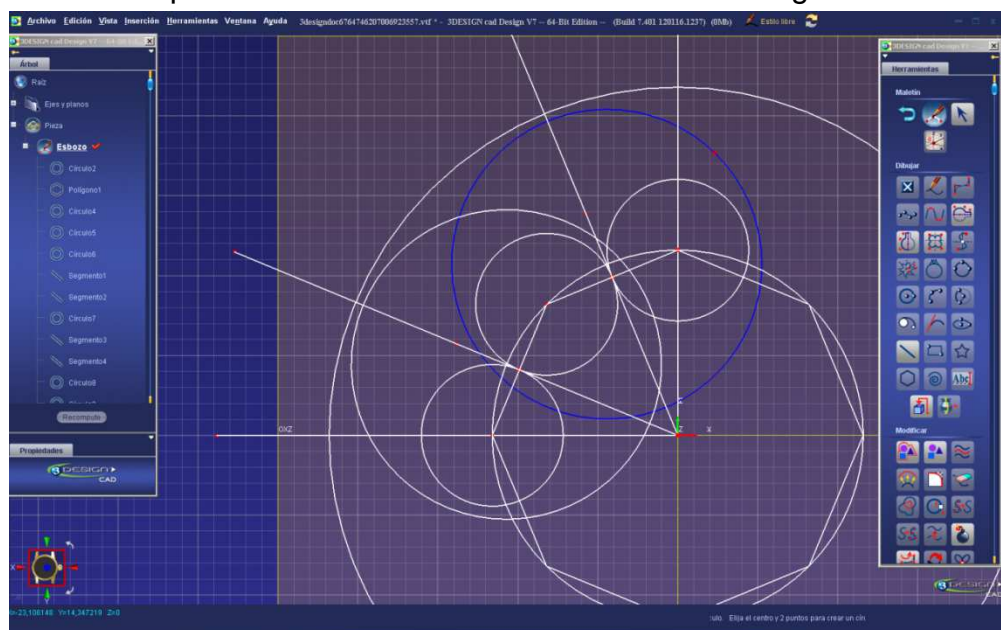


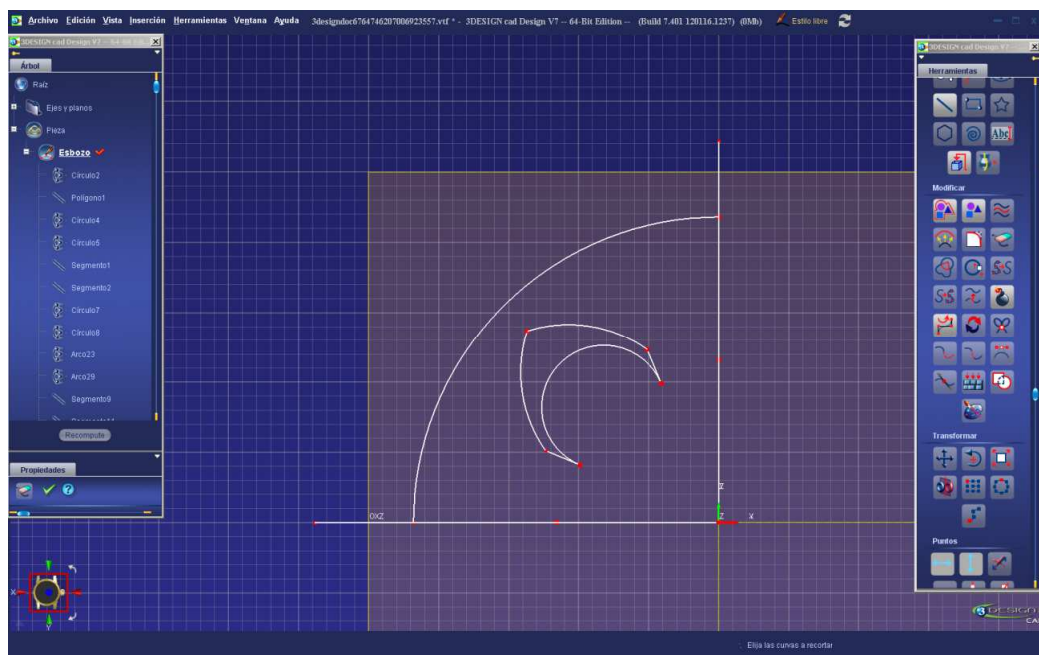
6. Creació del model amb 3Design

6.1 Procés de creació del model 2D

El primer que s'ha de fer és obrir el programa i crear un nou projecte. Un cop dins el programa s'ha d'anar a l'apartat 2D i un cop allà escollir el pla amb el que vols treballar. A continuació, es comença a crear la peça amb el programa. Primer de tot vaig començar a fer les fulles de la flor interior. Per fer-la s'han d'utilitzar les eines de l'apartat *Dibuixar* com són la circumferència, línies... Un cop es tenen copiades totes les línies necessàries s'aconsegueix un dibuix així:



Un cop es tenen totes les línies, s'ha d'agafar l'eina d'esborrar línies i s'esborren totes les línies que no siguin útils. Tal i com vaig treballar jo, només vaig dibuixar una de les vuit fulles per després fer-li una duplicació circular i estalviar-me temps.



Un cop s'han esborrat totes les línies que no servien per res, es seleccionen les



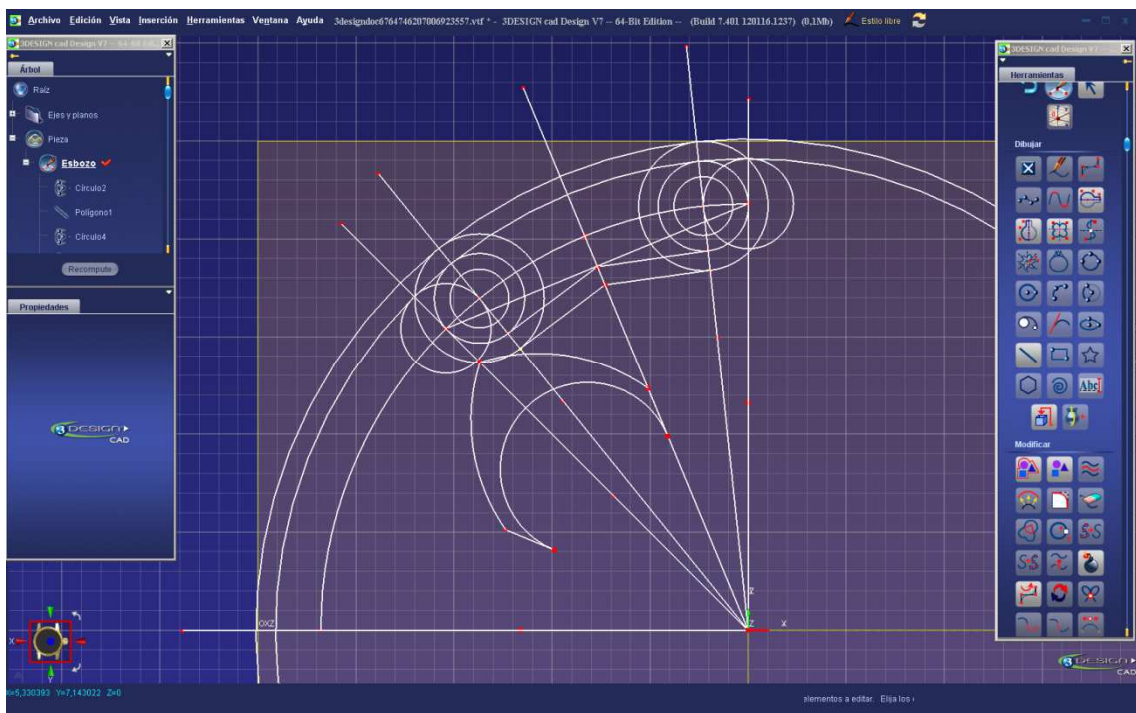
línies que formen la fulla i es clica al botó que uneix línies (). Fent aquest pas se'ns uniran totes les línies en una sola, i això permetrà que quan li apliquem la duplicació circular no ens doni tants errors. (Per saber si totes les línies estan ben unides només hi ha d'haver un punt vermell en una de les puntes de la fulla).

