operador interessant, especialment per alumnes de batxillerat o de 4t d'ESO és la vàlvula que inverteix la direcció del cabal d'aire aspirat per la bomba de buit. Com ja hem explicat a les seccions 7.1. i 7.2., en prémer el polsador de la vàlvula, pel forat central de la platina es produeix el bufatge d'aire en lloc de la succió. Això és degut a l'acció d'una vàlvula de doble via de les conegudes com del tipus 4/2 en pneumàtica.



Representació mitjançant simbologia pneumàtica del circuit pneumàtic de l'emmotlladora.



Esquema funcional de la vàlvula d'inversió de flux.

Els dibuixos de la vàlvula i l'anàlisi del circuit pneumàtic de l'emmotlladora han estat realitzats per Francisco Fernández Ortega, professor de Tecnologia a l'IES de Pallejà.

L'equip de captació, anàlisi i control de dades de l'aula de Tecnologia permet fer un estudi del rendiment de la màquina i, fins i tot, detectar anomalies en el seu funcionament.

Amb els sensors de temperatura es pot comprovar el «mapa tèrmic» de les diferents zones de treball de la màquina i en la superfície de la planxa de plàstic i situar-les en un croquis estudiant la influència de variables com el paper del termòstat, temps de funcionament, escalfament del motlle, materials emprats, etc. Amb aquestes es pot saber a quina temperatura es veuen sotmesos els plàstics en l'emmotlladora. Amb el sensor de pressió absoluta es pot efectuar la mesura de la pressió de buit i de bufatge. També és possible la comprovació de l'estanqueïtat de les juntes mitjançant una planxa amb un passa-murs amb raccord de connexió ràpida per a tub de pressió.

Amb el polímetre es pot estudiar el consum real de la màquina en funció de les diferents accions: funcionament de la bomba en succió o sota pressió, connexió de les resistències o funcionament simultani de resistències i bomba.

Objectius de referència:

- 26. *Analitzar objectes, processos i el funcionament d'aparells senzills de l'entorn immediat.*
- 38. *Usar instruments i aparells de mesura.*
- 41. *Indicar les diferents magnituds, els símbols que les representen, les unitats corresponents i els instruments que les mesuren, i relacionar-los amb les operacions que constitueixen un procés tecnològic.*
- 44. *Resoldre problemes numèrics sobre operacions, processos i mesures, de manera teòrica, o a partir de dades reals o simulades que corresponguin a un procés tecnològic.*

Anàlisi econòmic i càlcul del cost

Calcular el cost material d'un objecte fabricat amb l'emmotlladora, tenint en compte els materials emprats al motlle, els possibles accessoris, plàstic i consum elèctric; intentar cronometrar cada operació i fer referència al concepte d'amortització dels equipament i instal·lacions.

Suggeriments:

Determinar el cost del consum elèctric pels diferents materials i gruixos de planxa a partir de la potència nominal consumida, sense oblidar el temps inicial d'escalfament de la màquina. Demanar pressupostos a diversos subministradors i, a partir del preu d'una planxa sencera, calcular el preu de cada peça. Comprovar les diferents alternatives en la orientació dels talls. Mesurar amb l'amperímetre el consum mitjà de la màquina per cada cicle de treball i comparar-lo amb el consum nominal. Calcular el temps emprat en cada cicle de treball, mesurar-lo al realitzar el treball en solitari o en grups de més o menys persones. Relacionar el càlcul anterior amb les costos per mà d'obra i els diferents conceptes que intervenen en aquest apartat.

Objectius de referència:

- 30. *Realitzar balanços econòmics senzills.*
- 38. *Usar instruments i aparells de mesura.*
- 53. *Manejar els factors que incideixen en el balanç econòmic de la fabricació d'un objecte, relacionant la qualitat amb el cost i amb el preu en el mercat.*

Organització i planificació del treball

Partint del diagrama de flux del procés i del cronometratge, identificar els passos optimitzables, organitzar la producció en cadena i distribuir les tasques entre un grup d'alumnes.

Suggeriments:

Un cop utilitzada l'emmotlladora en alguna activitat, proposar a l'alumnat la producció a més gran escala d'algun objecte dissenyat per ells i que es pogués vendre o repartir com obsequi. Distribuir els

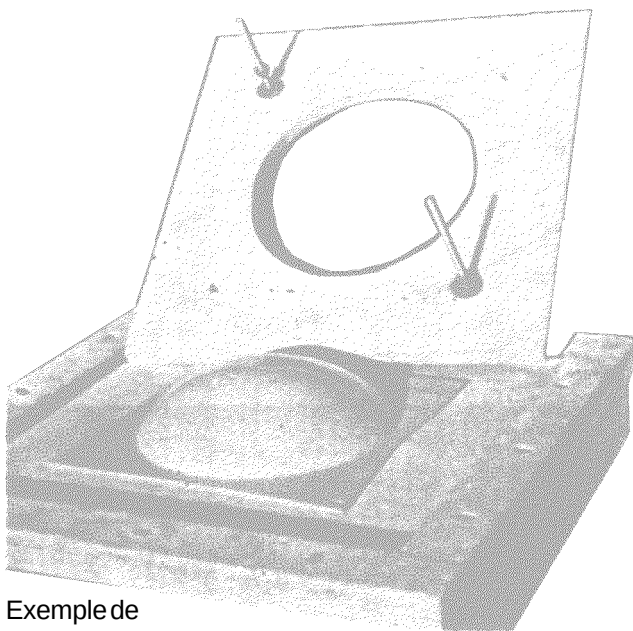
alumnes de manera que s'equilibrin els diferents tipus de tasques i es creï una cadena de treball sense col·lapses ni temps morts. Organitzar l'espai físic de l'aula amb les zones destinades a cada operació. Decidir també la distribució de les eines disponibles.

Objectius de referència:

45. Donar importància a la planificació i l'ordenació del treball en equip, col·laborant activament de forma individual i respectant l'aportació dels companys.
46. Col·laborar a mantenir en condicions adequades l'aula de Tecnologia, el material propi i el d'ús comú.
51. Valorar les condicions i el compliment de les normes de seguretat laboral i acostumar-se a aplicar-les de forma continuada en la feina.
54. Comparar la producció industrial i l'artesanal en el procés de fabricació d'un determinat material o objecte.
55. Comparar els instruments i les condicions d'una operació a nivell industrial amb un model simplificat.

11.2. Emmotllament per bufatge

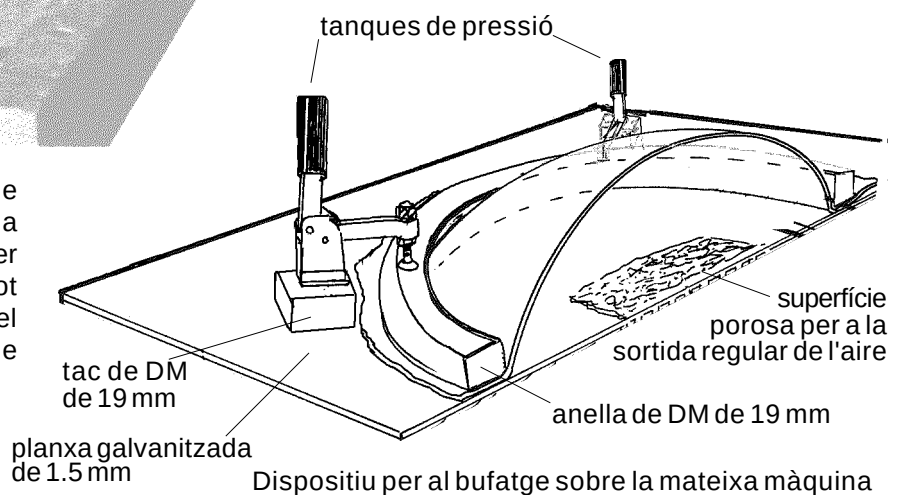
En els processos de transformació (vegeu capítol 4) s'han tractat les tècniques d'emmotllament per bufatge. L'emmotlladora té una sortida amb raccord de connexió ràpida situada en un dels laterals. Aquesta sortida de pressió es pot utilitzar per conformar la planxa de plàstic. Hi ha dos possibilitats d'aplicació d'aquesta sortida de pressió.



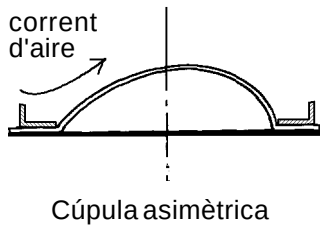
Exemple de dispositiu per al bufatge aprofitant la sortida de pressió de l'emmotlladora. Consisteix en una caixa buida amb un acoblament per a tub de pressió. La coberta es pot fixar amb barra roscada, com en el cas de la figura, o amb tanques de pressió.

Bufatge de cúpules

Aquest procediment es característic per a l'elaboració de cúpules de PMMA de colada. Les cúpules transparents es troben en tots els comerços especialitzats en plàstic però també es poden conformar a l'aula. Els accessoris necessaris es poden construir fàcilment amb diverses variants.

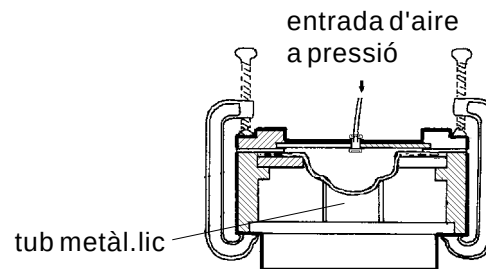
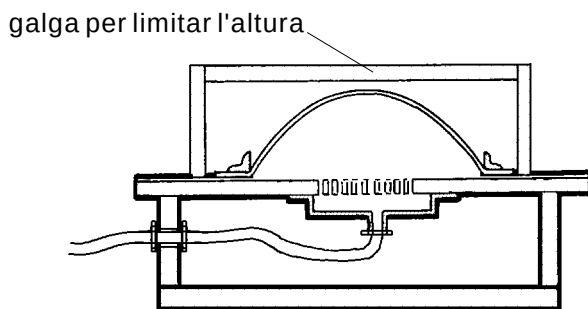


L'aire ha d'entrar preferentment a través d'una superfície porosa o per petits forats. Normalment la planxa s'escalfa a part i ràpidament s'instal·la en el marc per a ser conformada. Com a font de calor es pot utilitzar l'emmotlladora o una estufa elèctrica d'infraroigs o halògena. La planxa ha d'assolir uns 100°C de temperatura. Evidentment cal utilitzar guants de cuir.

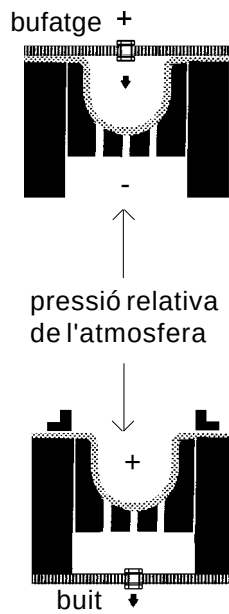


Els corrents d'aire durant la pujada de la cúpula poden provocar la seva asimetria.

Una galga per l'alçària garanteix les dimensions. L'alçada ha de ser igual al radi de la base per obtenir un hemisferi.



Exemples de dispositius per al bufatge de planxa de plàstic fora de l'emmotlladora.



Amb algunes modificacions es poden obtenir formes derivades de la cúpula. Les cúpules obtingudes poden tenir nombroses aplicacions en decoració, sistemes d'il·luminació, protecció de mecanismes que es volen mantenir visibles, recipients per aigua, etc.

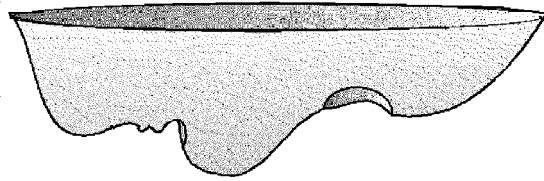
La pressió necessària, per bufar un mateix gruix de planxa, és més gran quan més petit sigui el radi de la cúpula. Per radis petits és millor emprar la tècnica de l'embotit en calent.

Emmotllament per bufatge amb motlle

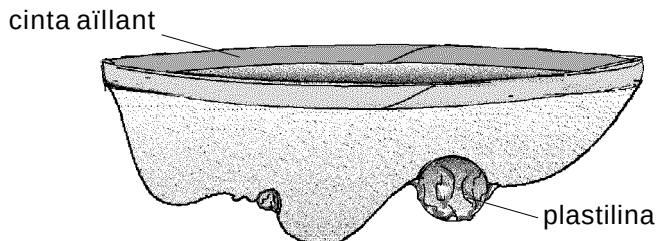
Aquest mètode serveix per emmotllar planxes de PS. De fet és el mateix procediment que l'emmotllament per buit. En el cas de l'emmotllament per buit la pressió depèn de la diferència entre la pressió atmosfèrica i el buit creat per la bomba de succió. És possible la seva utilització a l'aula sempre que es construeixi primer un motlle amb les característiques requerides: ha de ser negatiu amb prou cos i una superfície plana que permeti encaixar-lo contra el marc de subjecció de la planxa de plàstic. El motlle ha de tenir les forats d'evacuació igual que en el cas de l'emmotllament al buit.

Les tècniques de bufatge i de buit són anàlogues des del punt de vista mecànic. Es fonamenten en un gradient de pressió entre les dues cares de la planxa de plàstic ablanida per la calor.

Pot ser interessant per a formes amb alguna de les dimensions superiors a què permet l'emmotlladora. No és un mètode que es pugui pensar a utilitzar en un crèdit comú.



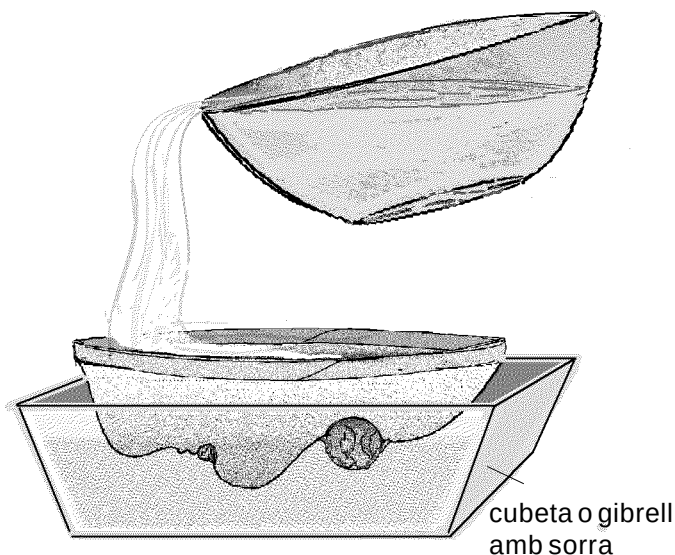
Carota de plàstic d'origen comercial



Tancament de les possibles obertures d'ulls, boca o nas



Preparació de la mescla aigua-escaiola



Vessament de l'escaiola o en el seu cas del guix.

11.3. Motlles amb guix o ciment

A partir d'objectes fabricats per emmotllament per buit es poden obtenir motlles en escaiola o ciment pel procediment de colada. Només cal vessar la barreja d'escaiola o ciment amb aigua en el receptacle que forma l'objecte col·locat a l'inrevés. Aquest procediment es pot aplicar també a alguns objectes còncavos obtinguts per injecció.

Si l'objecte presenta forats, aquests es poden tapar amb boles de plastilina. En alguns casos interessa poder omplir-lo fins a la vora, però hi ha el perill que vessi; per evitar-ho es pot aixecar la vora amb cinta aïllant o amb cinta de precintat.

Per facilitar el desemmollament es preferible untar lleugerament l'objecte que farà de motlle amb cera desemmollant, cera per encerar mobles, betum incolor, vaselina o simplement margarina. Si es fa amb cera es pot polir posteriorment un cop assecada aquesta.

Proporcions aproximades entre escaiola o ciment i aigua

1 kg escaiola +	500 cm ³ aigua
1 kg ciment +	1000 cm ³ aigua

L'escaiola o el ciment es deixa caure en pluja fina sobre l'aigua. Es barreja amb un llistonet de fusta procurant que no es formin bombolles. Un bon recipient per fer la barreja és un bidó d'aigua de plàstic convenientment escapçat.

El procediment de la colada amb escaiola o ciment és molt semblant al procediment d'emmotllament per colada amb resines amb càrrega de pols mineral i pot ser el pas previ a la utilització d'aquest altre tècnica més sofisticada.

Exemples d'objectes «copiables» amb escaiola o ciment:

blisters

suports d'embalatge, obtinguts per emmotllament per buit

gots i recipients alimentaris comercials i de la llar

embuts, tapant el broc amb plastilina

qualsevol cavitat amb suficient conicitat

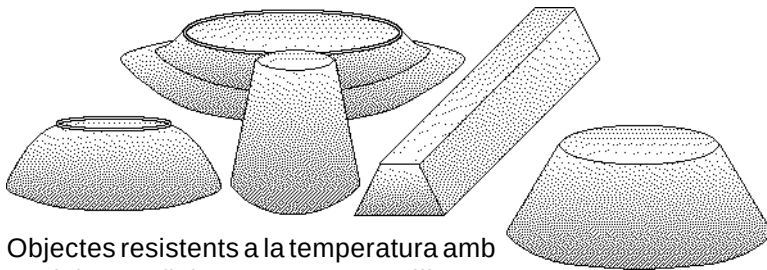
menjadors de plàstic per gats o gossos

motlles de joguina per sorra

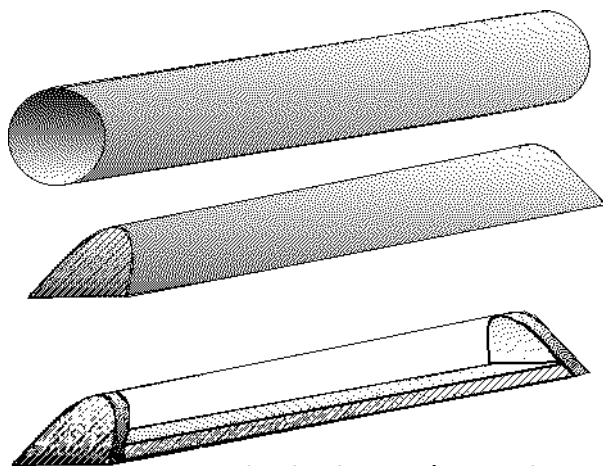
buc d'un vaixell o d'un barca de joguina

gobelets de les safates per glaçons

cavitats de les capsas d'ous



Objectes resistents a la temperatura amb conicitat suficient per a ser utilitzats directament com a motlles.



Amb tubs de cartró, com els emprats per a les bobines de teixit, i uns quants retalls de DM es poden preparar formes per a ser utilitzades com a motlles.

11.4. Emmotllament i copiatge amb objectes quotidians

Molts objectes de ceràmica o vidre han estat fabricats mitjançant motlles o tornejats. Tots els objectes còncaus que presenten la necessària conicitat poden utilitzar-se directament per emmotllar.

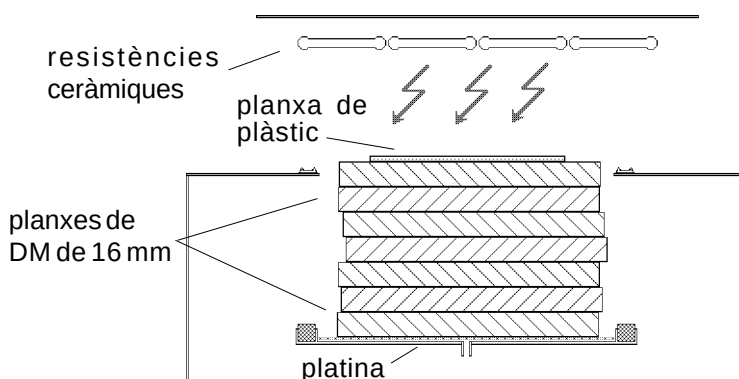
Altres objectes com tubs de cartró, peces de fusta, etc., poden tallar-se a les dimensions convenients per ser combinats amb altres materials.

Un cop obtinguda una còpia en planxa de plàstic (PVC per exemple) amb l'emmotlladora, la forma obtinguda pot servir com a motlle negatiu per a l'obtenció per colada d'un motlle en escaiola o resina que es pot combinar amb altres per dissenyar un objecte nou.

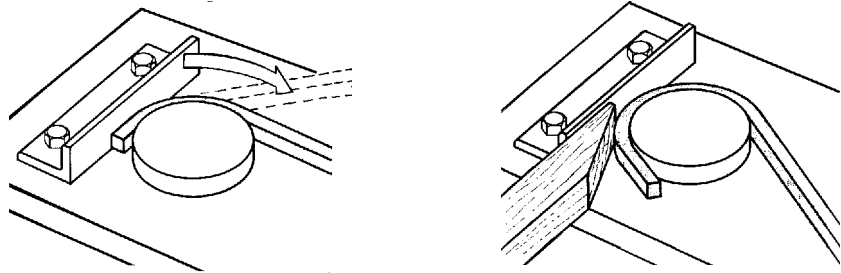
11.5. L'emmotlladora com a font de calor

A l'aula no hi ha cap mena de forn, per això l'emmotlladora ens pot servir com a forn de baixa temperatura per escalfar fragments de

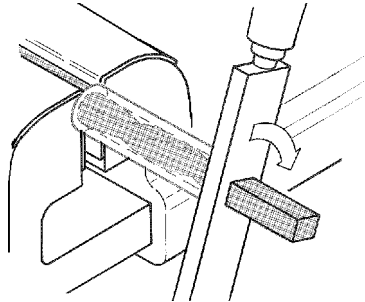
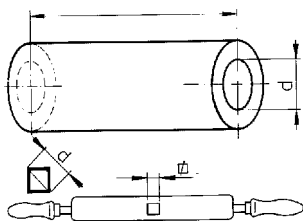
planxa o blocs de termoplàstic de la mida com a màxim de la platina. Quan necessitem escalfar tota una superfície, com per exemple per corbar una zona relativament ampla, pot ser que no en tinguem prou amb l'escalfament lineal que ens ofereix la resistència de la plegadora. La millor font de calor ens l'ofereix l'emmotlladora, mentre la mida de la peça a conformar no superi les dimensions de la platina de la màquina.



Exemples de manipulació i conformació de peces escalfades amb l'emmotlladora com a forn.

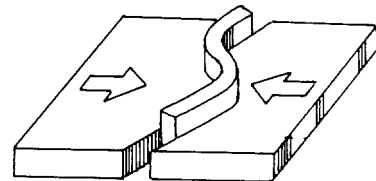
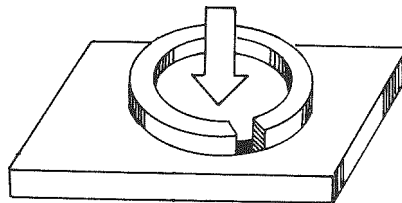


Doblegament de barra de PMMA amb accessoris fàcils de construir.



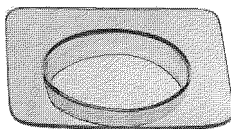
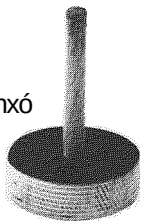
Cargolament de barra quadrada de PMMA

Accessoris realitzats amb DM per a conformar petites peces de termoplàstics.



Quan es vulgui conformar per embotició en calent una planxa de plàstic, no massa grossa, l'emmotlladora utilitzada com a forn és també la millor solució. Si es construeix un bastidor de dimensions inferiors a l'obertura de la màquina es podrà escalfar la peça ja convenientment muntada.

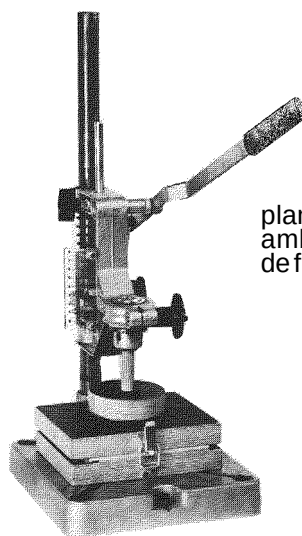
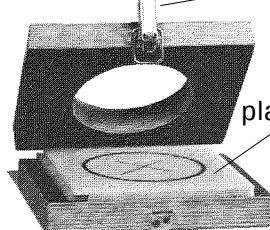
punxó



peça embotida

tanca de pressió

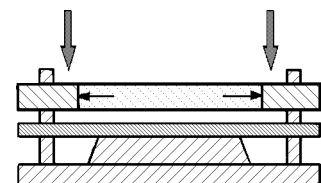
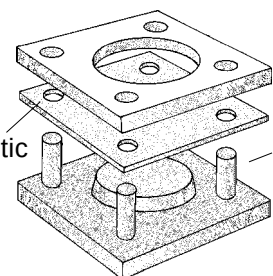
planxa de plàstic



Suport vertical de trepant portàtil adaptat com a màquina embotidora

planxa de plàstic amb forats de fixació

metxa



Diverses tècniques per a l'embotició en calent.

11.6. Els plàstics: uns materials amb memòria

11.6.1. Fonament teòric de la memòria estructural dels plàstics

El concepte de memòria que s'aplica a diversos materials fa referència a la propietat que presenten, en variar la temperatura, de recuperar la forma que tenien anteriorment. En alguns aliatges, com per exemple alguns de níquel-titani, aquest procés és reversible i la seva forma es modifica alternativament en funció dels canvis de temperatura. Aprofitant aquesta particularitat s'han experimentat i utilitzat per aplicacions en mecanismes com molles per al tancament i obertura, per mecanismes de control o seguretat, per facilitar muntatges complexos en punts de difícil accés i darrerament per pròtesis ortopèdiques que prèviament refrigerades, un cop implantades, amb l'escalfor del cos canvien de forma i ajuden a mantenir les vèrtebres separades en determinades patologies de columna.

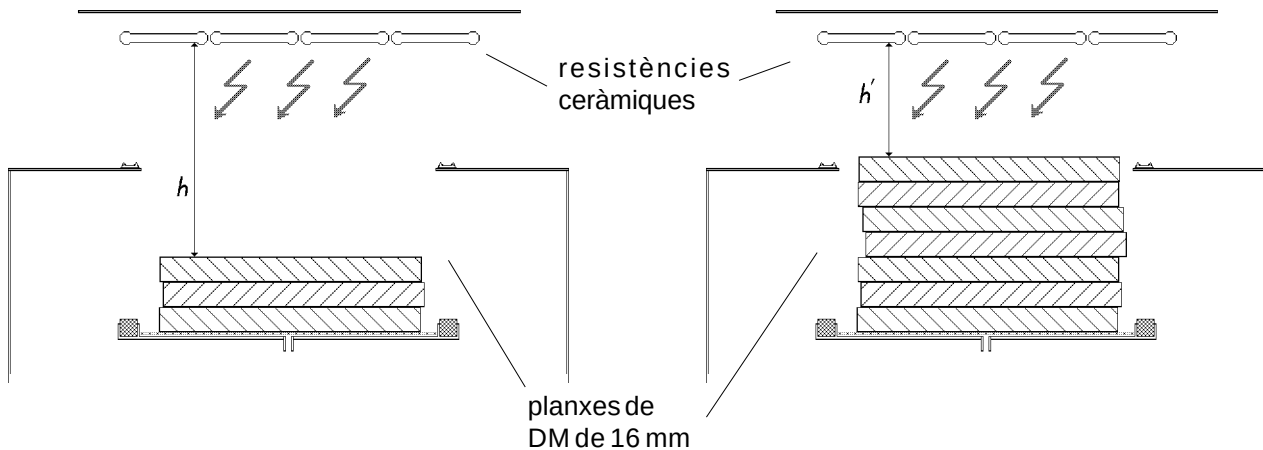
En els plàstics, la memòria no té, ni de bon tros, la mateixa transcendència tecnològica que en els aliatges amb memòria estructural. Si proposem de tractar-lo a l'aula de Tecnologia és per la relació que existeix entre aquesta propietat i la interpretació teòrica dels processos estructurals que tenen lloc durant la termoconformat. La facilitat que ens dóna l'emmotlladora com a font de calor homogeni i controlat ens permet estudiar aquest fenomen amb notable comoditat.

En escalfar moderadament un termoplàstic s'estova sense arribar a la fluïdesa. Quan és sotmès a les forces del procés d'emmotllament, les molècules llisquen i es desplacen en la direcció de les forces. Aquesta reorganització estructural pot tenir lloc, en part, pel simple estirament de les molècules, sense que ni el seu entrellaçament mecànic, ni part de les forces d'atracció intermolecular es modifiquin substancialment. Tanmateix, en escalfar, desapareixen una part d'aquestes forces intermoleculars; en cas contrari no fóra possible la termoconformat. En refredar de nou, reapareixen forces intermoleculars en noves posicions fixant la nova forma. Si es torna a escalfar les forces responsables de mantenir la nova forma es destrueixen i només resten les antigues forces que no havien desaparegut amb el primer escalfament. En el cas de no intervenir cap nova força externa durant el segon escalfament, les forces internes «antigues» reconstrueixen la forma prèvia a l'emmotllament. Aquest fenomen es coneix com memòria estructural dels termoplàstics i es dóna en aquells que han estat conformats amb poca destrucció dels enllaços intermoleculars. (vegeu secció 6.2.)

Activitats amb alguns plàstics relacionades amb l'efecte memòria

El primer recurs necessari per a l'estudi de la memòria estructural dels termoplàstics és una font de calor regular i uniforme. Com ja hem dit, l'emmotlladora ens serà molt útil. Per facilitar les observacions necessitarem un xoc de sis o set peces de planxa d'aglomerat o DM de 16

mm de gruix, tallades en quadrats d'aproximadament 180 x 180 mm. La funció d'aquestes planxes és apropar la peça a escalfar a les resistències. Les planxes es col·loquen, una sobre l'altre al damunt de la platina que roman sempre en la seva posició inferior. El nombre de planxes depèn de la mida de la peça a escalfar, que ha d'estar el més amunt possible, però de manera que es pugui cobrir amb el carro porta-resistències. A mesura que la peça es contrau s'afegeixen planxes. Per peces petites o relativament planes no caldrà variar l'alçada. És recomanable operar amb guants de cuir i deixar el marc de subjecció a la seva posició de repòs.



Un joc de planxes de DM (aglomerat de fibra de densitat mitja) permet mantenir més o menys constant la distància entre les resistències de la campana i la superfície de l'objecte que s'està escalfant.

11.6.2. Exemples de plàstics amb memòria

PS

Tenim dues possibilitats: objectes d'origen comercial, i formes obtingudes per nosaltres amb l'emmotlladora.

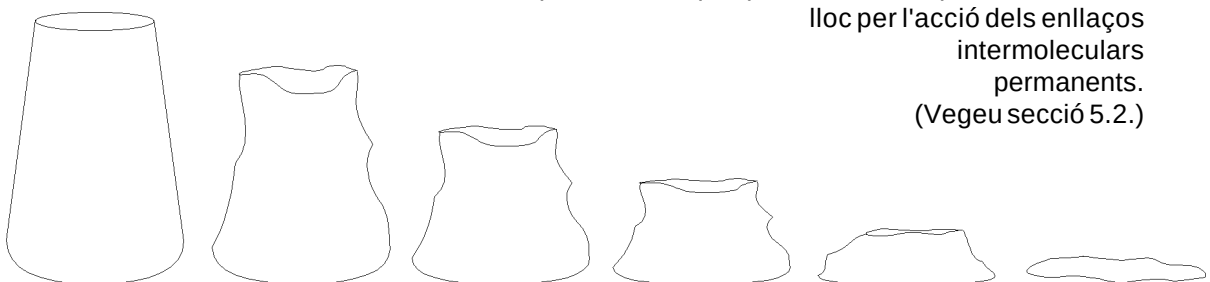
Objectes d'origen comercial:

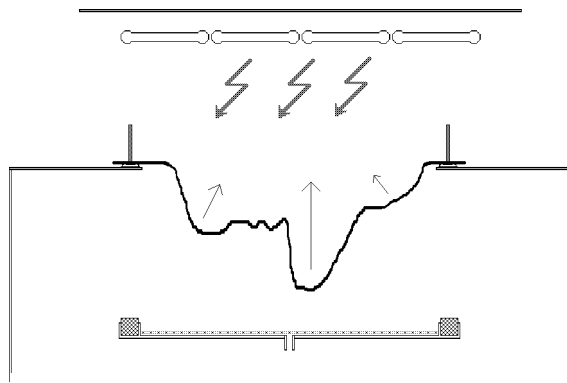
Plats, gots, envasos de iogur, terrines, etc. Només cal col·locar l'objecte sota el carro amb les resistències, tal com hem descrit anteriorment.

Les formes que han estat emmotllades pel buit, en ser escalfades a la temperatura corresponent a la condició elàstica, retrocedeixen lentament cap a la forma de planxa de la qual procedeixen. Aquest fenomen té

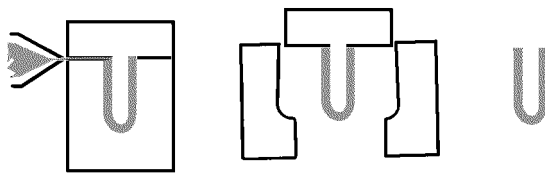
lloc per l'acció dels enllaços intermoleculars permanents.

(Vegeu secció 5.2.)

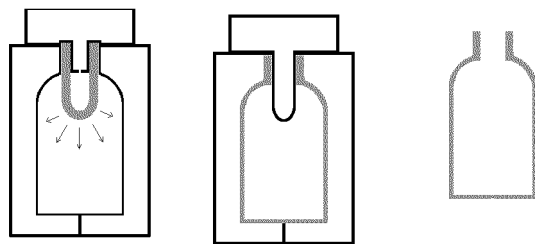




Les planxes conformades amb l'emmotlladora de l'aula poden ser reutilitzades si es tornen a escalfar.



Preforma provinent d'injecció.



Bufatge de la preforma cap l'objecte definitiu. Al ser rescalfat un objecte obtingut per injecció-bufatge o per extrusió-bufatge té tendència a recuperar les dimensions de la preforma.

Planxes emmotllades a l'emmotlladora:

Com que normalment tenen un relleu excessiu per poder tornar a cobrir-les amb el carro porta-resistències, s'han de col·locar subjectades pel marc amb les formes sortints cap per vall.

Quan més deformada hagi estat la planxa i més alta hagi estat la temperatura, més probable serà que s'hagin desfet els enllaços intermoleculars i romangui poca tensió interna.

Ampolles de PVC o PET

Les ampolles de plàstic s'obtenen per extrusió-bufatge i injecció-bufatge. En alguns casos, el procés d'injecció té lloc com a preforma en una injectora convencional en motlle fred i el bufatge es realitza posteriorment amb preescalfament en un altra màquina. Les ampolles de PVC i especialment les de PET es contrauen amb tendència a recuperar la forma anterior al moment del bufatge. Òbviament, haurem de limitar-nos a les de mides més petites o utilitzar fragments retallats d'ampolles més grans. Si comparem diverses mostres veurem que les ampolles de PE o PP no presenten contraccions tan violentes en ser escalfades.

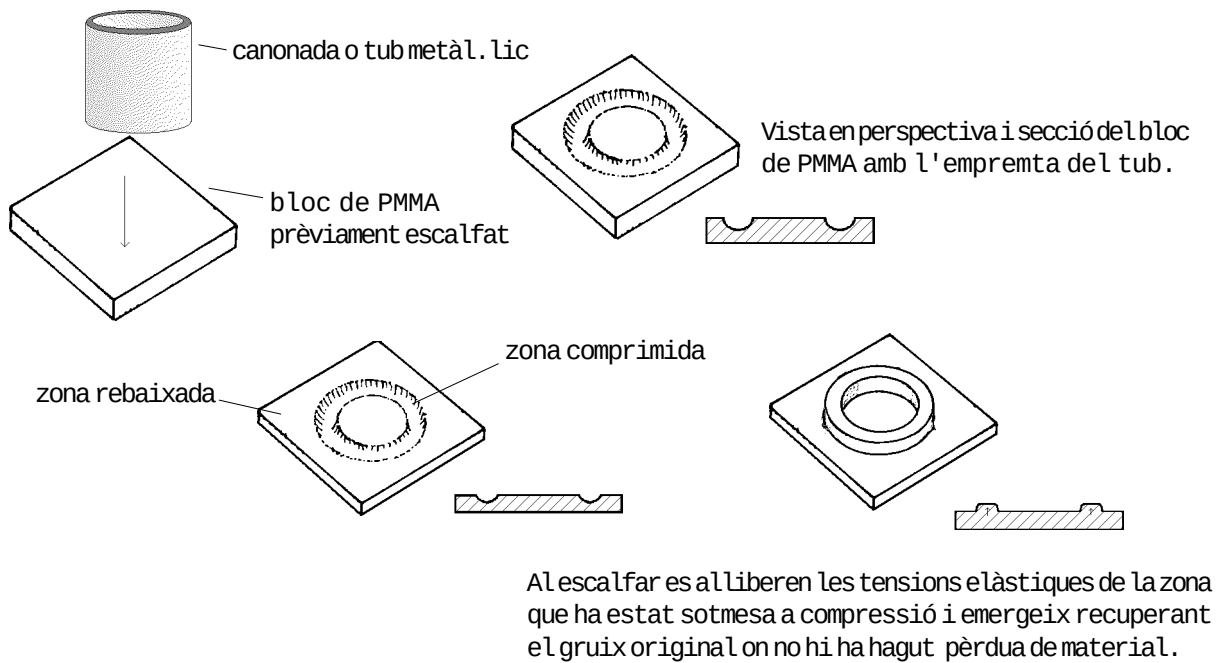
Aquesta activitat pot servir per deduir el procés de fabricació sofert per un envàs de plàstic. El productes injectats no presenten memòria encara que manifestin distorsions degudes a tensions internes.

Blisters

El blister (butllofa en anglès) és una forma d'embolcall format per una làmina, generalment de 0.5 mm de gruix, de PVC transparent emmotllada per buit que reproduïx a grans trets la forma del contingut. S'utilitza per l'embalatge dels productes més diversos. L'efecte de les tensions internes és molt patent en escalfar de manera adient. Hi ha blisters de PVC rígid i de PVC flexible (plastificat).

PMMA

L'experiència clàssica que es realitza amb el PMMA per comprovar l'efecte memòria fa una expansió en lloc d'una contracció. Necessitem un petit tros de planxa de PMMA relativament gruixut (>5 mm) i un objecte metàl·lic per embotir-lo contra la seva superfície un cop arribi al grau de plasticitat necessària. La forma a embotir pot ser un filferro gruixut, un cargol, monedes, etc.



Procediment:

Tallar un rectangle de planxa de PMMA suficientment gruixuda
escalfar-la en l'emmotlladora a la suficient altura (cal deshidratar-la
abans).

Comprimir entre dues fustes el PMMA contra la peça metàl·lica
mitjançant un serjant o el cargol de banc i deixar refredar.

Rebaixar amb la llima la superfície marcada fins al nivell de l'empremta.

Tornar a escalfar; la zona que ha estat sotmesa a compressió en
escalfar allibera la tensió retinguda i el material puja cap amunt amb
tendència a recuperar el gruix inicial de la planxa. La part no
comprimida conserva el gruix que se l'hi ha donat amb la llima

11.7. Reciclatge del plàstic

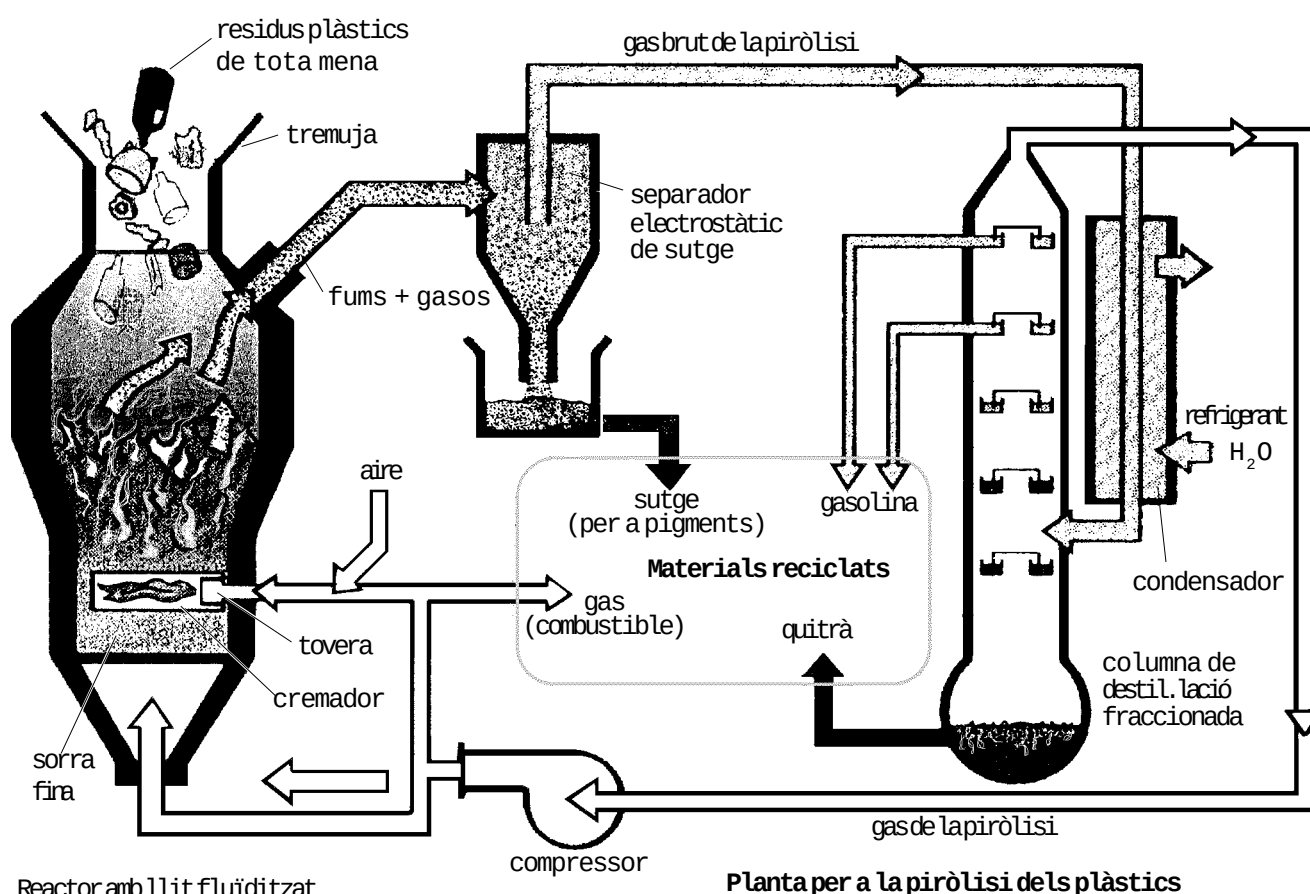
L'emmotlladora permet abordar el reciclatge dels plàstics des d'un
punt de vista pràctic. És possible reciclar a l'aula plàstic procedent
d'envasos per elaborar objectes nous. L'aprofundiment en la
importància del reciclatge en relació amb la utilització generalitzada
dels plàstics es tan obvi que aquí no insistirem en aquest aspecte. Des
de la Tecnologia de l'ESO es pot treballar a classe amb les implicacions
tecnològiques del reciclatge dels plàstics.

El reciclatge dels plàstics es un tema prou proper a l'alumne/a com
per tractar-lo a partir de la problemàtica immediata. La més propera
és la producció de residus en el treball a l'aula, seguit de les
escombraries a la llar i el barri o la població on es trobi el centre
d'ensenyament.

S'ha de donar exemple a l'institut mateix, tot propiciant al màxim la recollida selectiva i la reutilització o el reciclatge del major nombre possible de residus generats pel treball a l'aula. La reutilització de materials provinents dels residus de la llar pot ser el segon pas.

11.7.1. La piròlisi: un exemple de reciclatge en els plàstics .

La piròlisi consisteix en la descomposició per la calor sense combustió. Aquest procediment té l'avantatge que no requereix un selecció exhaustiva dels plàstics reciclats però energèticament és poc rentable.



Reactor amb llit fluiditzat de sorra per acció del corrent ascendent de gas a alta temperatura. Els plàstics es descomponen per la calor despresada en la combustió del gas. El llit de sorra fluiditzat evita que el plàstic entri en contacte directe amb la flama del cremador. Els plàstics es descomponen per l'acció de la sorra calenta sense entrar en combustió.

11.7.2. Graus de reciclatge

Hi ha tres maneres d'enfocar el reciclatge, agafarem com exemple un bidó cilíndric de plàstic per aigua de 8 litres. En primer lloc està la simple *reutilització* de l'objecte pel mateix ús pel qual va ser fabricat: contenir i transportar líquids. La reutilització pot consistir en fer-lo servir per anar a buscar aigua a una font, per posar vi, etc. Un segon pas és el *redisseny* de l'objecte, és manipulat i, combinat o no amb un altre, se li dóna un ús totalment diferent. És el cas del bidó escapçat que pot servir de recipient per barreges, per guardar retalls o barretes, cap per vall per cobrir planter recent plantat, amb les vores retallades formant fistó com a pantalla per un llum exterior. El tercer nivell és el reciclatge pròpiament dit, el seu ús com a font de matèria prima. En el cas del nostre exemple es farà industrialment triturant-lo i tornant-

lo a fondre o per piròlisi. Però a l'aula de Tecnologia pot proporcionar matèria prima per obtenir planxa de plàstic per l'emmotlladora. De cada bidó surt un tros de planxa prou gran per ser fixat amb el marc de subjecció de l'emmotlladora. Altres envasos de plàstic resulten massa petits, tret de què s'utilitzi un reductor (vegeu secció 8.1.).



PET
Politereftalat d'etilè



HDPE
Polietilè d'alta densitat



PVC
Policlorur de vinil



LDPE
Polietilè de baixa densitat



Polipropilè

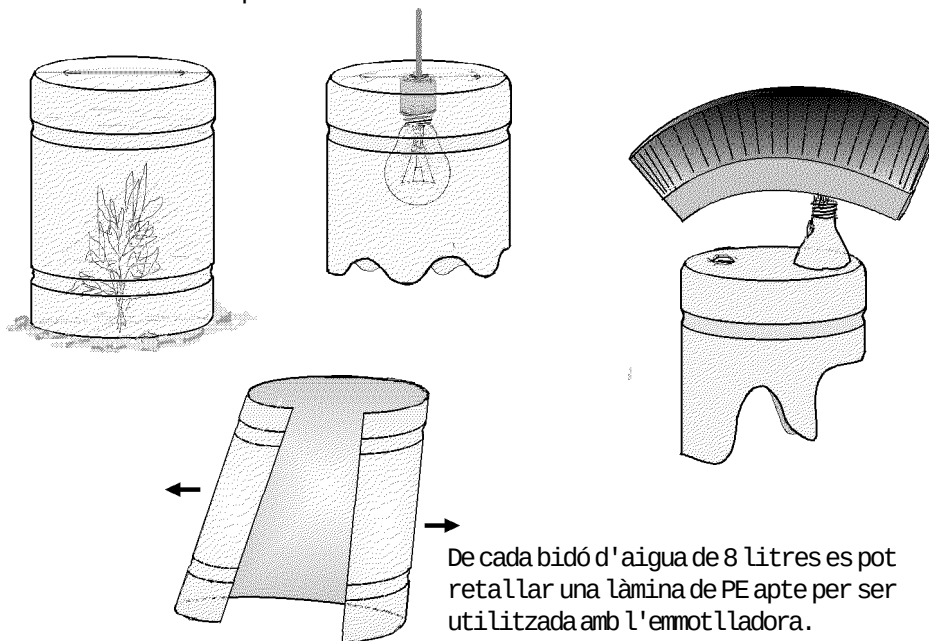


PP
Polistirè



Altres
plàstics

Exemples de redisseny
en un bidó de plàstic



De cada bidó d'aigua de 8 litres es pot retallar una làmina de PE apte per ser utilitzada amb l'emmotlladora.

11.7.3. El reciclatge i la identificació dels plàstics

Un dels primers problemes que es planteja en relació amb el reciclatge dels plàstics és el de la seva identificació. Precisament per aquest motiu hem deixat per aquesta secció els comentaris sobre la identificació dels plàstics. És evident que quan es compra plàstic ja se sap de quin tipus es tracta. No succeeix el mateix quan es tracta de material de procedència desconeguda. Un altre situació que pot fer necessària la identificació d'un plàstic és un error d'emmagatzematge. Per facilitar la selecció en les plantes de reciclatge ha estat adoptat un codi internacional que identifica els plàstics més usats.

Pràctica per a la identificació dels plàstics

Mitjançant assaigs molt senzills que l'alumnat pot verificar en el taller, es poden identificar amb força fiabilitat els plàstics més usats. Aquesta pràctica permet relacionar de forma molt didàctica les propietats dels diferents tipus de plàstics amb les seves aplicacions. És molt interessant conèixer d'on procedeixen les mostres emprades. Com a font d'informació n'hi ha prou amb la taula d'identificació i les taules de la secció 3.4. En cas de dubtes o manca d'acord entre els membres del grup deixar la casella corresponent en blanc. Una casella en blanc no indueix a confusions.

Pràctica per a la identificació dels plàstics

Material per grup d'alumnes

Encenedor
Bec Bunsen o blener d'alcohol
Pinces metàl·liques de laboratori
Paper indicador de pH
200 cm³ aigua destil·lada
200 cm³ dissolucions salines de d=1.1 i d=1.2
3 gots de precipitats o bols de vidre o de ceràmica
Planxa metàl·lica o rajola (40 x 40 cm) per protegir la taula
Punta de marcar, o ganivet acabat en punta
Acetona en flascó petit
Vidres de rellotge
Deixalles i d'objectes de plàstics inútils
Tisores, serra i cargol de banc per tallar les mostres
(Martell amb superfície per picar a sobre - optatiu-)
Retolador permanent i etiquetes per numerar les mostres
Fitxes en blanc i llapis per prendre nota de les observacions
Ulleres de protecció
Tovallons de paper o rotlle de paper absorbent

Normes de seguretat

No acostar la cara en cremar ni trencar les mostres doblegant-les, sense les ulleres de seguretat.

Garantir una correcta ventilació de l'aula.

No respirar els gasos de la combustió ni els vapors de l'acetona. L'acetona i els seus gasos són extraordinàriament inflamables.

No realitzar l'assaig a la flama ni encendre cap encenedor mentre hi hagi acetona a qualsevol taula del taller.

No vessar l'acetona pel desguàs.

Anar en compte amb les pinces, les puntes poden cremar.

Procediment

Preparació

- Llegir i escoltar atentament les instruccions.
- Revisar el material a utilitzar. Posar noms i data a les fitxes.
- Amb tisora i serra, trossejar i numerar posteriorment les mostres. Anotar la seva procedència. Es necessitaran trossos allargats, els anomenarem provetes, de 100 x 10 mm i petits de 10 x 10 mm. Preparar uns quants de cada per les diferents mostres (no numerar els petits).

Solubilitat (damunt la planxa o la rajola)

- d) Posar una mica d'acetona en els vidres de rellotge. Col·locar els trossets petits de plàstic. Remenar amb la punta del ganivet, netejar-lo tot seguit. Comprovar l'estat del plàstic. Si es desfà el plàstic, netejar el vidre amb el paper absorbent. Anotar. Retirar l'acetona de les taules.

Densitat

- e) Numerar els tres gots o recipients. Vessar-hi respectivament l'aigua destil·lada i les dissolucions. Comprovar si les provetes suren, eixugar-les amb el paper abans de canviar-les de recipient.

Assaig mecànic

- f) Copejar les provetes i, si s'escau, les mostres senceres. Intentar primer doblegar i després plegar les provetes. Es poden deixar caure a terra i eventualment utilitzar un martell. Prendre nota del que succeeixi.
- g) Ratllar les provetes amb la punta de marcar o la punta del ganivet. Es marca fàcilment un solc? Se sent un cert fregament o llisca la punta suaument? Es desprèn polsim?

Assaig a la flama (damunt la planxa o la rajola)

- h) Encendre el foc. Amb les pinces, cremar les mostres, per la zona externa de la flama. Esperar un segons. Retirar-la del foc. Apagar-la bufant, si continua cremant. Col·locar un bocí de paper indicador humitejat amb aigua destil·lada sota l'acció del fum. Ventant amb la mà portar el fum cap el nas i olorar breument amb molta prudència, ja que els fums i gasos són tòxics!

Cal anotar:

Coloració de la flama, aspecte del fum, si continua cremant fora de la flama inicial, reacció del paper indicador, olor, si crepita, fa bombolles, es carbonitza, s'estova, es fon, degota ...

Anàlisi de les dades

- i) Cada grup de treball ha d'intentar identificar les mostres amb l'ajut de les taules.

Posta en comú

- j) Cadascun dels grups comunica a la resta de la classe les seves observacions.
- Està tothom d'acord amb les conclusions?
 - Tenint en compte els resultats anotar els noms dels plàstics amb l'ús que rebien.
 - De les mostres estudiades hi ha algun plàstic aprofitable pel treball a l'aula. Quin? Amb quina aplicació?

Observacions:

És millor comptar amb efectuar la preparació de les mostres i de les fitxes en una hora de classe diferent a la de l'assaig.

Fitxa per a la identificació dels plàstics

Grup classe:

Data:

Grup de treball:

Núm. de la mostra:

Procedència de la mostra:

Descripció de la peça d'on s'ha tret la mostra:

Solubilitat en acetona:

Densitat:

Assaig mecànic

Tipus de ratlla:

Flexibilitat:

Tipus de fractura:

So al copejar:

Assaig a la flama

Olor:

Tipus de fusió:

Combustibilitat:

Característiques de la flama:

Tipus de fum:

pH dels gasos:

Conclusions

Nom del plàstic més probable:

Símbol del plàstic:

Possible reciclatge o reutilització del plàstic analitzat (suggeriments):

D densitat

Cs concentració salina

Ca concentració aquosa

M molaritat

Taula de densitat de solucions aquoses de NaCl per estudiar la flotabilitat dels plàstics.

D (g/cm ³)	Cs (g/l)	Ca (g/l)	M (g-mol/l)
1	0	1000	0
1.1	150	947	2.56
1.2	312	886	5.33

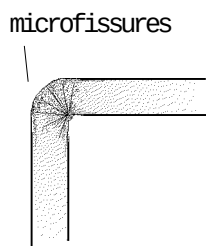
(T = 20 °C)

Per preparar les dissolucions cal un matràs aforat, introduir primer la sal, després l'aigua sense acabar d'omplir, i un cop dissolta la sal enrasar i afegir unes gotes de detergent per tal de rebaixar la tensió superficial.

11.8. Estudi de les tensions en un objecte de plàstic

11.8.1. L'estrès mecànic i l'emmotllament dels plàstics

L'estat d'estrès dels materials té una gran importància tecnològica. L'emmotlladora ens permet treballar aquest concepte a partir del objectes dissenyats i realitzats a la classe de Tecnologia.



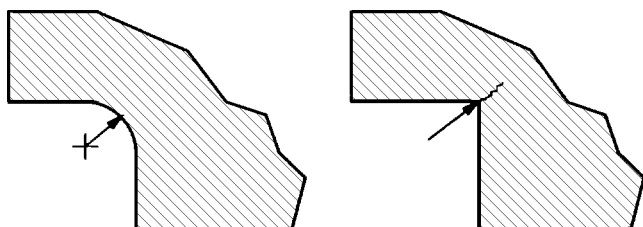
Les microfissures que provoca la tensió primer esdevenen esquerdes i, més tard, finalitzen en fractura amb molta facilitat.

En ser emmotllada una peça de plàstic, és sotmesa a una sèrie de forces. El material llisca i flueix i en refredar-se, algunes zones queden sota tensió. Això afecta especialment a les parts que han sofert estiraments i compressions amb les corresponents alteracions del gruix original. La conseqüència és l'augment de la fragilitat. Expansions i contraccions degudes als canvis de temperatura, cops, plegaments i torsions, així com els dissolvents continguts en els adhesius, poden fer aparèixer esquerdes o provocar el trencament de la peça. En cas que convingui eliminar, o si més no minorar, les tensions internes, s'escalfa la peça submergint-la en aigua calenta i es deixa refredar lentament fins a la temperatura ambient. La temperatura de l'aigua abans d'introduir l'objecte de plàstic no ha de superar els 80°, sobretot si es tracta de PS.

El procés, semblant a la recuita dels metalls, rep el nom de normalització per analogia amb el tractament tèrmic homònim que es dona a alguns acers.

Aquest procediment és més característic dels termoplàstics. Tant en els termoplàstics com en els termoenduribles el problema es soluciona també amb plastificats i càrregues. Un bon exemple és la utilització de fibra de vidre.

La conclusió pràctica del fenomen de l'estrès mecànic es que cal prendre determinades precaucions en el disseny per disminuir la seva presència en els objectes obtinguts en emmotllar i en plegar. El angles interns ben perfilats concentren les tensions i donen lloc a un punt de partida per a la fractura, sota càrrega o en cas d'impacte. Per aquest motiu, a l'hora de dissenyar un objecte els seus angles interns hauran de ser arrodonits.



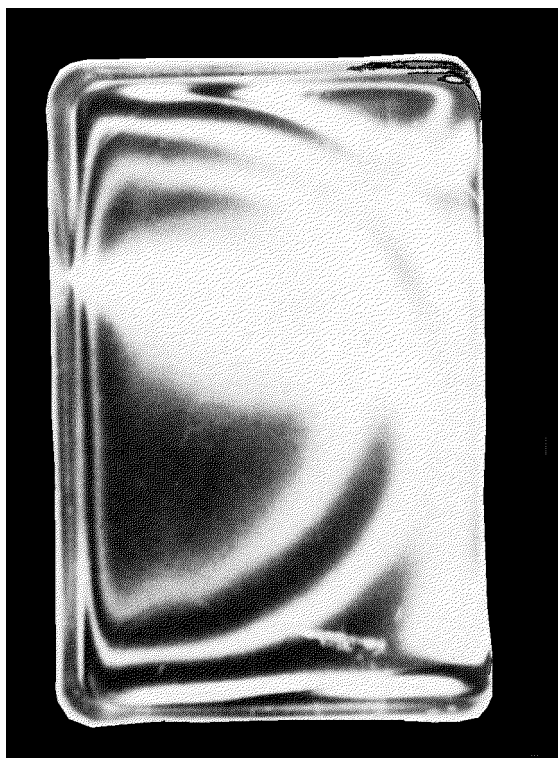
El angles interns ben perfilats concentren les tensions i donen lloc a un punt de partida per a la fractura, sota càrrega o en cas d'impacte.

11.8.2. Llum polaritzada i estrès mecànic

Sense entrar massa en qüestions teòriques sobre la llum polaritzada podem utilitzar-la per analitzar el grau de tensió acumulada en conformar o mecanitzar un objecte de plàstic.

Quan la llum travessa determinades substàncies transparents, resulta filtrada, de manera que les ones que la traspassen tenen el seu camp elèctric disposat en la mateixa direcció. Si es torna a fer passar la llum polaritzada per un altre filtre polaritzant, la llum la travessa amb més o menys intensitat en funció de la coincidència o perpendicularitat entre els respectius plans de polarització.

Algunes substàncies poden desviar la direcció del pla que caracteritza les ones de llum polaritzada. Això es pot comprovar en interposar-les entre dos filtres polaritzants. En el cas dels plàstics transparents sotmesos a tensions internes, la desviació del pla de polarització de la llum no és homogènia en tota la seva massa i es produeixen irregularitats que donen lloc a irisacions i zones nebuloses. Aquest efecte ve a ser com una mena de "radiografia" de l'estat d'estrès mecànic de l'objecte.



Safata de polistirè injectat observada entre dues làmines polaritzades.

comprovar l'eficàcia de les tècniques proposades per a la seva eliminació. També es poden estudiar les diferències amb altres plàstics transparents com el PMMA i el PVC. Paral·lelament resulta molt interessant estudiar els desplaçaments de material soferts per la

Amb les tècniques descrites, utilitzant PS cristall, podem estudiar la distribució de les tensions internes creades pels diferents motlles i

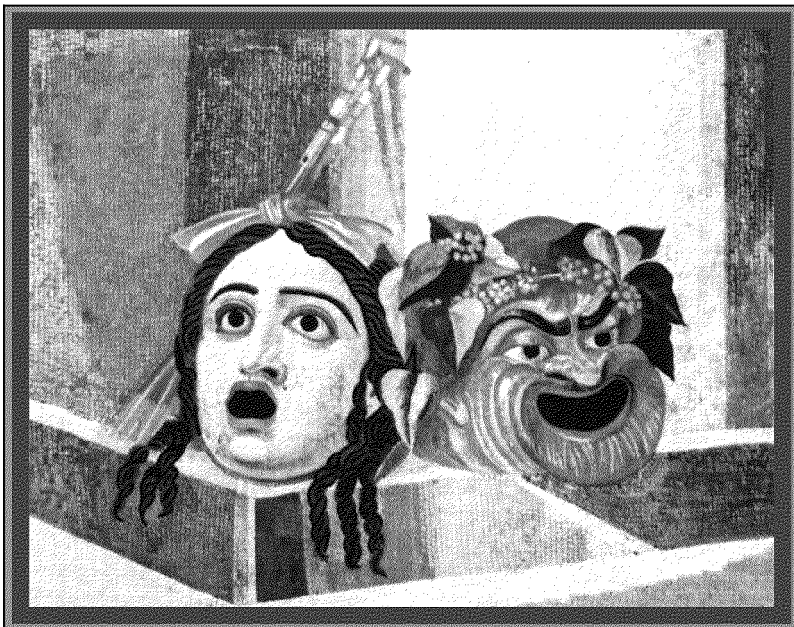
planxa de plàstic. Això és molt fàcil d'observar quadriculant amb retolador permanent planxes blanques. Més interessant serà fer-ho amb les mateixes transparents, que seran observades amb llum polaritzada. Després d'emmotllar quedarà evidenciat quines han estat les zones sotmeses a distensions.

Nota: Alguns comerços relacionats amb la il·luminació professional venen làmines de plàstic amb la propietat de filtres polaritzants que poden ser útils per experiències d'aquest tipus. (consultar el directori d'adreces)

Val a dir que aquesta propietat s'utilitza per estudiar la distribució de càrregues en estructures construint maquetes o reproduccions en plàstic, per exemple amb PMMA. En sotmetre a tensió el model es veuen perfectament les zones sotmeses a tensió. Això permet reforçar-les o modificar el disseny. Aquest mètode requereix menys infraestructura que el radiogràfic.

11.9. Realització de màscares: una mica d'història

La major part de màscares que es venen en temps de carnestoltes, tret de les de làtex i les de cartró, estan fabricades amb emmotllament per buit. És el procés d'emmotllament dels plàstics que més s'adiu amb la producció en sèrie de carotes. Amb aquest motiu fa de bon aprofitar la presència de l'emmotlladora a l'aula de Tecnologia. Val a dir a més que l'èxit que poden arribar a obtenir, entre grans i petits, les activitats de realització de màscares proporcionaran algunes de les satisfaccions més grans que ens pot donar l'emmotlladora com equipament al servei de tot el centre. Si més no, afegeix una tècnica més per a la producció escolar de màscares.



Hi ha de ben segur ocasions més adients que aquesta publicació per aprofundir en el significat cultural de la màscara, però no ens podem estar de dedicar-hi algunes paraules. L'aparició de les màscares té un origen ritual, el portador adopta la personalitat d'un altre personatge. Podem trobar nombrosos exemples en pobles africans, americans, asiàtics i d'oceania.

La utilització de les màscares a la tradició teatral greco-romana juga un paper molt important. A part de la purament estètica tenia una raó tècnica: garantir

que els trets del rostre característics del personatge fossin ben visibles i la disposició de la boca en forma de botzina cònica per augmentar i modificar la ressonància de la veu. Moltes vegades un mateix actor representava, caracteritzat per la màscara, diferents personatges.

Durant l'edat mitjana la màscara queda en mans del poble baix. No va ser fins la seva utilització en les festes i balls dels carnivals italians i a la *Comèdia del'Arte* amb els seus personatges emmascarats que la màscara va prendre les característiques i el paper amb que la coneixem avui en dia en la cultura occidental. Tampoc podem ignorar el paper de la màscara en manifestacions teatrals d'altres països però que han perdurat fins els nostres dies. La història de la màscara a Europa, des del Renaixement a la nostra història recent, està també relacionada amb el rebuig contra l'ordre establert, la intriga i la disbauxa i per això el seu ús patí nombroses prohibicions.

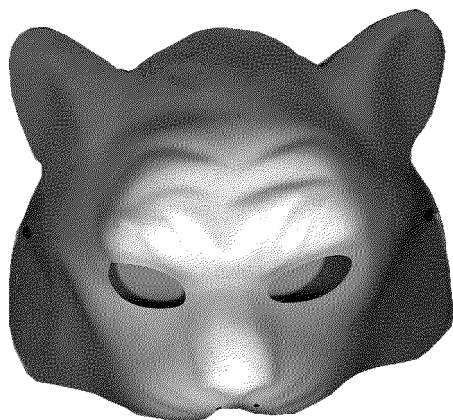
Pot resultar molt interessant treballar aquests continguts socials des de les altres àrees mentre es treballa els continguts més «tecnològics» des de l'aula de Tecnologia. No som els primers en insistir en les possibilitats interdisciplinàries del treball amb màscares conjuntament amb altres àrees perquè són evidents:

Educació visual i plàstica -> modelatge dels motlles originals i decoració posterior

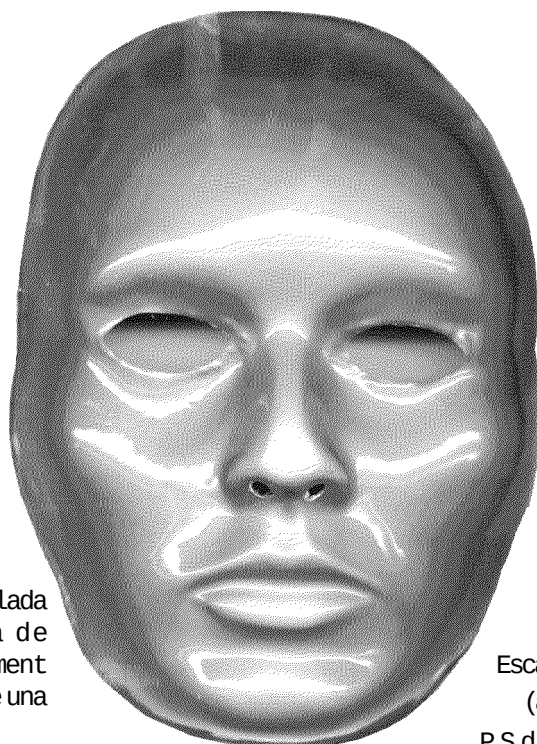
Ciències socials -> tipus de màscares en els diferents contextos culturals i històrics

Llengua i literatura -> paper de la màscara en manifestacions teatrals, les màscares poden jugar un paper important en representacions escolars

Educació física -> la màscara reforça l'expressió física a través del gest i el moviment del cos, amb màscares pot donar-se especial relleu a coreografies integrades en representacions escolars



Màscara zoomorfa feta a Taiwan amb PS pintat amb pintura d'imprimació per poder ser decorada.



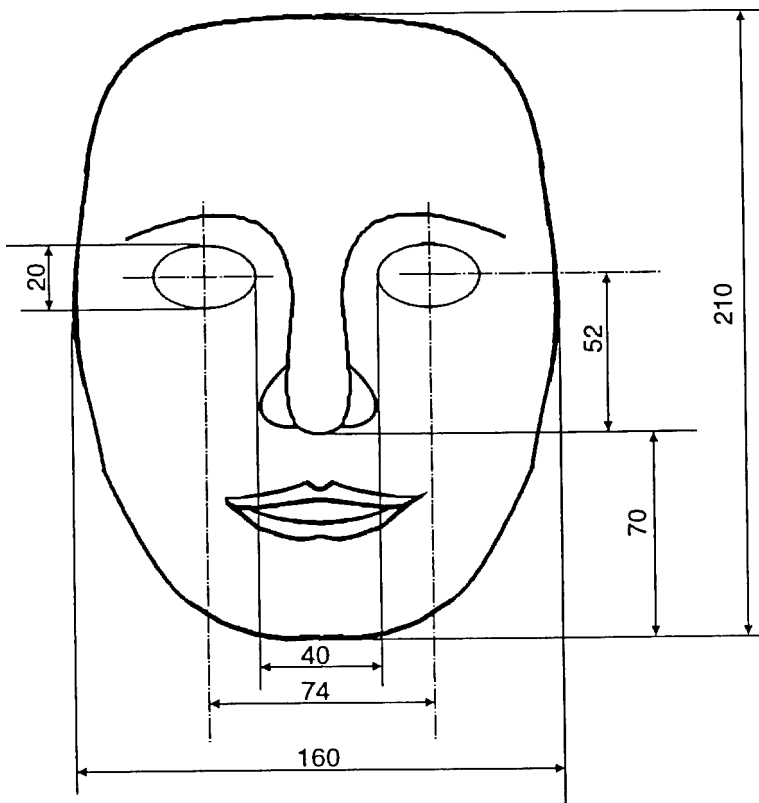
Màscara d'estil venecià emmotllada amb la màquina de l'aula de Tecnologia amb un motlle de ciment blanc obtingut per colada sobre una màscara comercial.

Escala 1:2
(aprox.)
PS de 1 mm

Fins i tot el reciclatge dels plàstics es pot practicar amb motiu de les màscares aprofitant el PE de les garrafes d'aigua cilíndriques de 8 litres (veure secció 11.7.). Aquest plàstic per la seva flexibilitat ofereix garanties de seguretat i convenientment decorat és una bona base per a una màscara emmotllada per buit.

Aspectes tècnics a tenir en compte

Des del punt de vista tècnic, l'elaboració d'un motlle de màscara pel seu emmotllament per buit ha d'acomplir tots els condicionaments assenyalats pels motlles en general: conicitat, absència de pendents entrants i de sortints horitzontals i les dimensions determinades per l'obertura de la màquina. A més de les prescripcions generals, la màscara ha de guardar un equilibri en les proporcions amb el rostre que ha de cobrir tot afegint-hi trets nous.



Principals cotes a tenir en compte al dissenyar una màscara o carota. Les mides corresponen a les més usuals i s'adapten al tamany de la platina de la màquina.

A part del modelatge, del tallat en fusta o del muntatge a partir de peces de cartró i fusta, es poden extraure motlles a partir de màscares de plàstic utilitzant-les com a negatiu. Consulteu pels detalls tècnics les seccions 11.3., 11.4. i 11.14. Si es vol obtenir el motlle per modelatge és millor comptar amb el suport de l'àrea d'Educació visual i plàstica. Si és possible, s'haurien de modelar els motlles a l'aula de plàstica, sempre amb la supervisió tècnica i la col·laboració del àrea de Tecnologia.

S'ha de preveure facilitar l'extracció de la forma de la màscara de la resta de plàstic (vegeu secció 8.6.). Una manera de fer-ho és gravar un solc a la base al voltant de la màscara. Els forats pels ulls es faciliten molt si s'enfonsen o es fan sobresortir. Les parets resultants són primes i fàcils de tallar. Per repassar els forats dels ulls i eixamplar els del nas, quan la màscara és de PS, és molt útil una fresa petita per modelisme col·locada en el trepant de sobretaula.

Els forats per passar el cordonet elàstic o la goma que sostindrà la màscara al cap, es poden fer amb un traucador o una trepadora de paper, afegint un ullet metàl·lic de reforç. També es pot foradar el plàstic amb una agulla o un clau escalfats en una flama.

Altres utilitats de les resines

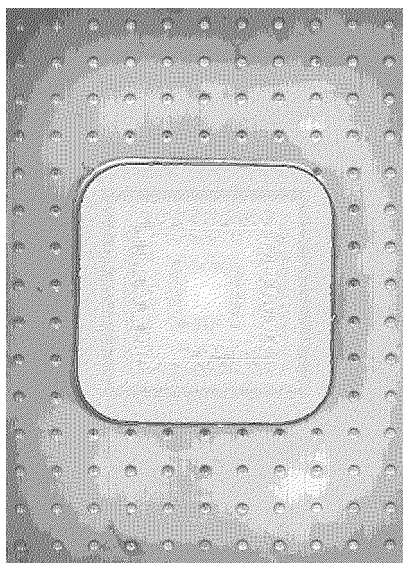
Per a l'emmotllament de màscares per portar sobre la cara és preferible la utilització de plàstics més aviat flexibles i amb una bona tenacitat. La raó és fonamentalment de seguretat. El PS s'emmotlla perfectament però és força fràgil i en trencar-se dóna lloc a punxes i arestes.

En la decoració del plàstic, poden emprar-se directament retoladors del tipus permanent o pintures. Tanmateix, la majoria de les pintures, especialment les acríliques plantegen força problemes a l'hora de cobrir regularment una superfície de plàstic. Aquest problema es soluciona amb la imprimació de la superfície mitjançant una pintura blanca d'imprimació. Existeixen pintures especials per a la imprimació del plàstic que garanteixen una correcta adherència de les pintures de color. Abans de decidir-se per un tipus de planxa de plàstic determinat, cal efectuar els corresponents assaigs de superfície amb totes les pintures de què es disposi.

De la decoració final que rebi la màscara dependrà en bona mida la seva caracterització. Aquesta es pot subratllar, per exemple, reforçant-hi els trets de la expressió facial amb un retolador permanent gruixut o incorporant elements diversos per simular cabells, ulleres, etc. La pistola termoencoladora pot ser una bona eina per a tal finalitat.

Substituint la reixeta de la platina per trossos de planxa perforada, obtinguts a partir de peces del material de construcció de l'aula, s'obtenen elements amb les marques de les perforacions.

Exemple de carcassa integrable en el material de construcció, emmotllada amb la màquina de l'aula.

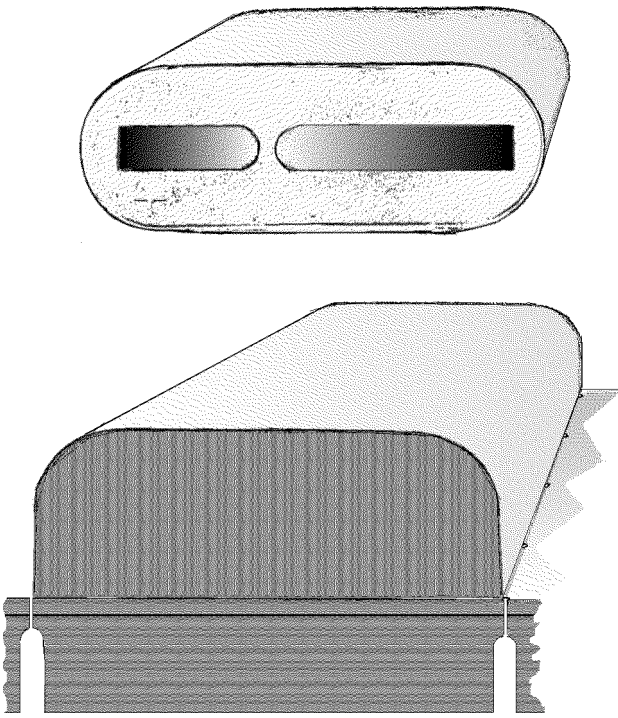


11.10. Complementos pel material de construcció

El material de construcció, encara que pugui recordar al mecano té una filosofia diferent. El mecano és un divertiment intel·lectual amb unes regles implícites: tallar una peça, afegir un forat o utilitzar elements estranys. El material de l'aula està pensat per treballar amb la màxima llibertat: es compta amb tallar les peces, deformar-les, foradar-les i integrar elements externs. Per aquest motiu la construcció de components pensats per a la utilització amb el material d'origen

cercial s'omplia perfectament amb el plantejament d'aquest material didàctic. Alguns exemples poden ser: suports per piles, petites cubetes, caputxons de colors per a petites làmpades, àleps per a molins o per a turbines, carcasses per als motors, parafangs per les rodes, peces de planxa de diferents colors i gruixos amb els forats marcats, etc. Resulta molt engrescador poder utilitzar l'equipament de l'aula per a la producció de nous elements que es poden incorporar en un catàleg personalitzat que amplii la gamma de peces disponibles. En tenir la màquina i els motlles permet, fins i tot, treballar amb els principis del «just in time», és a dir, el lliurament de la peça en el moment en què es necessita pel muntatge. No cal tenir un magatzem de peces sinó una col·lecció de motlles i un estoc de planxes de plàstic.

Per a la construcció de motlles s'ha de comptar amb utilitzar peces de la col·lecció original del material de construcció de l'aula. A la secció 8.3. hi ha la relació de



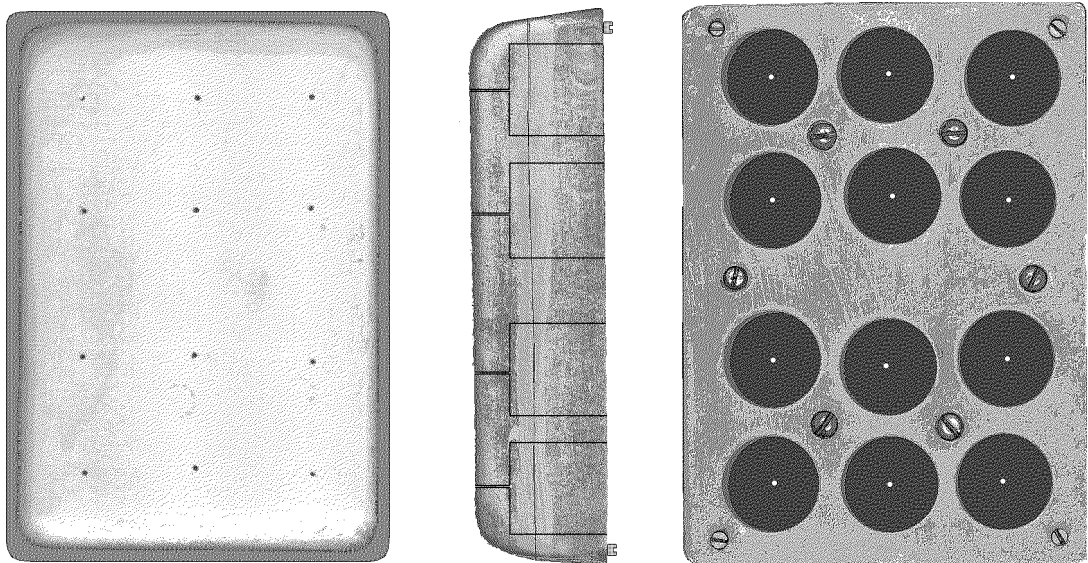
Secció d'un motlle de DM per emmotllar suports o fundes per a piles de petaca.

peces que convé tallar i reservar com a accessoris de l'emmotlladora. Utilitzades directament ja serveixen per marcar els forats sobre planxes de plàstic, per exemple de 2 mm de gruix que posteriorment poden plegar-se amb la plegadora. Tanmateix la seva utilitat principal és la de servir de base per motlles d'elements que es vulgui integrar en el material de construcció. Això proporciona a la base de la peça una vora amb els forats marcats

A part d'aquestes peces convé tenir una col·lecció de blocs de fusta que reproduïxin les dimensions i forma dels volums a cobrir. Per exemple els motors o les piles amb els seus suports. El disseny d'aquests motlles és un bon exercici pel dibuix amb les vistes corresponents: planta, alçat i perfil. Els plànols de l'objecte s'han de suavitzar i sobredimensionar lleugerament per obtenir els de la carcassa.

Per produir peces petites pot ser més rendible aprofitar l'emmotlladora simplement com a forn per a la tècnica d'embotició en calent. (Vegeu secció 11.5.).

El PS cristall i el PVC rígid i el PMMA extruït, tots ells transparents, són materials molt adients per cobertes que hagin de permetre la visualització de l'interior. Per bucs de vaixell o barca, carlingues, fusellatges o ales d'aeronaus el PVC escumat dona uns acabaments molt rígids i alhora lleugers (densitat 0.7 g/cm³). També es pot utilitzar el polistirè de les planxes blaus o vermelles del material de construcció de l'aula. Així, els elements obtinguts són del mateix color que altres peces del material de construcció.



Motlle construït amb dues peces de DM de 19 mm. Els caps dels quatre cargols situats en els angles de la base poden encastar-se en forats de la planxa perforada.

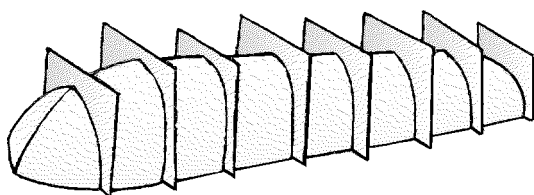
11.11. Carrosseries i carcasses

A la secció anterior ja hem fet referència al tema de les carrosseries i carcasses. Aquí ens centrarem en un exemple concret de carrosseria aplicable a qualsevol altre situació en què s'hagi de construir una carcassa o una carrosseria.

És evident que si no s'ha de produir una sèrie nombrosa d'unitats no tindria sentit la construcció d'un motlle. Però l'objectiu és donar una motivació a l'alumnat.

Disseny d'una carrosseria

En l'elecció dels materials del motlle, analitzarem tres alternatives: massa de modelar, aglomerat de fibra i xapa de llautó.



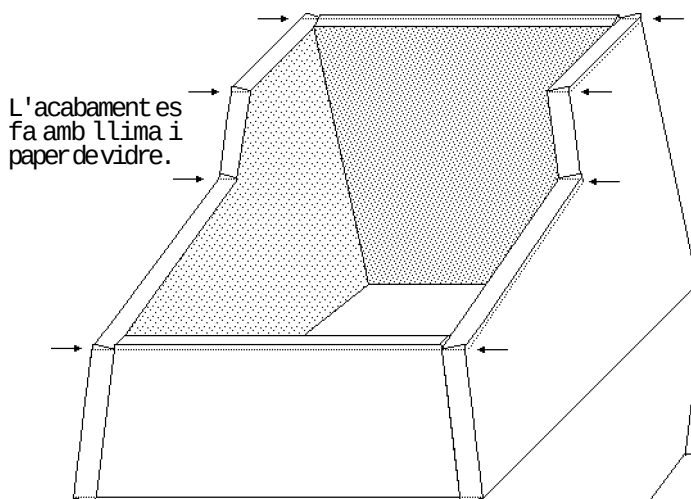
Per modelar, amb una certa precisió, carcasses a mà és imprescindible preparar un joc de galgues corresponents a una sèrie de seccions.

Massa de modelar

La utilització d'alguna massa per modelar, sigui argila o qualsevol altra, presenta dificultats greus. Les més importants són aconseguir un acabament superficial uniforme i una simetria exacta. Per aconseguir-ho caldria realitzar una sèrie de galgues amb el perfil de les diferents seccions.

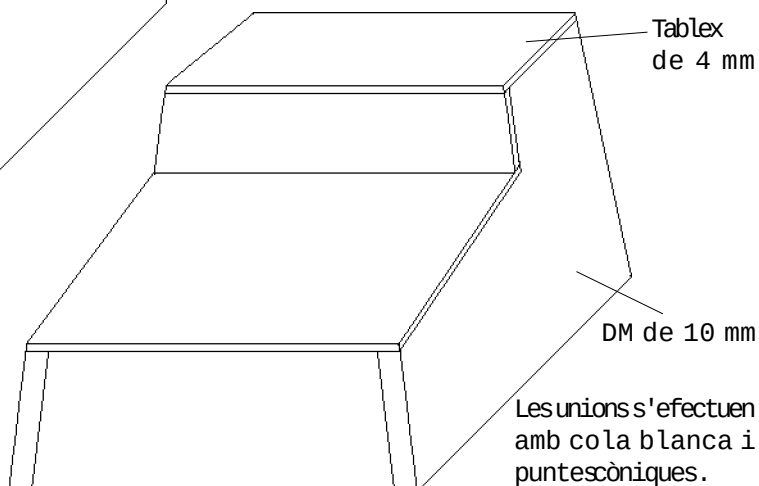
Aglomerat de fibra

Es pot construir amb planxa de DM de 10 mm utilitzant cargols i cola blanca com materials d'unió. Les eines seran la serra de vogir, el cargol de banc, el trepant, tornavisos, raspes, llimes i paper de vidre per l'acabament. És recomanable l'encerat final.



L'acabament es fa amb llima i paper de vidre.

Integrar les juntes de les unions com a part del disseny afavoreix molt l'aparença final. Interessa que les juntes es trobin a les cares superiors i, si són a les laterals, és millor que siguin verticals.

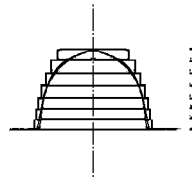
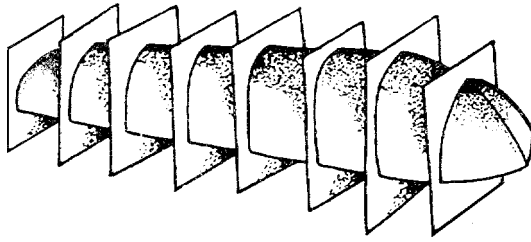


Tablex de 4 mm

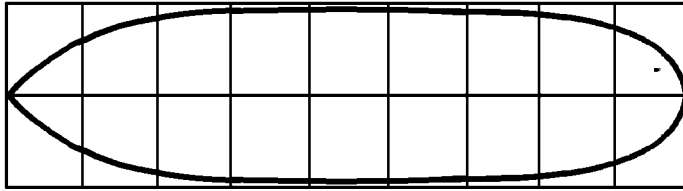
DM de 10 mm

Les unions s'efectuen amb cola blanca i puntescòniques.

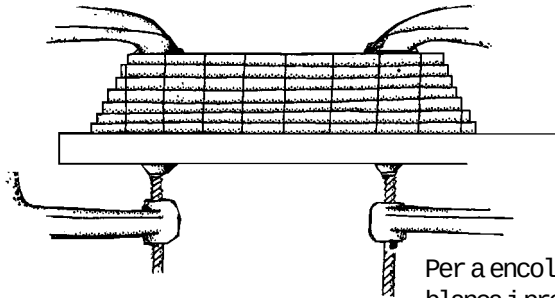
Primeres fases de la construcció del motlle de la cabina per a una maqueta de camió.

Construcció de motlles massissos amb DM

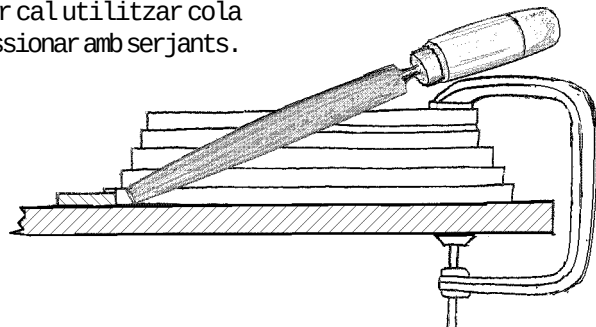
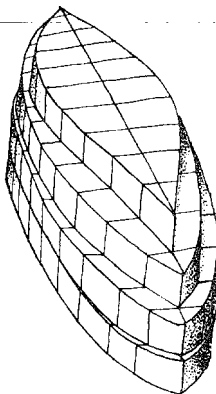
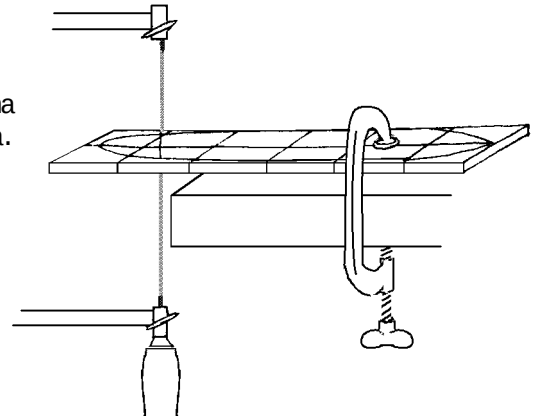
Prèviament cal disposar dels plànols amb les vistes i les seccions necessàries. Quant més exhaustiu sigui el treball de disseny més fàcil serà després la construcció.



Cal dibuixar la planta per a cadascun dels nivells, retallar una plantilla, traçar el perímetre sobre la planxa de DM i serrar la planxa.



Per a encolar cal utilitzar cola blanca i pressionar amb serjants.



Amb la raspa, les llimes i el paper de vidre s'eliminen les arestes fins a obtenir una superfície regular i suau. El correcte traçat de les pendents ha de verificar-se mitjançant galgues.

Planxa de llautó

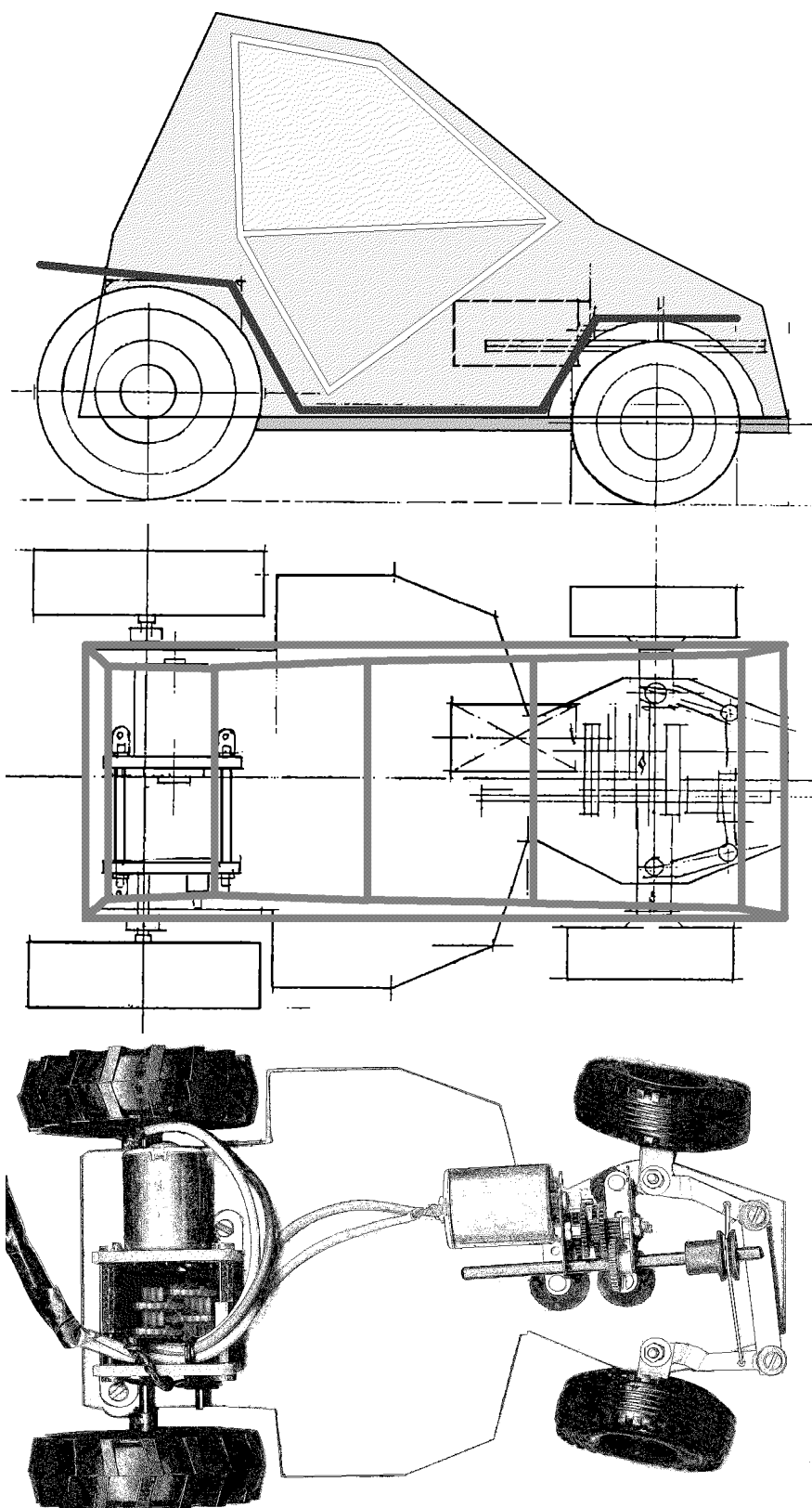
La planxa de llautó ofereix l'avantatge d'eliminar el problema de les juntes amb les soldadures. A part del soldat amb estany permet utilitzar les tècniques de l'embotició, doblegament i plegatge de planxa. A més del llautó, l'estany i la pasta de soldar s'utilitzen el bufador de gas, el soldador elèctric, la serra d'arc, les tenalles, les tisores de xapa, el martell, les llimes, el paper de vidre a l'aigua i algun poliment per a l'acabament. Si cal practicar el doblegament es necessitaran blocs i peces de fusta dura per a les plantilles.

Un cop realitzat el disseny de la carrosseria, cal efectuar el corresponent especejament de les peces de xapa que caldrà soldar entre si.

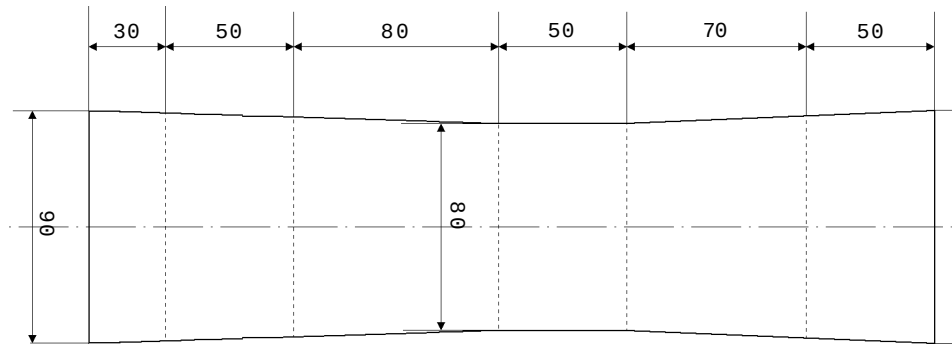
Les construccions i maquetes realitzades a l'aula de Tecnologia guanyen molta presència si es cobreixen amb carcasses o, en el cas de vehicles, amb carrosseries. Molts objectes no es poden considerar definitivament acabats fins que no reben una coberta adient.

L'exemple, que mostren les figures, pren com a referència pel xassís el cotxe amb comandament a distància per cable realitzat per alumnes de l'IES Joan Miró de Bellvitge. Aquest projecte va ser realitzat sota la direcció dirigit dels professors Francisco Castaño i Eduardo Gabardino.

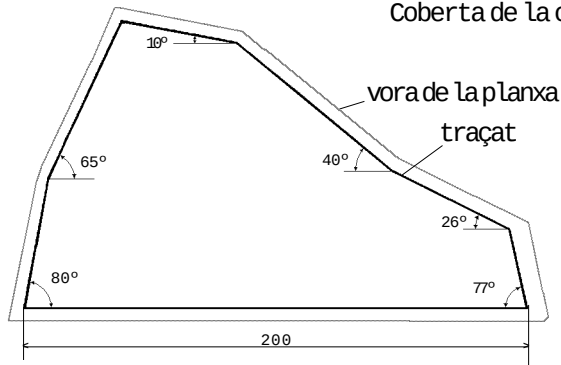
Sobre el croquis del xassís s'ha dibuixat el perfil i la planta de la carrosseria. Aquest croquis serà el punt de partida per a la construcció del motlle. A més del xassís, que serà emmotllat per buit, s'inclouen estreps i parafangs realitzats a la plegadora amb planxa de PS de 2 mm.



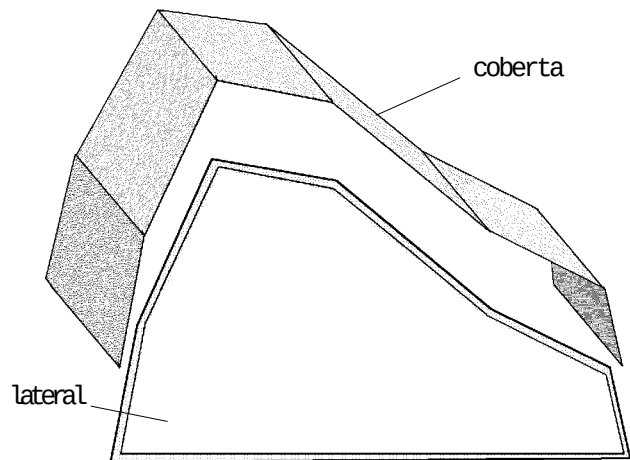
En primer lloc cal obtenir les peces i aplicar el mecanitzat que calgui. Les peces externes poden estar lleugerament sobredimensionades per facilitar l'acabament. Les peces han de ser estanyades amb el bufador en les futures zones d'unió sobre una superfície refractària per protegir la taula. Pel muntatge s'ha de planificar una correcta seqüència de muntatge. S'escalfa la peça que s'ha d'incorporar fins a la fusió del

Exemple de motlle amb xapa de llautó

Coberta de la carrosseria. Planxa de llautó de 1.5 mm.

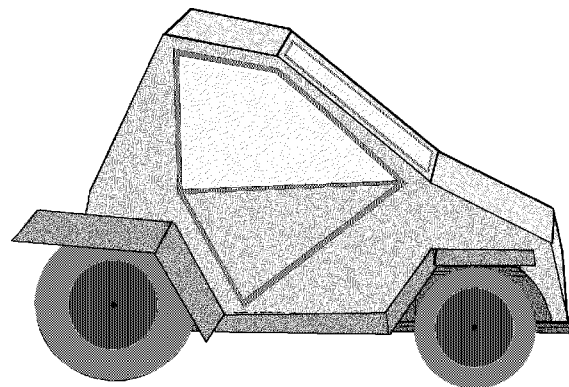


Per facilitar la soldadura, les dues peces laterals es serren sobredimensionades.



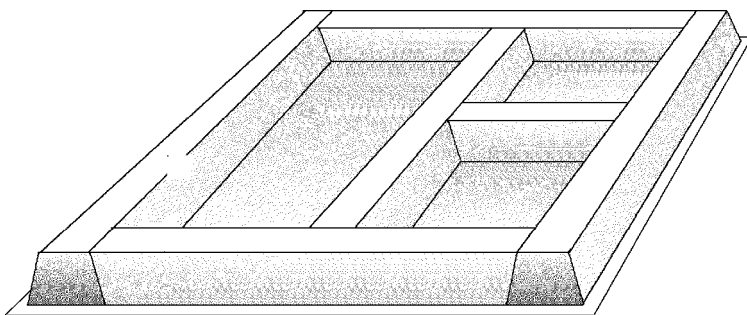
Per construir el motlle de la carrosseria s'estanyen amb el bufador tant els cantells de la coberta, amb una franja prou ample en les vores dels laterals. Per estanyar cal untar amb flux les zones corresponents. Un cop estanyades les tres peces, s'escalfa amb el bufador un dels laterals col·locant-lo sobre una rajola suficientment ampla i gruixuda. Quan l'estany es fongui, s'agafa la coberta, amb els guants de cuir, i s'aplica amb força contra el lateral. Les dues peces, amb l'escalfor de la planxa del lateral, es solden entre si. Un cop repetida l'operació amb l'altre lateral es repassen les arestes amb la llima. Finalment es dona un acabament amb paper d'esmerilar a l'aigua.

Si la base es fa també de llautó abans de soldar s'ha de perforar la xapa al menys amb un forat per evitar la formació d'una cambra tancada.

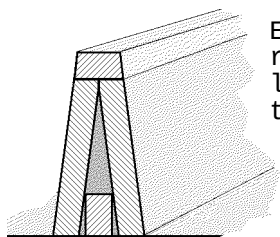


Aspecte del vehicle un cop muntada la carrosseria. Les obertures per a les rodes, així com les possibles finestres es retallen al efectuar-se el muntatge.

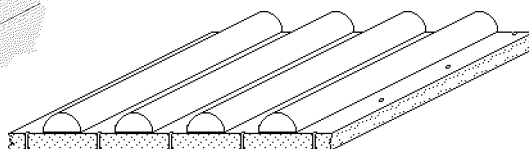
seu estanyat. Aquesta peça, subjectada amb les estenalles, s'aplica abans que solidifiqui l'estany en la seva posició en contacte amb l'anterior pressionat amb força fins la solidificació de la soldadura. Es procedeix així successivament escalfant les peces que s'incorporen a l'estructura. La calor de la peça fon l'estany de les altres amb les quals entra en contacte i es solden. El soldador elèctric servirà per soldar peces petites i repassar les soldadures defectuoses o simplement dubtoses.



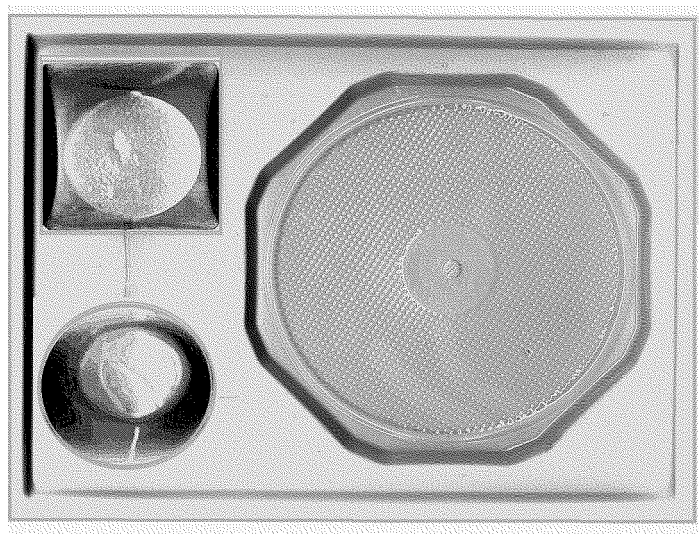
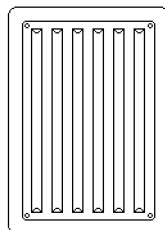
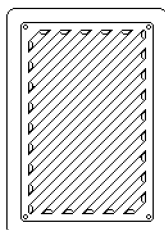
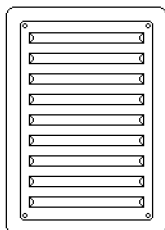
Per garantir les pendents a les parets del motlle els llistons han de tenir secció trapezoïdal. Serrant DM amb la serra de vogir amb el patí inclinat uns 5° s'obtenen llistons amb aquestes característiques. El tall ha d'adreçar-se amb un llistó subjectat per serjants.



Els tabics amb doble vessant poden realitzar-se encolant diversos llistons. La fusta de balsa es treballa molt bé amb aquesta tècnica.



Amb llistons de mitja canya i una base de DM o contraplacat, de la mida de la platina de l'emmotlladora, s'emmotllen safates per escórrer gots i tasses que aprofiten tota la planxa.



Safata amb compartiments. El motlle es compon de tres blocs de resina collats sobre una platina de DM. La resina ha estat modelada per la tècnica de colada sobre una terrina, un got i un plat, tots ells de plàstic.

11.12. Cubetes i safates

Una de les utilitats més pràctiques i adequades a les prestacions de l'emmotllament per buit és la producció de safates, cubetes amb compartiments, paletes per pintures i similars. Tots aquests objectes safates es caracteritzen per la seva gran superfície i per això mateix són els més adients per ser obtinguts amb aquesta tècnica. Malgrat no ser safata ni contenidor, per la seva característiques similars, els marcs i altres objectes plans de caire decoratiu com esferes per rellotge, plaques per retolació, etc, s'hi diuen també molt bé amb aquesta tècnica.

Exemples:

Per a l'aula de Tecnologia

- Cubetes pels calaixets amb funda apilable.
- Safates amb compartiments per treballar amb cargoleria i peça petita.

Per al laboratori de Ciències

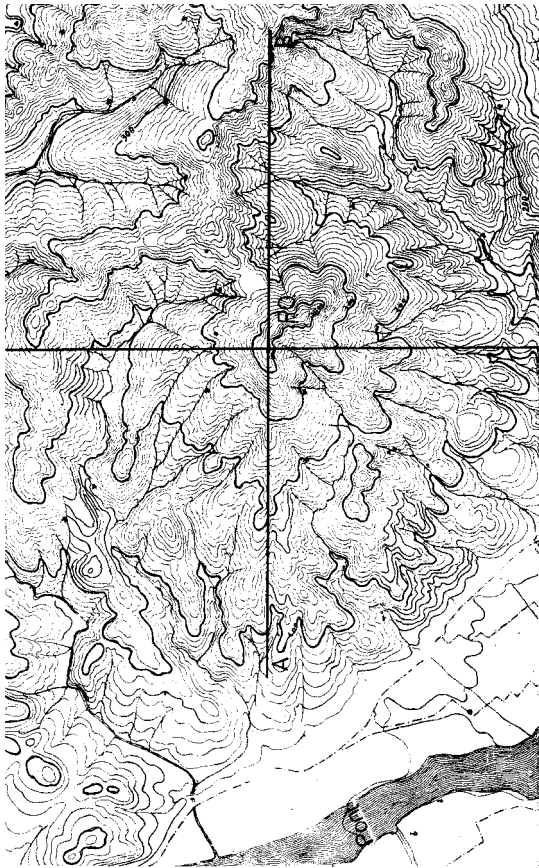
- Safates per utilitatge per a pràctiques de Ciències Naturals (p.e. disseccions)
- Safates amb compartiments per pràctiques de física amb peça petita.
- Safates per a planters i plantes de cicle ràpid.

Per a la llar

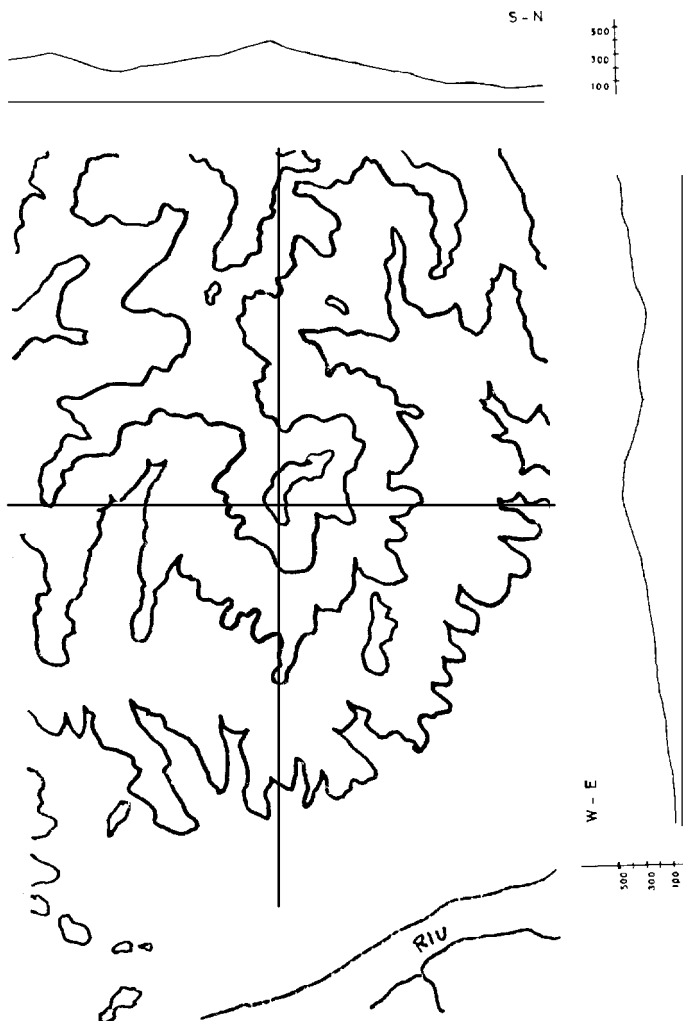
- Safates per escórrer gots i coberts.
- Safates per servir decorades amb relleus o textures.
- Safates de pícnic.
- Cubetes per objectes d'escriptori.
- Safata per glaçons.
- Menjadors per gats o gossos.

Per a l'aula d'Educació visual i plàstica

- Paletes per pintures
- Esferes de rellotge



Mapa topogràfic amb corbes de nivell.



11.13. Mapes en relleu

Es necessita primer, un mapa de la mida de la platina de l'emmotlladora amb corbes de nivell. Per a cada nivell, ha de fer-se una fotocòpia i retallar seguint la línia corresponent a cada altura. Les siluetes de paper obtingudes serviran de plantilla per a les peces del motlle. Per retallar aquestes és pot utilitzar cartró o contraplacat i per encolar-les, cola blanca. No utilitzar cola de contacte que tendeix a desenganxar-se per acció de la calor. El cartró, en ser més prim, permet més corbes en el mapa i es pot tallar amb tisores. El contraplacat s'ha de retallar amb serra de vogir i polir amb paper de vidre.

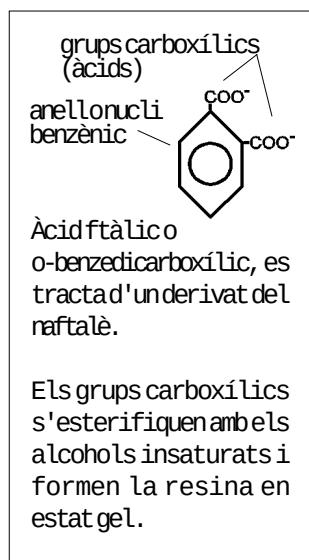
Un cop encolat, es poden suavitzar les pendents amb massilla per fusta i repassar-les amb paper de vidre. El mapa es munta sobre una platina de contraplacat de 4 mm o 8 mm de gruix, que es col·loca sobre la reixeta de la platina de l'emmotlladora. En general, no calen porus d'evacuació.

Si el mapa s'emmotlla amb plàstic blanc, es pot pintar, si es dóna primer una capa d'imprimació. Emmotllant amb PVC per blister es poden assenyalar poblacions, rius, carreteres, zones de vegetació, en diferents peces emmotllades que es poden sobreposar al mapa físic emmotllat amb plàstic opac pintat convencionalment.

L'elaboració de petits mapes amb relleu permet dissenyar activitats interdisciplinàries amb l'àrea de Ciències socials.

Les peces amb les siluetes de les corbes de nivells'encolen, per ordre d'altura, les unes sobre les altres. Es retoquen les pendents amb massilla i es repassen amb paper de vidre.

Les resines utilitzades per obtenir motlles per colada són de poliester insaturat, ortoftàliques, amb l'estirè com a monòmer d'entrecreuament.



La resina es ven en estat de semipolímer, amb aparença de xarop, en dissolució d'estirè.

L'estat líquid permet la impregnació de les fibres de reforç o de les partícules de càrrega.

L'accelerador té com a finalitat la desestabilització del catalitzador.

El catalitzador, que és un peròxid, provoca la reticulació en afavorir la reactivitat dels dobles enllaços que acaben unint les cadenes de polímer transversalment.

El resultat és un polímer sòlid termostable, amb estructura tridimensional rígida: la resina.

11.14. Motlles amb resina de poliester

Resines

Quan es parli de resines farem referència sempre a les nostres investigacions amb resines de poliester insaturat i més concretament a la fabricada per RESISA i comercialitzada sota la denominació ND 622. Per ara no tenim experiència amb altres tipus de resines, com per exemple les Araldite, de tipus epoxi, que han estat utilitzades per a confeccionar matrius per a l'estampació de xapa metàl·lica i que, sens dubte, podrien utilitzar-se en la construcció de motlles per a l'emmotllament amb la màquina de l'aula de Tecnologia.

Motlles de resina per colada

El buidat de matrius metàl·liques representa un treball llarg i feixuc, fins i tot per un personal qualificat. L'emmotlladora per buit permet utilitzar motlles formats per peces de fusta, més fàcil de treballar, però que presenta el problema de l'acabament. També el de les juntes que es separen i les coles que amb la calor tenen tendència a degradar-se, així com la mateixa fusta que es resseca i es pot contraure o esquerdar. Resulta molt més pràctic la realització d'un model prototip, per l'obtenció d'un motlle de resina d'una sola peça pel procediment de colada. La tècnica de la colada, amb característiques semblants, en fred, que les colades de material fos, permet a més «copiar» objectes elaborats per emmotllament al buit i treure motlles «negatius» d'objectes. Un cop obtinguts els motlles de resina aquests es poden emprar directament o sobre una platina porta-matrius.

Procediment de la colada

materials:

resina (Resipol ND-0622 o similar)
 accelerador (octoat de Co al 6%)
 catalitzador (peròxid de MEK, metil etil cetona o 2-butanona)
 càrrega (guix, ciment, fibra de vidre i pólvores minerals en general)
 recipient per a la barreja (garrafa de plàstic (PE) retallada)
 barreta per barrejar (de fusta o de vidre)
 motlle (de fusta, guix, ciment, plàstic...) => comprovar compatibilitat
 cera desemmotllant

a) Activació (acceleració) de la resina

Afegir l'accelerador a la resina en la proporció indicada pel subministrador. (aprox. 0.3 % => 3,3 g per litre de resina)
 Homogeneïtzar completament.

b) Addició de la càrrega

Afegir la càrrega, barrejar i homogeneïtzar, deixar reposar uns minuts. Calcular aproximadament 1 kg de càrrega per litre de resina, corregir sobre la marxa segons l'espessor desitjat.

Si el motlle és d'un volum considerable, a partir de mig litre, cal anar rebaixant la quantitat de catalitzador fins als 12 g per litre. La proporció òptima de catalitzador també varia en funció de la càrrega.

Una quantitat moderada de catalitzador dóna lloc a un procés molt més lent, la temperatura augmenta menys i la contracció al polimeritzar és menor.

Segons la naturalesa del motlle que rebí la colada de resina, s'han de tenir en compte una sèrie d'efectes secundaris. Per exemple, si el motlle és de PS i la reacció té lloc amb lentitud, l'estirè que conté la resina s'estovai deforma el motlle. El PVC es deforma amb facilitat per acció de la calor i les tensions de la polimerització.

c) Catalització

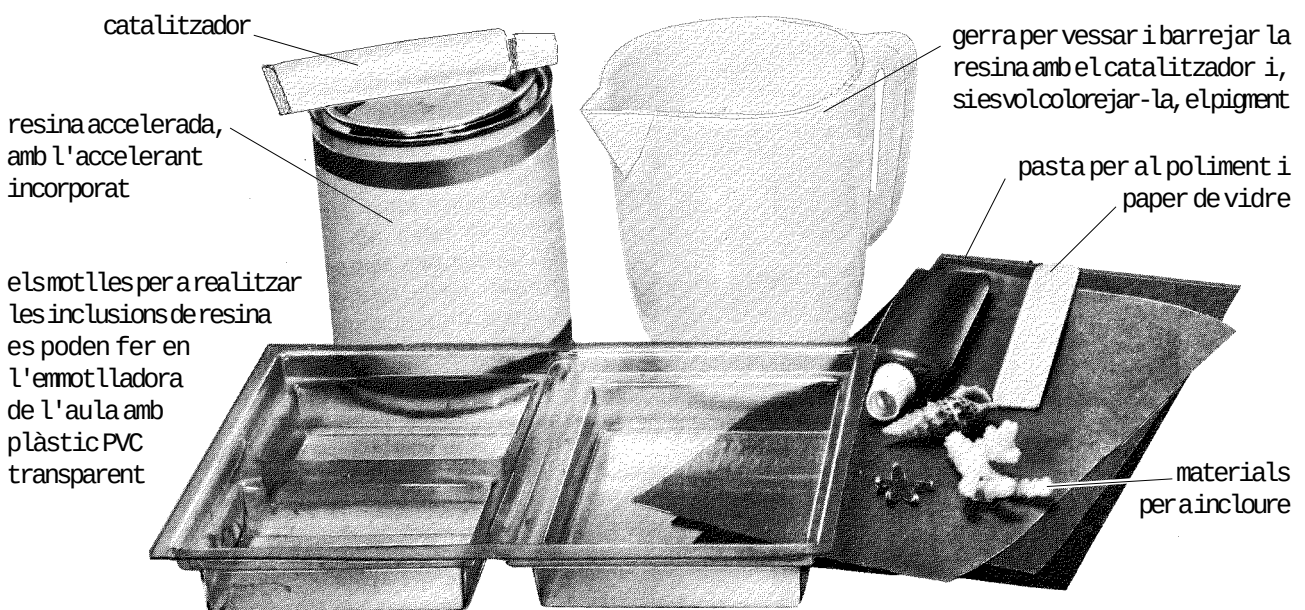
Afegir el catalitzador (aprox. 1,4 % => 15 g per litre de resina). Barrejar i homogeneïtzar, deixar reposar uns 2 min. La reacció química que determina l'enduriment del material s'inicia immediatament després de la barreja resina-accelerator + catalitzador. La macromolècula es constitueix pel procés anomenat policondensació. La reacció és exotèrmica. La durada del procés és d'una mitja hora i triga unes dues hores a refredar-se del tot. En cas que el motlle de colada sigui de plàstic pot ser convenient que estigui mig enfonsat en aigua per tal que la calor no l'afecti.

d) Encerat del motlle

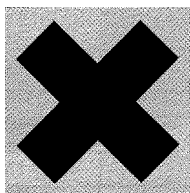
Prèviament el motlle de colada ha d'encerar-se amb cera desemmotllant que ha d'assecar-se del tot durant algunes hores. Un cop seca i endurida, d'un dia per l'altre per exemple, pot enlluentir-se fregant-la amb un drap suau o amb paper de cel·lulosa. Les resines de polièster, en polimeritzar no tenen tendència a adherir-se a la major part de materials, especialment si no són porosos. Per tal d'assegurar la no adherència s'utilitza l'agent desemmotllant. Aquets agent pot ser una cera o un oli de silicona.

e) Colada

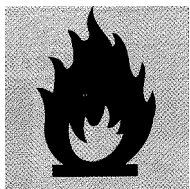
La mescla de *resina + accelerator + catalitzador + càrrega* s'aboca en el motlle lentament procurant evitar la formació de bombolles i assegurant, si cal amb el nivell, la completa horitzontalitat en les dues direccions del pla. Es recomana el preescalfament de l'utillatge a 40-50° C abans d'entrar en contacte amb el material a colar. Aquest preescalfament es pot realitzar amb la pistola d'aire calent o amb un assecador domèstic de cabell. Aquesta precaució facilita l'eliminació de les inclusions d'aire de la colada en el material a colar.



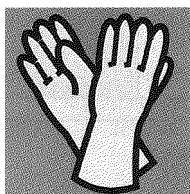
Una variant molt coneguda de les resines de polièster són les emprades per a les inclusions en resina. En aquesta aplicació l'accelerant no pot contenir cobalt, donat el color violaci que confereix a la massa de resina.



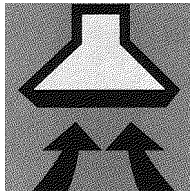
tòxic/irritant



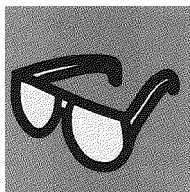
inflamable



ha de manipular-se amb guants



ha de manipular-se sota campana extractora o amb molt bona ventilació



ha de manipular-se



es recomana portar bata per protegir la roba

Altres utilitats de les resines

Per emmotllament amb la tècnica de colada, amb càrregues de diferents colors i textures, les resines poden servir per a la fabricació de peces seriades. Les peces obtingudes poden ser objectes per si mateixes o, simplement, elements destinats a maquetes i muntatges en general. Sense càrrega i utilitzant trossos de tub de PVC com a motlle, tapats amb taps de suro, de goma o fusta tornejada a mida, poden proporcionar cilindres per ser tornejats i polimentats, si s'escau, amb unes característiques de mecanitzat similars a les del metacrilat i un preu deu vegades inferior.

Higiene i seguretat en la manipulació de les resines

Com amb la major part de productes químics, cal procedir amb molta cura i responsabilitat. Cal evitar en la manipulació de les resines en estat líquid, de l'accelerador i del catalitzador el contacte amb la pell i especialment amb els ulls.

El problema més greu es podria presentar si accidentalment es produïssin esquitxos als ulls amb qualsevol dels productes citats. Ha de rentar-se immediatament amb aigua corrent durant 10-15 min. En cas de persistir dolor o coïssor acudir a urgències i sempre consultar a l'oculista. Tanmateix, donada la gran viscositat de la resina, és un accident molt improbable.

Els esquitxos sobre la pell han de llevar-se rentant amb el sabó usual, aplicant a continuació una crema de neteja. Val a dir que no provoquen cap lesió ni malestar.

Les resines, com tots els dissolvents orgànics, hidrocarburs, etc, són tòxiques per inhalació. És recomanable la seva manipulació sota campana de gasos o ventilació forçada i mai en local tancat sense ventilació. Si s'utilitzen en petites quantitats, les precaucions seran les mateixes que al pintar amb esmalts sintètics o encolar amb cola de contacte. Els recipients que no s'utilitzin han de estar sempre tancats, a més cal garantir el seu hermetisme. En cas d'imprudència, les persones afectades per inhalacions han de ser portades ràpidament a l'aire lliure. En cas d'aparèixer lesions o persistir les molèsties la consulta facultativa és obligada. El perill realment greu de les inhalacions és la seva reiteració i prolongació, perquè aleshores poden donar lloc a lesions del sistema nerviós i respiratori. Un cop polimeritzada, la resina deixa de fer olor gradualment, però, com tots els plàstics, amb la mecanització torna a desprendre una olor característica, cosa que obliga també a assegurar una certa ventilació. Des del punt de vista mecànic la resina es comporta en front als cops violents com els materials vitroceràmics, amb fractura concoïdal i els angles aguts s'escantellen al xocar amb superfícies dures. S'ha de tenir cura de les arestes vives i eliminar-les amb paper de vidre per tal d'evitar petits talls als dits.

El component amb més risc és el catalitzador (peròxid de MEK). És el producte químicament més actiu dels que hi intervenen. Ha de ser manipulat preferentment pel professorat. Malgrat no despendre gasos, no ha d'utilitzar-se la pipeta amb la boca. Aquest peròxid és fortament oxidant, amb propietats comburents i relativament corrosiu.

L'accelerant emprat és l'octoat de cobalt. El seu inconvenient principal és la presència de cobalt que, com tots els metalls pesants molt reactius, és un contaminant ambiental.

Com la majoria de plàstics, es treballa en part amb eines de metall i en part amb eines de fusta, amb les precaucions usuals.

En cas de taques, cal tenir en compte que la resina líquida és soluble amb dissolvents de tipus universal i és pot rentar posteriorment, abans d'assecar-se, amb un detergent o rentavaixelles de qualitat.

Emmagatzematge

Tots els components han d'emmagatzemar-se en les condicions usuals per a qualsevol producte químic:

- *mantenir-los, en lo possible, en els recipients d'origen,*
- *en un lloc sec i a temperatura preferent de 18-25° C,*
- *en un armari, preferentment metàl·lic i amb pany, la clau del qual és responsabilitat del professorat,*
- *mai ha de mantenir-se un producte sense una etiqueta que l'identifiqui i adverteixi de les precaucions específiques,*
- *evitar esborrar les dates de caducitat o d'utilització preferent.*

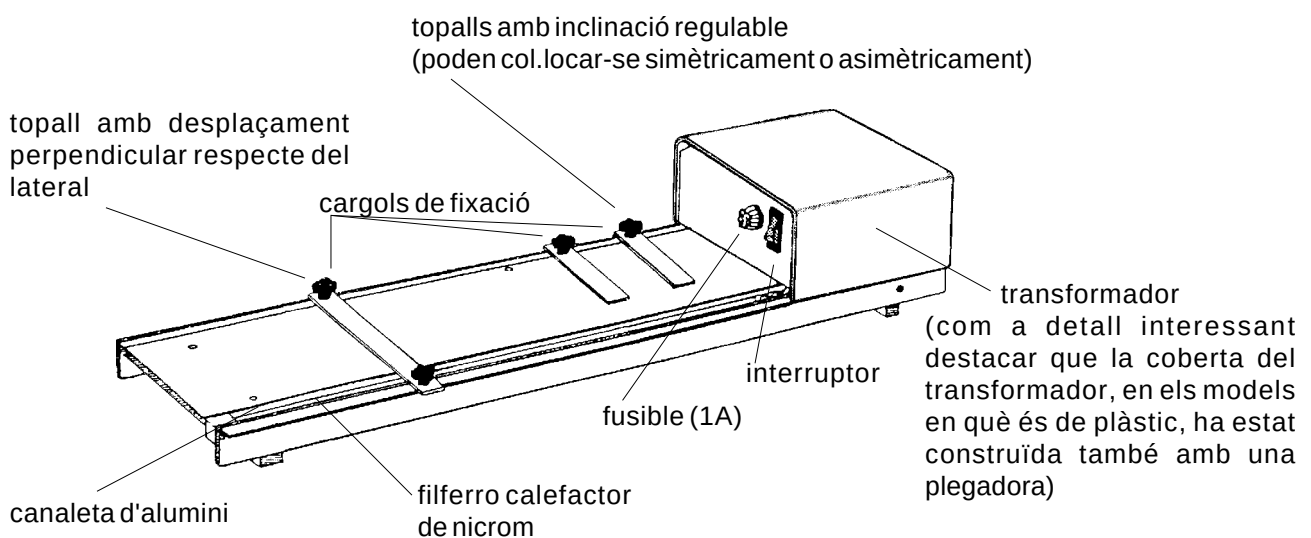
És especialment important evitar el contacte directe entre l'accelerador i el catalitzador. Per evitar riscos inútils, s'afegirà l'accelerador a la resina, en la quantitat convenient, immediatament després de l'adquisició. La compra ha de ser, doncs, corresponent a la dosificació. Si la resina entrés aleshores en contacte amb el catalitzador l'únic risc seria la seva polimerització i solidificació.

12. La plegadora

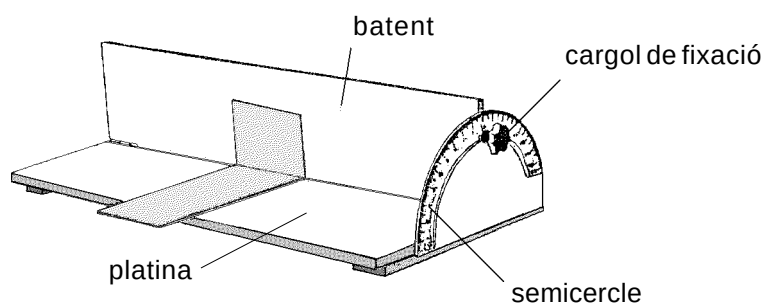
12.1. Descripció i característiques tècniques

Les plegadores per planxa de plàstic estan formades per un transformador que alimenta un filament, generalment de nicrom, que s'escalfa amb el pas del corrent elèctric. El filament queda protegit en un canal que es troba en la part anterior de la platina.

L'únic element de comandament és l'interruptor que al mateix temps és llum pilot. Com element de protecció hi ha un fusible de 1 A. Els accessoris que es lliuren estan formats per un joc de topalls, que formen part de la plegadora, i un calibratge angular regulable. Els topalls són tres, un d'ells es desplaça perpendicularment a la platina de la plegadora i els altres dos són orientables obliquament. Aquests últims serveixen per plegar en diagonal.



El calibratge consisteix en un banc format per dues peces unides per frontisses amb un semicercle graduat que serveix per ajustar els plegaments a l'angle desitjat, entre 0° i 165°.



Característiques tècniques

Com a referència per la plegadora utilitzarem la plegadora de plàstics Plexiform-580 que és la rebuda pels instituts que darrerament han estat dotats amb l'equipament corresponent a l'aula de Tecnologia.

Alimentació	220 V AC
Fusible	1 A / 250 V
Dimensions	
Amplada	235 mm
Longitud	800 mm
Altura	110 mm
Dimensions de la platina de treball	
Amplada	235 mm
Longitud	630 mm
Longitud del filament	580 mm
Temperatura de treball del filament	160 ° C
Temps d'escalfament	Aprox. 4 min.
Pes	9 kg

12.2. Funcionament i normes d'ús

Si al parlar de l'emmotlladora dèiem que el seu funcionament és molt senzill, ara hem de reconèixer que el de la plegadora encara ho és més.

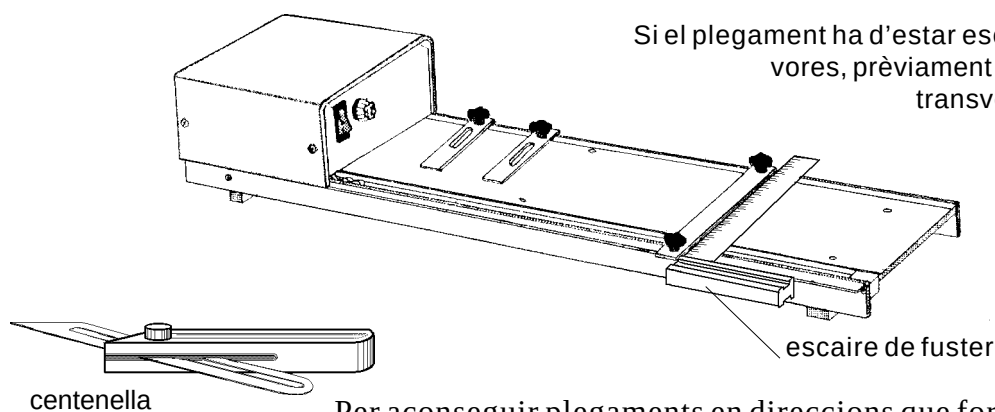
Funcionament de la plegadora

Per utilitzar la màquina cal col·locar-la en una taula prou espaiosa per treballar i amb facilitat per connectar el cable d'alimentació a la xarxa elèctrica sense que destorbi.

Al accionar l'interruptor la seva llum pilot s'encen indicant l'alimentació del transformador.

El filament calefactor s'escalfa i després de uns 4 minuts arriba al temperatura de treball, uns 160° C.

Es col·loca la peça de plàstic a la platina de la màquina de manera que el filament calefactor quedi just a sota de la línia de plegament.



Si el plegament ha d'estar escairat respecte de les vores, prèviament s'ha d'alinear el topall transversal amb l'escaire de fuster.

Per aconseguir plegaments en direccions que formin angles definits respecte de les vores cal disposar els topalls orientables amb l'angle adient amb l'ajut de la centenella.

Un cop col·locada convenientment la planxa de plàstic, en poc temps s'haurà estovat prou seguint la línia del filament per a poder ser plegada segons aquesta direcció. Per consolidar el plegament ha de mantenir-se en la posició desitjada fins que recuperi la rigidesa característica del tipus de plàstic manipulat.

Per aconseguir angles de plegament determinats utilitzarem el calibratge angular regulable. Per donar un determinat radi a la curvatura dels plegaments es poden utilitzar accessoris que s'han d'anar preparant a mesura que es realitzen activitats i es desenvolupen projectes amb la màquina plegadora.

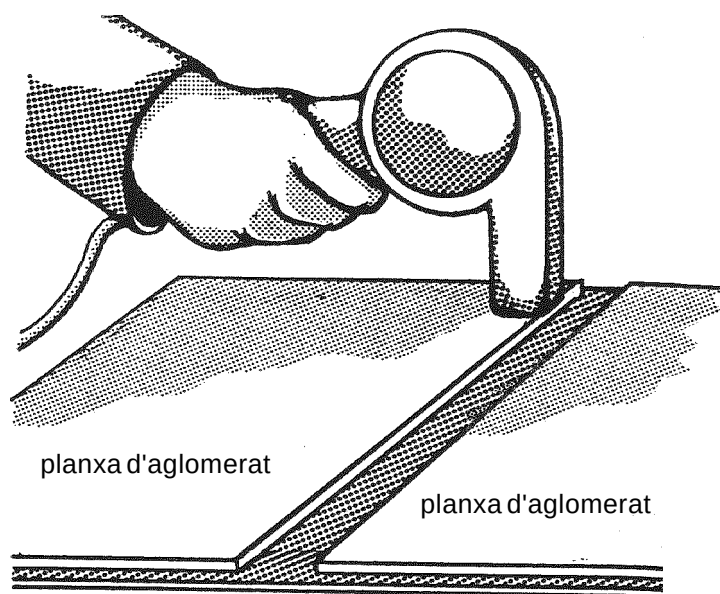
12.3. Plàstics per plegar

Els plàstics utilitzables amb la plegadora no difereixen gaire dels que ja hem vist per l'emmotlladora. El plàstic per plegar ha de tenir una certa rigidesa i consistència, per aquest motiu convé que tingui uns 2 mm de gruix com a mínim. El màxim depèn del plegatge.

La temperatura de transició vítria i la manera en que té lloc la transició de la condició elàstica a la plàstica en cadascun dels plàstics determina les tècniques que s'utilitzaran. Els plàstics amb una temperatura de transició vítria molt baixa com el PE o el PP no són apropiats per treballar amb la plegadora, degut a la seva manca de rigidesa. Aquesta manca d'idoneïtat no es deu a la plegadora, que permet plegar-los fàcilment, si no a la manca de consistència del plàstic. En canvi els més rígids, portats simplement a la condició elàstica, es pleguen sense deformacions addicionals i al refredar-se conserven el plegament rebut. (veure secció 9.)

Els plàstics que recomanen per al plegatge a l'aula de Tecnologia són aquests: PS cristall, PS de colors, PVC sense plastificar, PVC escumat i PMMA extruït i de colada. L'ABS i el PC també serien aptes pel plegatge, però ja hem dit que el primer és molt difícil de trobar i el segon és molt car. Per haver tractat exhaustivament de tots aquests plàstics en la part dedicada a l'emmotlladora no repetirem ara les seves característiques i propietats. (Veure secció 9.)

12.4. Característiques del plegatge de plàstics



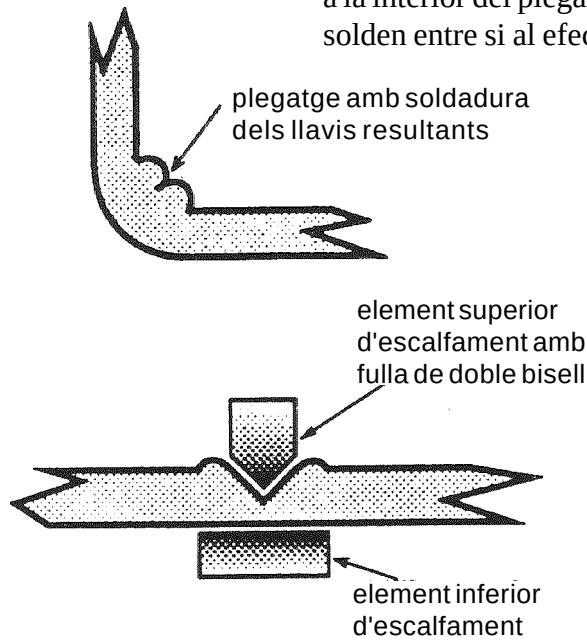
Un assecador de cabell potent o millor una pistola d'aire calent permeten escalfar superfícies més amples per plegaments amb un radi de curvatura relativament gran.

Plegatge en calent de plàstic

Al contrari que el plegatge en fred de metalls, el plegatge de plàstics en calent no requereix l'aplicació de força en el punt de plegatge. Hi ha moltes variants a l'hora d'aconseguir una línia de calor. Per exemple, les estufes d'infraroigs. També es poden aprofitar altres tipus d'estufes o adaptar components d'aquestes. Un altre manera d'escalfar linealment és mitjançant una pistola d'aire calent. La planxa de plàstic es cobreix amb dues planxes d'aglomerat deixant una escletxa entre les dues.

Per doblegar en corba de radi ampli pot ser útil, però es difícil aconseguir un escalfament uniforme en tota la longitud.

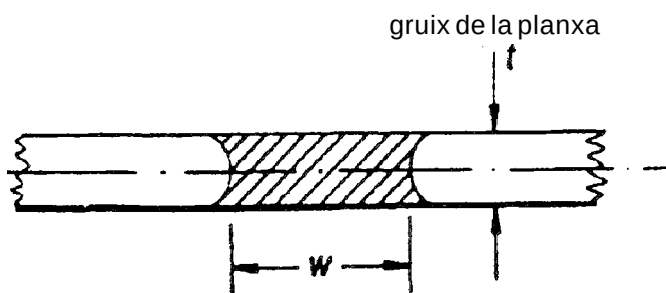
A més d'aquestes tècniques d'escalfament lineal per calor radiant o convectiu s'utilitza també l'escalfament per contacte amb penetració. Generalment la planxa a plegar es marca per dos elements calents: un que actua per la cara superior format per una fulla acabada amb tall de doble bisell i l'altre, que escalfa la cara inferior, format per una tira plana. La cara superior correspon a la interior del plegament i el llavis que es marquen als costats de la línia es solden entre si al efectuar-se el plegament.



Aquesta tècnica, amb soldadura o sense, és l'emprada amb el PP. Els plegaments resultants són relativament flexibles. És utilitzada per a la confecció de carpetes i portafolis de PP. Quan el marcat de la línia té lloc sense que es produeixi soldadura per la part interna, la línia marcada serveix també de frontissa.

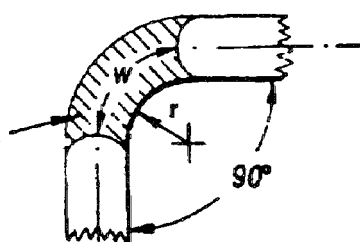
Els plàstics amb un interval de temperatura apte pel termoconformat necessiten una font de calor lineal molt uniforme. Les plegadores amb fil calefactor proporcionen un escalfament homogeni i constant en tota la seva longitud, per aquest motiu són aptes pel plegatge en calent de qualsevol tipus de plàstics, especialment dels rígids. Nosaltres només farem referència al plegatge amb la utilització d'aquest tipus de plegadora i la utilització de plàstics rígids.

Aspectes tècnics del plegatge de plàstics

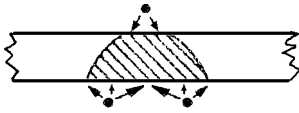


Malgrat que el plegatge dels plàstics és una operació aparentment senzilla, també és possible tenir en compte detalls relativament més complexos. El conèixer aquests aspectes tècnics permet interpretar amb més facilitat alguns problemes o irregularitats que poden aparèixer al efectuar el plegatge o posteriorment.

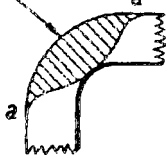
la longitud (w) de l'arc central de la corba és la que determina l'ample de la banda que ha de ser escalfada



La primera qüestió que s'ha de tenir en compte és la relació entre el radi de la curvatura del plegament amb el gruix de la planxa. L'ample que ha de tenir la franja escalfada depèn d'aquests dos factors. Algunes plegadores d'ús industrial permeten l'escalfament simultani d'ambdues cares i variar la distància entre el fil calefactor i el plàstic.



cara externa del plegament



Per a planxes molt gruixudes existeixen plegadores per a plàstic amb tres resistències.

Fins i tot hi ha plegadores industrials amb tres resistències que poden variar la intensitat de la calor i la posició.

Amb la plegadora de l'aula la resistència es troba a una fondària fixa i l'obertura del canal on es troba es constant. Per aquest motiu i per aconseguir bons resultats i evitar complicacions recomanem treballar amb gruixos de 1 a 3 mm. Les planxes de gruix superior al 3 mm s'hauran d'escalfar per les dues bandes. La darrera cara en ser escalfada ha de ser la cara externa del plegament.

Peculiaritats en el plegatge d'alguns plàstics

Les variacions que s'observen en la resposta al plegatge en calent d'un tipus de plàstic a un altre depenen del marge de temperatura amb el qual passen a les condicions elàstica i plàstica.

El *PMMA de colada* presenta un pas gradual i lent a l'estat plàstic, la franja de temperatura per l'estat elàstic és molt ample i permet treballar amb molta comoditat i les corbes resulten molt regulars. Al refredar-se la forma obtinguda, gràcies a la rigidesa d'aquest plàstic, esdevé molt estable. És un dels plàstics més adients per aquesta tècnica.

El *PVC rígid* és també un plàstic que es treballa molt bé amb la plegadora, encara que pel seu aspecte no dona un acabament tan atractiu com el del metacrilat. El seu principal avantatge és la resistència als impactes. Aquesta propietat s'ha de tenir molt en compte en funció del destí de l'objecte a produir.

Tant al treballar amb el PMMA de colada com, molt especialment, al fer-ho amb el PVC cal mantenir les peces treballades ben afermades fins que es refredin per evitar moviments no desitjats deguts a l'elasticitat característica d'aquests plàstics a la temperatura de treball.

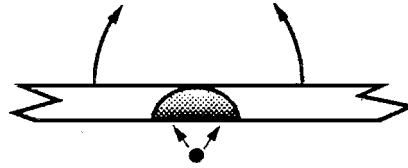
El *PVC escumat* destaca per la seva baixa densitat i una resistència acceptable als impactes. Es plega molt bé però, com ja hem advertit anteriorment, cal anar en compte amb el sobreescalfament que el desllueix amb facilitat. La cara escalfada ha de ser la interior del plegament.

El *PS* es plega amb molta facilitat. En realitat podríem dir que amb massa facilitat. De seguida s'estova i la línia perd tota la consistència. La conseqüència és la facilitat amb que els plegaments resulten poc polits si no s'utilitzen acuradament plantilles per guiar-los. El temps d'escalfament ha de ser mínim i és millor no intentar plegaments amb curvatures de radis grans.

Plàstic	Cara escalfada*
PMMA	externa
PS	externa
PVC rígid	externa
PVC escumat	interna
PP	interna

**En cas de planxes gruixudes, si s'escalfen les dues cares es considera l'última en ser escalfada.*

El PP ja hem dit que no és el més adient, ha d'escalfar-se per poquíssim temps i el plegament ha de fer-se amb la cara escalfada per la part de dins.



Llevat dels casos particulars del PP i del PVC escumat, la cara a escalfar ha de correspondre la que serà l'externa del plegament.

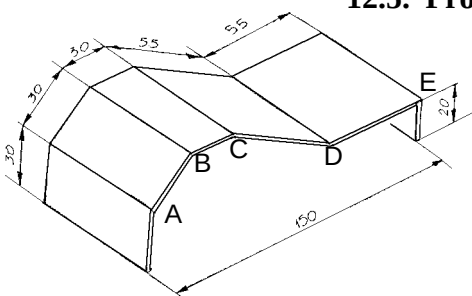
Acabament

Al doblegar la planxa, la cara interna pateix una compressió i l'externa una distensió. Aquest efecte serà més marcat quan més perfilat i agut sigui el plegament. La conseqüència és el bombament de les vores del plegament. Els plegaments arrodonits, amb curvatura molt oberta, disminueixen els desplaçaments de material en la zona del plegament.

Aquest sortint que es forma obliga al seu rebaix amb llima fina si es vol unir la peça a una superfície plana. (Veure secció 3. 6.)

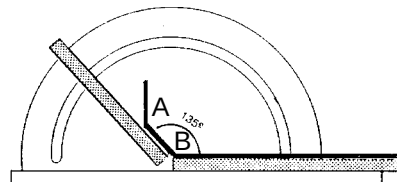
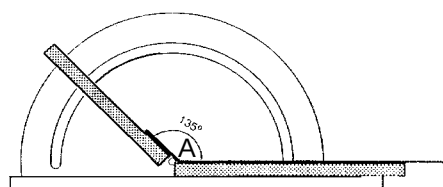


12.5. Problemes i precaucions en el plegatge de plàstics

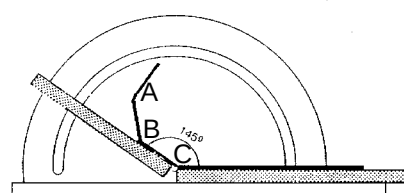


12.5.1. Seqüència en el plegatge

La seqüència en el plegatge és molt important donat que en moltes ocasions ha d'efectuar-se seguint un ordre determinat per problemes d'orientació a l'espai.



49



A l'exemple de la figura els plegaments A, B, C i E poden efectuar-se amb la plegadora. El D requereix ser efectuat l'últim amb una plantilla o el cantell d'una taula

12.5.2. Protecció dels plàstics durant les manipulacions

Ratlles

Si s'ha de prémer alguna peça de plàstic amb trossos de fusta per conformar-les contra el calibratge o algun altre accessori, pot ser recomanable embolicar amb tela de cotó els trossos de fusta per tal d'evitar ratlladures a la superfície del plàstic.

Empremtes

Les peces de plàstic calentes són molt sensibles a la brutícia dels guants. És molt freqüent que els alumnes desllueixin el material per haver pressionant amb els dits del guant una superfície de plàstic estovada per la calor. Aquest és un argument més per evitar l'escalfament excessiu dels plàstics per al seu plegatge. S'ha de trobar el punt de temperatura estrictament necessari.

12.5.3. Excés d'escalfament

Les peces de plàstic no s'han de deixar sobre la plegadora sense un control continu. La calor irradiada pel fil calefactor, concentrada sempre en el mateix punt, pot acabar estovant massa el plàstic o degradant-lo amb la aparició de butllofes i inclús la carbonització de la zona afectada.

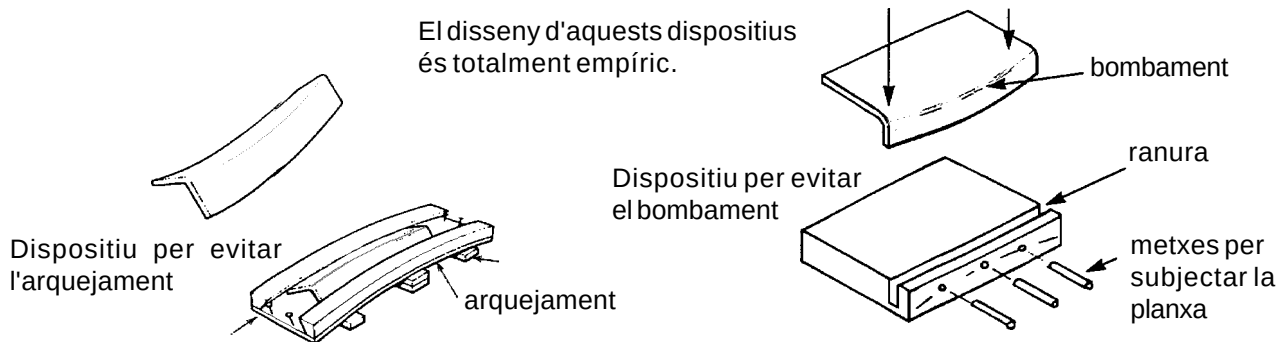
Una de les incomoditats de treballar amb plàstics és la gran variabilitat que ofereixen les seves característiques en comparació amb, per exemple, els metalls. Tanmateix responen, afortunadament, amb una gran tolerància. Al treballar amb la plegadora, al igual de com vèiem en el cas de l'emmotlladora, el cronometratge dels temps d'escalfament ens dona un marge molt gran de valors. Cada mostra de plàstic, en quant a composició, grau de polimerització, processament patit, gruix i condicions ambientals de treball, donarà un temps d'escalfament més o menys variable. Cal estar molt a l'aguait i anotar en cada sessió de treball els temps obtinguts. Per evitar fer malbé peces ja mecanitzades el millor és començar assajant amb alguna mostra de les mateixes característiques i procedència.

Com ja hem aclarit en altres seccions, alguns plàstics que absorbeixen humitat, en ser escalfats amb excés, desprenen aquesta i formen butllofes. Tanmateix, en el cas del PMMA, que amb l'emmotlladora obliga al assecatge, amb la plegadora es pot escalfar fins al grau d'estovament necessari per poder ser plegat sense que s'arribin a formar les petites butllofes tan característiques. Per obrar amb la seguretat de no fer malbé el plàstic s'ha d'anar comprovant si aquest ja cedeix cada 10". En el moment que el plàstic cedeix es procedeix a plegar sense dilacions.

El PVC escumat al ser sobreescalfat grogueja i fa butllofes, cal plegar-lo tan aviat com cedeixi a la pressió.

12.5.4. Distorsions

Una altre de les dificultats en el plegatge dels plàstics és la distorsió. Aquesta sol aparèixer, arquejant-se la peça conformada, al efectuar-se plegaments en peces de gran llargària i de poca amplada. És típica en plegaments propers a les vores o en plegaments seguits separats per poca distància.



Pel plegatge de planxa de plàstic s'escalfa una estreta franja lineal. Aquest escalfament del material provoca la seva dilatació i expansió. Per aquest motiu és primordial la subjecció del material durant l'escalfament. Les peces força primes tenen tendència a ondar-se si no es mantenen fixes sobre el fil escalfador. Quan més pesant sigui un material més tendència té a mantenir-se estable, sempre que estigui ben fixat. Tanmateix, a causa de la dilatació, apareix un cert grau d'estrès al llarg de la franja escalfada. (En relació a l'estrès veure la secció 10.8.)

Aquest estrès tendeix a alliberar-se provocant la distorsió de la peça. Per aquest motiu, insistim una vegada més que un cop efectuat el plegatge és fonamental mantenir subjectada la peça en la posició final mentre es refreda.

En resum, hi ha dues circumstàncies que faciliten l'aparició de la distorsió en forma d'arquejament. Una és la poca amplada de la peça plegada a un o altre costat del plegament i l'altre un plegament en angle obtús.

Per contrarestar aquest efecte es poden intentar alguns remeis basats més en el templeig que no pas en solucions sistemàtiques.

12.6. Seguretat

Malgrat la seva simplicitat la plegadora té un punt de risc. La resistència linear que dona l'escalfor arriba a la incandescència degut a les altes temperatures que assoleix. Malgrat a quedar enclotada en el solc que la conté, s'ha de anar en compte de què accidentalment no entrin en contacte amb la resistència: papers, cabells, parts de la indumentària, llapis o bolígrafs.

Aprofitem l'ocasió per insistir en què cal recordar a l'alumnat que a l'aula de Tecnologia no es pot anar amb cabells llargs que penguin pel davant de la cara. Tampoc poden penjar collars, ni cintes, ni mànigues descordades, ni qualsevol element que pugui entrar en contacte amb les màquines, les eines o els materials que estiguin sobre la taula de treball.

La canaleta d'alumini on es troba la resistència arriba a temperatures força elevades, cal evitar el contacte directe amb les mans.

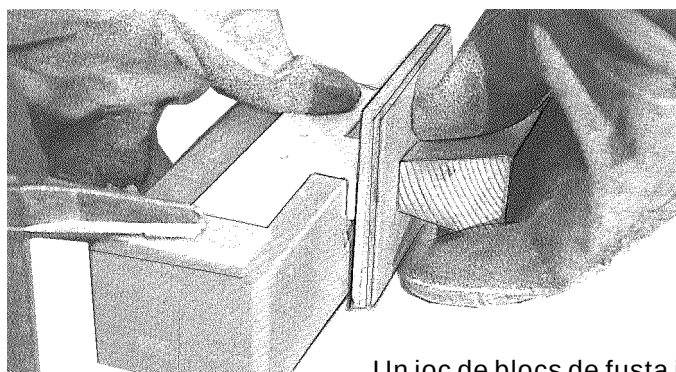
La incandescència del filament calefactor obliga també a evitar la presència de líquids inflamables en les proximitats de la màquina. Així com en el cas de l'emmotlladora es convenient no apagar-la si s'ha de fer servir intermitentment, la plegadora es preferible desconnectar-la immediatament després de cada utilització.

13. Accessoris i complements per a la plegadora

Els accessoris per la plegadora poden ser més o menys sofisticats en funció de la complexitat de la peça de plàstic que es vol obtenir. El material més adient per construir-los és el contraplacat i l'aglomerat de fibra. L'aglomerat de fibra té una superfície molt regular i a més és molt fàcil de polir.

13.1. Calibratge angular

Serveix per doblegar les peces de planxa de plàstic amb un angle determinat. Es regula afluixant el cargol de fixació i inclinant la placa regulable amb l'angle desitjat.



Un joc de blocs de fusta i de paletes de tamanyos diversos, ajuden molt a obtenir plegaments de precisió en peces de petit tamany.

Al tractar del funcionament de la plegadora ja hem fet esment de la seva utilització.

13.2. Paletes

Moltes vegades interessa mantenir subjectada o plegar una zona plana de planxa de plàstic. Per aconseguir que no es deformi i es plegui

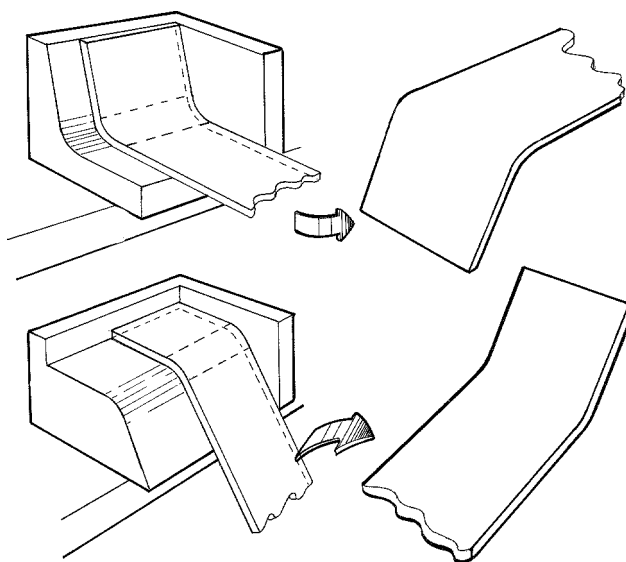
regularment es poden construir paletes de diverses mides formades per un mànec de fusta i un tros de contraplacat o d'aglomerat.

13.3. Plantilles de corbes

Per poder aconseguir una corba amb un radi determinat i constant en tota la longitud del plegament es imprescindible utilitzar una superfície corba contra la qual aplicar la planxa que es vol plegar.

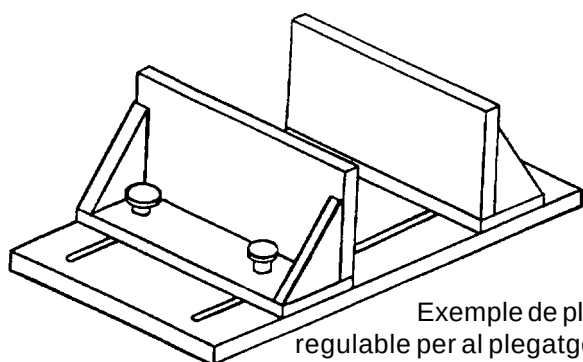
La manera més senzilla és utilitzar barra rodona de fusta a la qual se li poden emmetxar trossos de barres de diàmetre més petit per fer de mànecs. Per fer possible el corbat amb radi més gran cal eixamplar la banda escalfada. Això es facilita escalfant la peça de plàstic a una alçada lleugerament superior a la de la superfície de la platina de la plegadora.

Per a corbes amb radis o inclinacions especials, és imprescindible la construcció de plantilles.

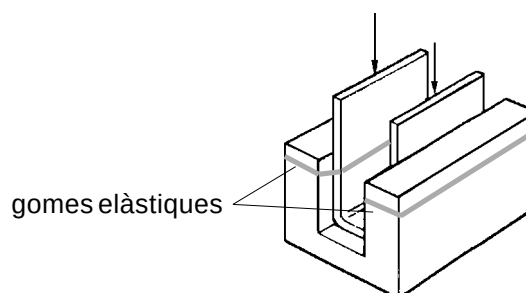


13.4. Plantilles per plegar en U

Poden ser ajustables, mitjançant unes guies i cargols de fixació. També poden ser fixes, formades per tres peces unides amb cargols per aglomerat. Amb aquest tipus de plantilles és pot mantenir la peça de plàstic subjectada amb tires de goma elàstica fins que es refredi totalment, sense necessitat de sostenir-les amb les mans. En peces de poc gruix això no és necessari.



Exemple de plantilla regulable per al plegatge en U



14. Proposta d'activitats amb la plegadora

14.1. Anàlisi de la plegadora i el seu funcionament

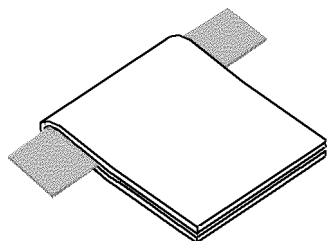
La primera activitat ha realitzar amb la plegadora és l'estudi de la màquina i el seu funcionament. En el cas de l'emmotlladora aquesta ens oferia moltes possibilitats, la plegadora és més limitada. Els temes que es poden treballar són els següents:

- *Disseny de la màquina, característiques i justificació dels materials emprats. Elements de control i comandament. (interruptor amb pilot, fusible)*
- *Esquema del circuit elèctric. (Treure la carcassa i observar l'interior)*
- *Paper del transformador*
- *Mesures de tensió, intensitat i resistència. Consum elèctric de la màquina. Variació de la resistència en el filferro calefactor al variar la seva temperatura.*
- *Seguretat. Analitzar els possibles perills pel mal ús de la màquina.*

14.2. Portaretrats

Els portaretrats són uns dels objectes més característics per realitzar per plegatge de plàstic. Es poden trobar a moltes botigues d'objectes de regal, on es pot comprovar les possibles variants en el disseny. El tamany depèn evidentment del tamany de les còpies. En principi les més populars són 9 x 13 cm i 13 x 15 cm. Les mides no són sempre exactes al mil·límetre, per això i per la dificultat de preveure exactament la variació a causa del plegament, és millor afegir uns mil·límetres de marge.

El material que recomanem és el PMMA de colada transparent de 2 a 3 mm de gruix segons el tamany de la fotografia. (Pel tallat de la planxa de plàstic veure secció 3.5.)



Al efectuar plegatges de 180 ° és convenient col·locar una tira de cartó prim o cartolina en la part interior del plegament per garantir que el plegament retengui bé la fotografia, «fent pinça», i per deixar una mínima separació que faciliti la introducció de la foto per una de les seves puntes.

Per tal d'evitar que un plegament de 180° tingui tendència a obrir-se, és molt pràctic plegar-lo sobre un cartró de poc gruix

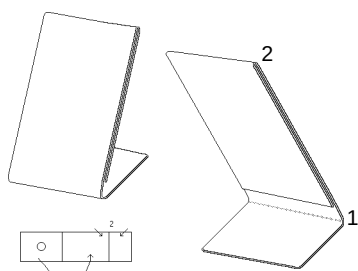
Observacions

El poliment de les vores s'ha de realitzar un cop efectuat el plegatge. Si és vol treballar més la mecanització poden afegir-se algunes variants:

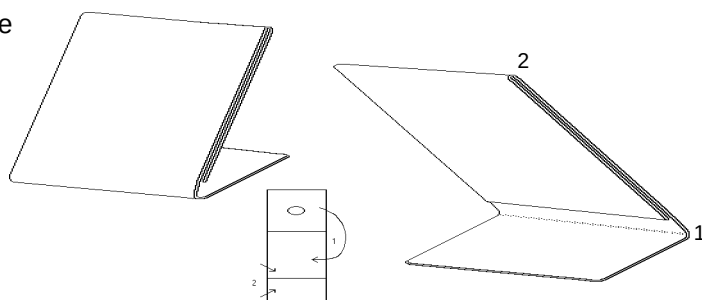
- a) forat circular de 30 mm de diàmetre en la part posterior per encabir més fàcilment la fotografia
- b) aixamfranat de la base

Exemples de portaretrats

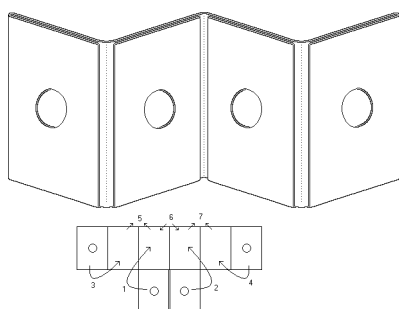
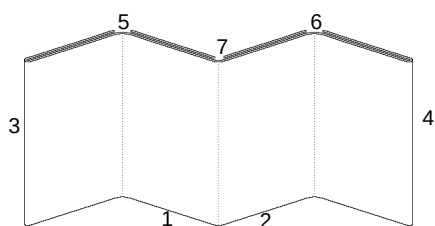
Els números indiquen la seqüència del plegatge



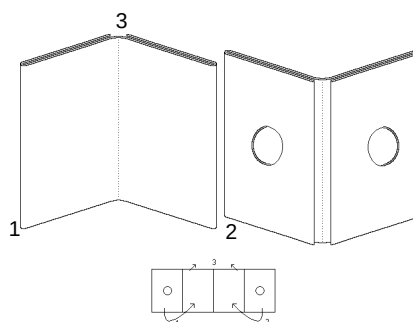
Portaretrats vertical



Portaretrats horitzontal



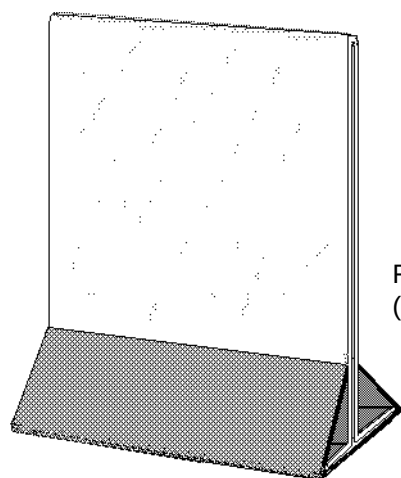
Portaretrats múltiple



Portaretrats díptic

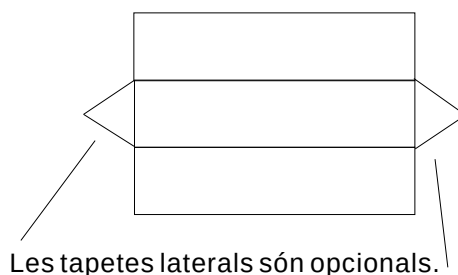
14.3. Portamenús

És un objecte semblant al portaretrats. En aquest cas es pot utilitzar PMMA transparent (2 mm de gruix) i, per a la base, un altre plàstic de color que pot ser també PMMA o bé PS o PVC de 3 mm de gruix).



Funda pel paper del menú
(PMMA)

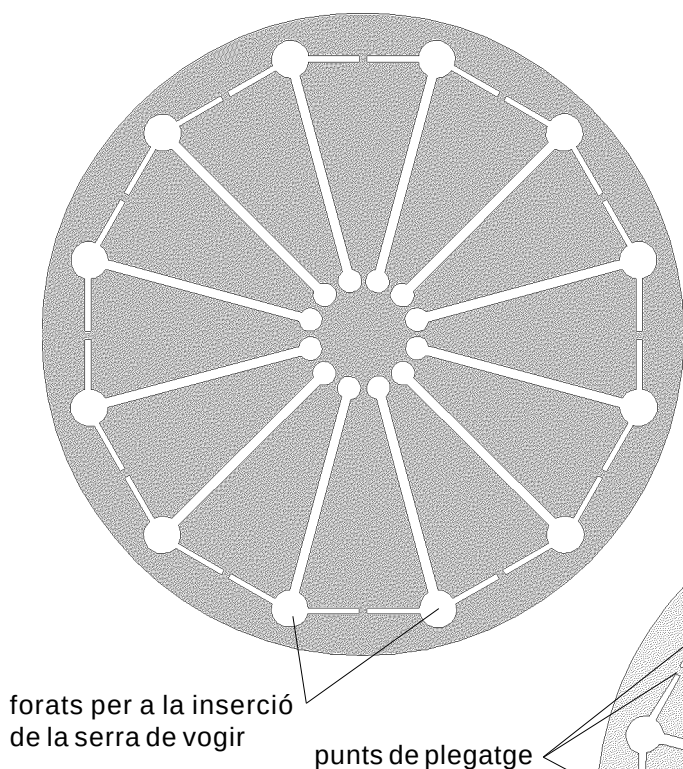
Peu (PS)



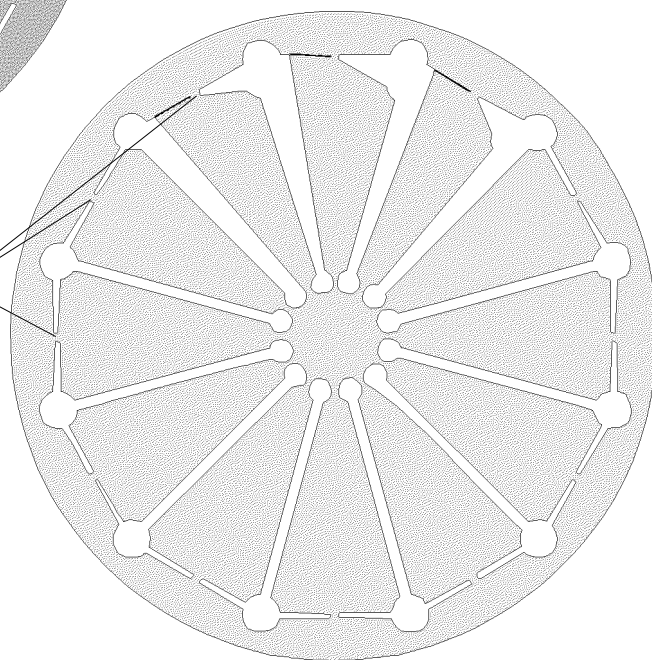
Les tapetes laterals són opcionals.

14.4. Pales de molins

El conjunt de pales d'un molí de vent per arrossegament (d'un extractor, per exemple) és pot fer d'una sola peça. En primer lloc cal efectuar els talls segons el croquis. Els talls es fan amb la serra elèctrica de vogir amb fulla per tallar plàstic (veure secció 3.5.) i per col·locar en posició la serra es forada el plàstic amb una broca de 8 mm tal com indica el croquis. El plàstic emprat pot ser PS, PVC o PMMA de 2 o 3 mm.



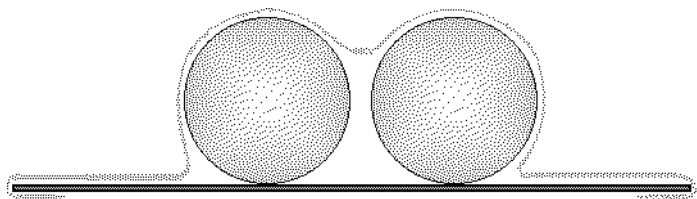
En primer lloc es retalla un cercle amb el radi desitjat. A continuació es tracen els radis i els centres dels forats per on entrarà la serra de vogir.



14.5 Vores dels blisters

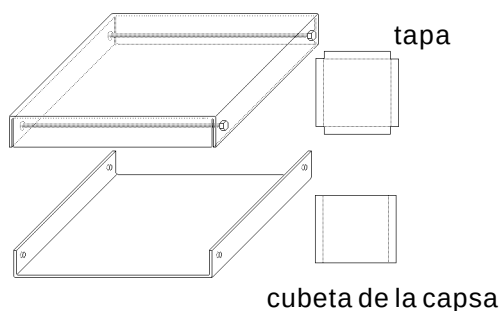
Ja hem dit en algun altre ocasió que a l'aula de Tecnologia l'alumnat pot endegar petits projectes reproduint a petita escala la producció en sèrie d'objectes senzills que poden posar a la venda per col·laborar en la financiació de viatges, excursions o altres activitats extraescolars. Aquests projectes poden estimular l'interès per la Tecnologia i evidencien de cara als alumnes la importància i la necessitat d'organització en el treball en equip. Aquests petits objectes han de rebre també una presentació similar a la comercial. Amb

l'emmotlladora i els motlles corresponents es poden elaborar blisters a la mida dels objectes. El paper de la plegadora és el de fer possible el plegatge de les vores dels blisters subjectant el cartronet que els tanca per darrera. El plegatge es pot fer sobre el cartró definitiu del blister. Es poden plegar les quatre vores, ficant l'objecte prèviament, o bé només tres i col·locar-lo més tard.

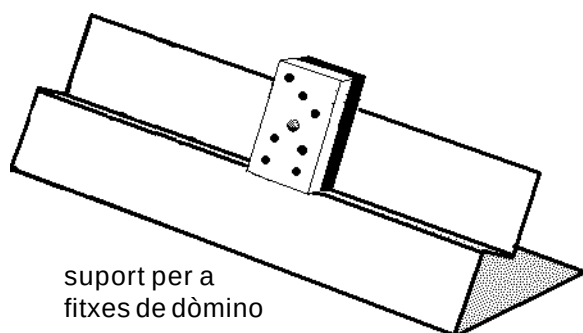


S'utilitzen dos tipus de PVC per a blister: el rígid i el flexible. El rígid s'emmotlla sobre un motlle i el flexible s'emmotlle directament sobre l'objecte col·locat sobre una cartolina. Si el blister es de PET s'emmotlla sempre a part.

14.6. Capses



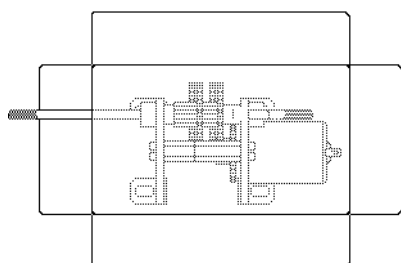
Utilitzant PS, PVC o PMMA i combinant les tècniques del plegatge i les unions es poden construir capses amb plàstic transparent o de colors. Amb una mica d'imaginació es pot combinar el transparent amb la nombrosa gamma de colors en què es troben. (Veure secció 3.5. pel tallat i 3.6. pel mecanitzat i les unions)



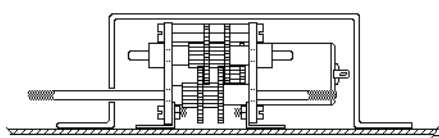
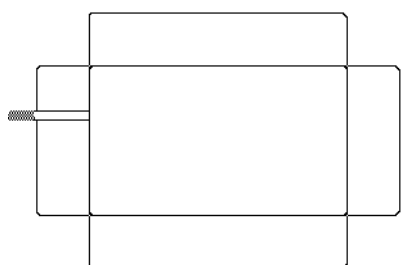
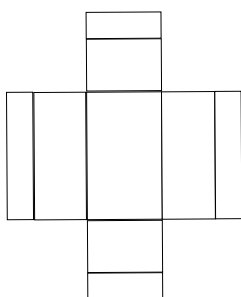
14.7. Suport per a fitxes de dòmino

En si mateix no és un objecte massa important però permet practicar el plegatge amb un objecte de poc tamany i plegaments de diferents angles propers els uns als altres. Les mides d'aquest petit suport depenen del tamany de les peces a les quals vagi destinat.

Carcassa per a motoret elèctric



El plegament s'efectua sobre un bloc de fusta amb les dimensions internes que ha de tenir la carcassa.



14.8 Carrosseries i carcasses

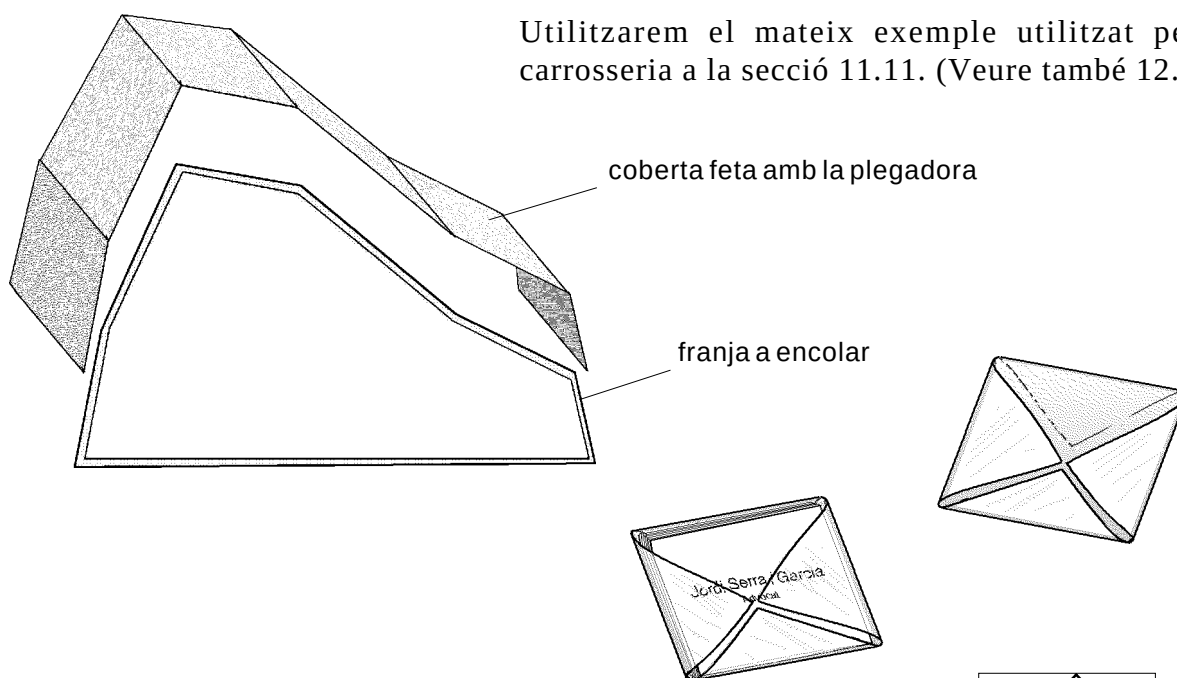
A la secció 11.11. ja s'ha tractat de l'elaboració de carrosseries i carcasses amb l'emmotlladora. La plegadora també es pot utilitzar per construir aquest tipus d'estructures, especialment si han de ser de metacrilat transparent. Al igual que dèiem en el cas de les capses (veure secció 14.6.) cal combinar la tècnica del plegatge amb les unions mecàniques o mitjançant adhesius (veure secció 3.6.).

Carcassa per motoret elèctric amb reducció

Per a l'exemple suposem metacrilat transparent de 2 mm. Faran falta vuit plegaments i la corresponent unió per la base.

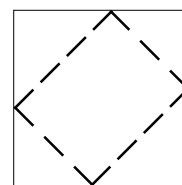
Carrosseria

Utilitzarem el mateix exemple utilitzat per la carrosseria a la secció 11.11. (Veure també 12.5.1.)



14.9. Targeter

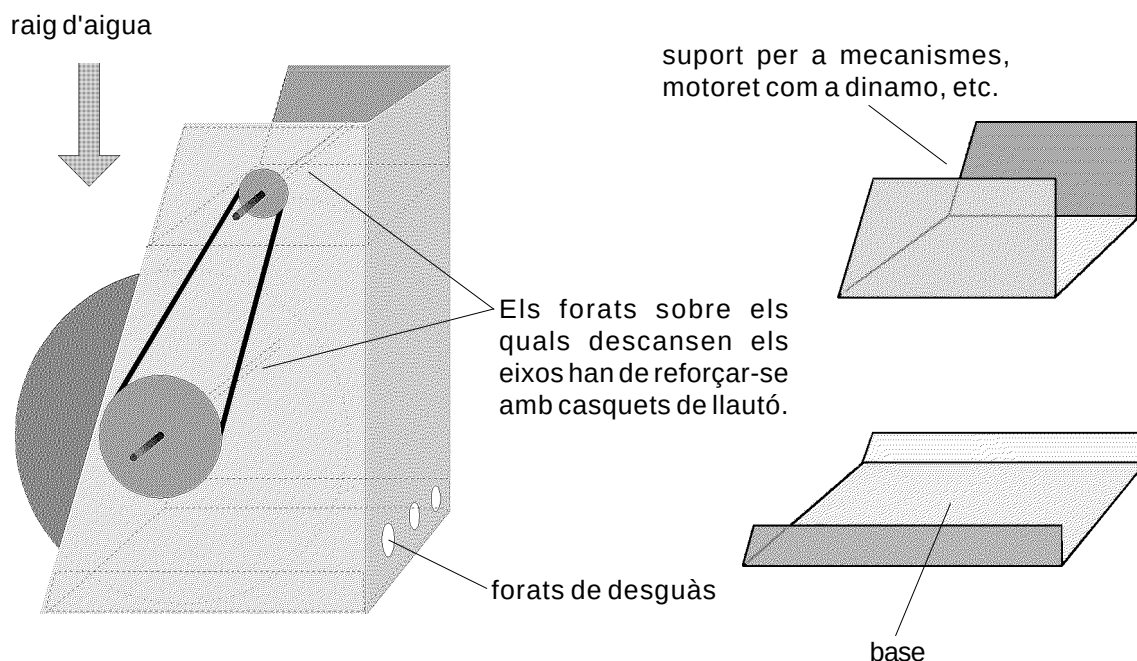
Es tracta d'un petit objecte molt senzill de realitzar però d'un cert efecte i d'utilitat per a mostradors i escriptoris.



Es recomana la utilització d'un rectangle de contraplacat com a platilla.

14.10. Molí hidràulic

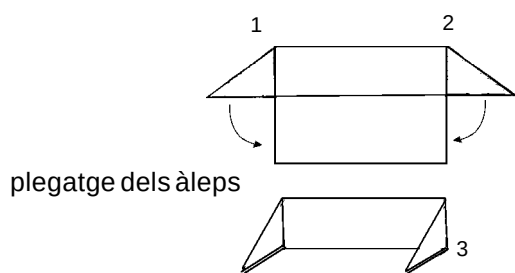
Un cop més insistirem en què el plegatge dels plàstics és una tècnica que ha de combinar-se amb altres. En aquest exemple, que desitgem pugui inspirar d'altres, la mecanització i les unions juguen un paper tan important com el plegatge.



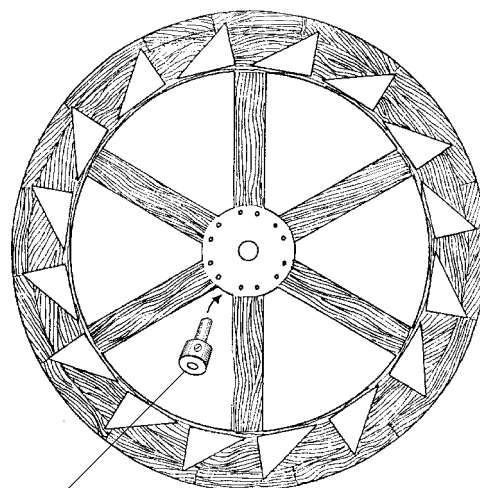
Aquest molí hidràulic està pensat per poder funcionar i realitzar assaigs amb la força del doll d'aigua de l'aixeta d'una aigüera. No presentem un projecte acabat, tan sols els suggeriments mínims per poder adaptar-lo al disseny de cadascú. La raó d'utilitzar la plegadora és la necessària resistència a l'aigua que han de tenir els materials emprats. El plàstic no ha de ser protegit contra la humitat. Recomanem per l'estructura planxa de PS de 2 mm de gruix i per la roda planxa de PS de 1 mm de gruix.

L'aprofitament de l'energia a partir de la roda hidràulica es farà amb un motoret elèctric de 6 V que farà el paper de dinamo. La transmissió entre la roda hidràulica i el motor es verifica mitjançant politges. El motoret es pot protegir de les esquitxades amb una carcassa de PMMA transparent o de PS cristall de 2 mm de gruix. Pels eixos s'ha d'utilitzar barreta de llautó de 4 mm roscada, al menys en els seus extrems.

La roda pot estar formada per cercles sencers o buidada, deixant només els radis.



plegatge dels àleps



Casquet amb topall per a la fixació de la roda sobre l'eix.

15. Directori d'adreces

Complas Barcelona, SA

c/ Taquígraf Garriga, 170

08029 Barcelona

Tel. (93) 430 84 22 / 430 26 40 / 430 15 08 FAX (93) 430 47 01

Polistirè blanc, negre, cristall, porcellana, or, plata

Plakene (PP) colors assortits

Metacrilat blanc, negre, incolor, colors

PVC, incolor, blanc, gris, vermell

Policarbonat incolor, blanc, fumè

Politè baixa densitat

CRIBARNA PLÁSTICOS

c/ Berenguer de Palou, 64 bis

08027 Barcelona

Tel (93) 408 14 89 Fax (93) 408 49 56

Polistirè blanc, negre, cristall, porcellana, emmirallat or i plata;

Plakene (PP) colors assortits

Metacrilat, colors, blanc, negre, incolor, mirall

PVC, incolor, blanc, gris

PVC escumat, en colors 3 mm, blanc 1-3 mm

Policarbonat incolor, blanc, fumè

Servicio Estación, SA

Central:

Aragó, 270-272

08007 Barcelona

Tel. (93) 216 02 12 /16 /50 /54 /58 /62, 215 76 74 Fax (93) 216 00 48

Sucursals:

Blondel, 72 25002 Lleida Tel 26 93 83

Sèquia, 20 17001 Girona Tel 20 40 62 Fax 20 55 22

Jaume I, 12 43005 Tarragona Tel 24 46 74

Casanovas, 1-11 08901 L'Hospitalet de Llobregat Tel 337 33 04

Rafael de Casanova, 1 08930 Sant Adrià de Besòs Tel 381 28 91

Polistirè blanc, negre, cristall

Plakene (PP) colors assortits

PVC incolor, colors assortits (0,3 mm)

Metacrilat, incolor, blanc, incolor, colors

Politene (PE) incolor en planxes procedents de bobines

El present directori no pretén ser una guia comercial, tan sols és un ajut per al professorat que no sàpiga on adreçar-se per aconseguir plàstics per a les activitats a l'aula de Tecnologia. El fet d'aparèixer en aquesta llista no indica en cap cas que extracti d'establiments recomanats.

També hi ha la possibilitat d'encarregar les planxes de plàstic en algunes ferreteries i comerços de material plàstic encara que normalment no en tinguin en existència. En el capítol 9, al parlar dels diferents tipus de plàstic, hi ha la llista de les presentacions comercials amb les que és possible trobar les planxes de plàstic. Aquestes referències han de servir de guia per demanar els plàstics que interessin.

SIDAC, SA (Representat a Catalunya d'ALECOP)

Masferrer, 12, entl. 3a

08028 Barcelona

Tel (93) 330 90 10 /330 43 00 Fax (93) 411 01 82

ALECOP

Tel (943) 79 50 11 (Consultes tècniques 900 21 04 42) Fax (943) 79 92 55

Polistirè de colors assortits procedents del fabricant de l'emmotlladora

Cial. Fontanals, SA

Progrés, 75 Polígon Industrial Almeda

08940 Cornellà de Llobregat

Tel (93) 474 48 69 Fax (93) 474 30 27

Resines en general, complements i accessoris (al detall i a l'engròs)

EUROCIENCIA

General Mitre, 105

08022 Barcelona

Tel 418 67 65 Fax 211 62 38

Pel·lícula transparent per blister, rotlle de 50 m

PVC blanc opac 0,7 mm, rotlle 50 m

Comercial del caucho

Valentí Almirall, 41

Sabadell

Tel (93) 726 40 11 FAX (93) 726 10 21

PMMA, PVC, PP

PLASA Plásticos Sanz

Rda. Sant Pau, 42

08001 Barcelona

Tel (93) 441 73 68

PVC blanc, translúcid i cristall

PVC en bobines per a blister (galgues 0,1-0,5 mm) venda al detall per planxes i a metres

Riberplas SA

Cobalt, 165

L'Hospitalet de Llobregat Tel 474 06 03

PVC en bobines per a blister (galgues 0,1-0,5 mm)
venda per bobines de 40 kg (colors per encàrrec)

Plásticos Barcelona SA

Badal, 17,23 baixos

Barcelona

Tel 431 89 89

Polistirè blanc, negre, cristall. Planxes 1 x 2 m, quantitat mínima 50 peces
PVC, incolor, blanc, gris, vermell. Planxes 1 x 2 m i 1.5 x 3 m,
quantitat mínima 10 peces

SONDIKA IBERICA S.A.

Nació, 65

08026 Barcelona

Tel (93) 348 03 14 Fax (93) 435 41 43

PP, PVC, PMMA

PLASTECNICS - ASTORE

Pg. FFCC, 253

Cornellà de Llobregat

Tel (93) 377 60 14 / 377 60 52 FAX (93) 377 64 54

PVC, PP, (no tallen a mida)

Plàstics LUTESOR, SA

Crta. de Manresa a Berga, km 1.8

08272 Sant Fruitos de Bages

Tel (93) 876 07 19

Plàstics en planxa i barres

FERPLAST

Valls, 69 Pol.Ind. Segle XX

08223 Terrassa

Tel (93) 785 11 66 FAX 731 01 52

UNECO

Guifré, 59

Badalona

Tel (93) 383 47 11 FAX (93) 398 41 31

Ciba-Polímers, Epoxi, Araldit, poliuretans, silicones, poliester, colorants

LUMINOTECNIA GRAU

Gran Via de les Corts Catalanes, 401

08015 Barcelona

Tel (93) 325 70 38

Planxa de plàstic polaritzada

Centres de documentació on es pot aconseguir informació i materials sobre el tema dels plàstics

CEP, Centro Español de Plásticos

c/ Enric Granados, 101

08008 Barcelona

Tel (93) 218 15 89; FAX (93) 218 15 89

CDEC, Centre de Documentació i Experimentació de Ciències

c/ Motors, 112-130, edifici C, 2n pis

08040 Barcelona

Tel (93) 223 01 99; FAX (93) 223 20 80

16. Bibliografia

Bibliografia consultada i/o recomanada

- AENOR. *Diccionario tecnológico de plásticos*. Madrid: AENOR, 1993.
- AENOR. *Plásticos. Parte 1: polímeros de base y sus características especiales*. UNE 53-277-92 Pt 1. Madrid: AENOR, 1992.
- APQUA, *Els Plàstics en la Nostra Societat. Guia de l'alumne*. Barcelona: Reverté SA, 1995. (Programa APQUA. Aprenentatge dels Productes Químics, els seus Usos i Aplicacions)
- APQUA, *Els Plàstics en la Nostra Societat. Guia del professor*. Barcelona: Reverté SA, 1995. (Programa APQUA. Aprenentatge dels Productes Químics, els seus Usos i Aplicacions)
- AVENDAÑO, L. *Iniciación a los plásticos*. Centro Español de Plásticos, 1990. (Temas monográficos del CEP)
- BICARDI, P. *Curso sobre: Composites, materiales y transformación*. [Apunts fotocopiats]
- BRECKON, A.; PREST, D. *Introducing Craft, Design and Technology*. Londres: Thames/Hutchinson, 1987.
- BRÖNNER, W. [et al.] *Elementare Technik. Band 1*. Stuttgart: Klett, 1986.
- BRÖNNER, W. [et al.] *Elementare Technik. Lehrerinformationen zu Band 1*. Stuttgart: Klett, 1986.
- CASTELLANOS, R. [et al.]. *Diccionari del taller mecànic*. Barcelona: Associació - Col·legi d'Enginyers Industrials de Catalunya: La Llar del llibre, 1992. (Cultura, tècnica i societat, 4)
- CEYS. *Manual Ceys de bricolage*. Barcelona: CEYS, 1990.
- GARRAT, J. *Design and technology*. Cambridge: Cambridge University Press, 1991.
- GNAUCK, B., FRÜNDT, P. *Iniciación a la química de los plásticos*. Barcelona: Hanser, 1990.
- GONZALEZ, J.M.; PASSANS, J. *28 Màscares. Caretes, carotes i antifaços*. Barcelona: Graó, 1986. (Instruments - Guix, 3)
- HALL, M. *Design and plastics*. Londres: Hodder & Stoughton, 1991.
- HENZLER, S. [et al.]. *Mensch, Technik, Umwelt für die Klassen 7+8*. Hamburg: Handwerk und Technik, 1989.

- KRAUSE; LANGE. *Introducción al análisis químico de los plásticos*. Madrid: Blume, 1965.
- LA VOLA, EQUIP D'EDUCACIÓ AMBIENTAL. *Deixalles i reciclatge 2. La matèria orgànica. Els plàstics. Els metalls*. Vic: EUMO, 1994.
- LA VOLA, EQUIP D'EDUCACIÓ AMBIENTAL. *Deixalles i reciclatge. Guia del professor*. Vic: EUMO, 1994.
- LEE, R.; ALDRIDGE, J. *Design briefs. Student's research book*. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.
- LOZANO, M.T.; MAYÓS, C.; PAREJO, C. *Materials del nostre entorn: metalls, combustibles i plàstics*. Barcelona: Generalitat de Catalunya. Departament d'Ensenyament.
- McSHEA, J. *Materials technology*. Edimburg: Oliver & Boyd, 1987. (Modular Courses in Technology)
- MELLERICH; HARSOH; HAENLE. *Guía de materiales plásticos, propiedades, ensayos, parámetros*. Barcelona: Hanser, 1992.
- MICHAELI, W. [et al.]. *Introducción a la tecnología de los plásticos*. Barcelona: Hanser, 1992.
- MONTALBAN, P. *Los plásticos y la creatividad*. Lleida: Croma, 1990.
- MUNARI, B. *¿Cómo nacen los objetos?*. Barcelona: Gustavo Gili, 1983.
- OTERO DEL PERAL, L.R., *Residuos sólidos urbanos*. Madrid: Ministerio de Obras Públicas i Transportes, 1992.
- PAREJO FARELL, C. *Plàstics a l'aula*. Ciència i tecnologia dels materials plàstics i productes afins. Barcelona: Domènech, 1995.
- SCHOOLS COUNCIL. *Design with plastics*. Londres: Heinemann, 1974. (Project Technology Handbook, 8)
- TERMCAT. *Lèxic de plàstics i cautxús*. Barcelona: Generalitat de Catalunya. Departament d'Indústria i Energia, 1994. (La indústria a Catalunya)
- TOFT, P. Craft, *Design and Technology for GCSE*. Londres: Heinemann, 1987.
- Los plásticos materiales de nuestro tiempo*. Barcelona: Centro Español de Plásticos. ANAIP, 1991.
- Transformació de matèries plàstiques i cautxú*. Barcelona: Generalitat de Catalunya. Departament d'Indústria i Energia, 1992. (La indústria a Catalunya, 13)
- Diccionari de la llengua catalana*. 3a ed. act. Barcelona: Enciclopèdia Catalana, 1993. (Diccionaris de l'Enciclopèdia)
- Gran enciclopèdia catalana*. 2a ed. Barcelona: Enciclopèdia Catalana, 1986-1993. 25 v.