Un cop acabada aquesta part del dibuix 2D, s'ha de tornar a clicar al botó del



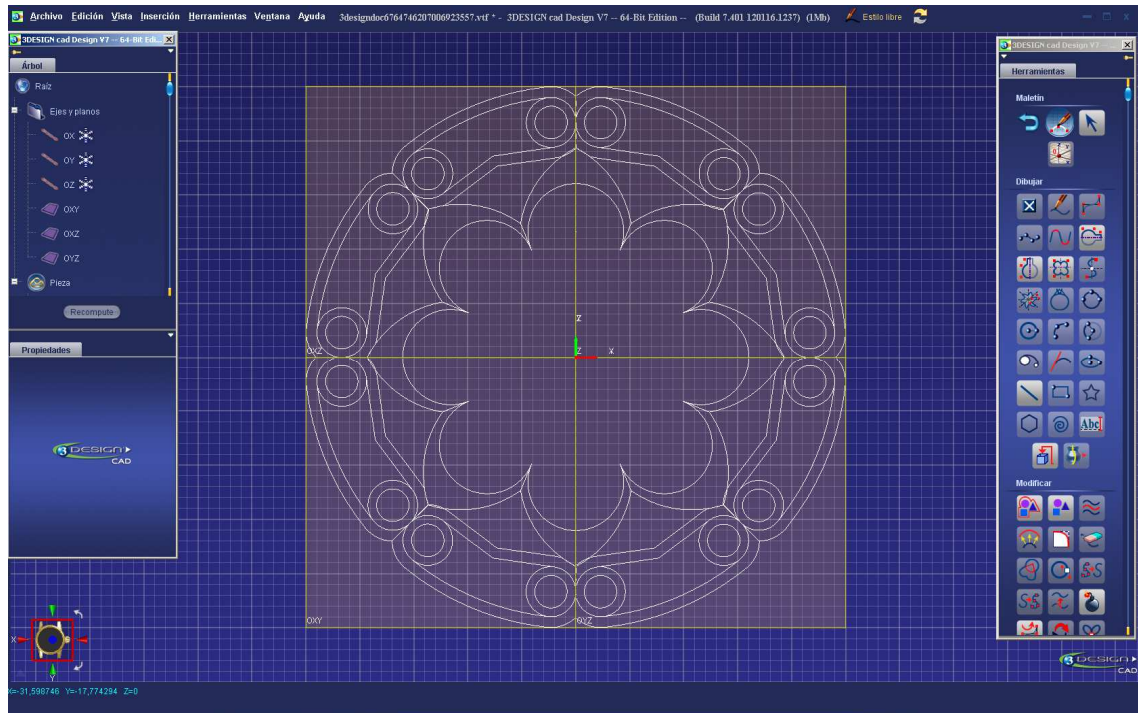
2D () i se'ns crearà un nou esbós on se'ns guardaran totes les línies que crearem a part de les que hem estat fent fins ara, perquè així les podem diferenciar més ràpid. Un cop tenim obert un altre esbós s'ha de fer el mateix que hem fet amb la part anterior, s'han de copiar totes les línies necessàries amb les eines de *Dibuixar*.

Un cop passades totes les línies, queda això:



Un cop passades totes les línies, s'ha de repetir el mateix procés seguit anteriorment. Primer s'esborren totes les línies que no són necessàries i a continuació es seleccionen totes, per clicar el botó d'unir línies i ens quedarà el dibuix 2D d'aquest tros de peça tot unit.

Un cop obtingudes les dues peces, se'ls hi ha d'aplicar una duplicació circular a cada una de vuit repeticions i el model ens queda així:




Un cop ja es té tota la peça, només s'han de rectificar els últims detalls. Primer de tot s'han de tornar a borrar totes les línies que fan falta i després tornar-les a unir perquè ens quedi tot com una única peça.

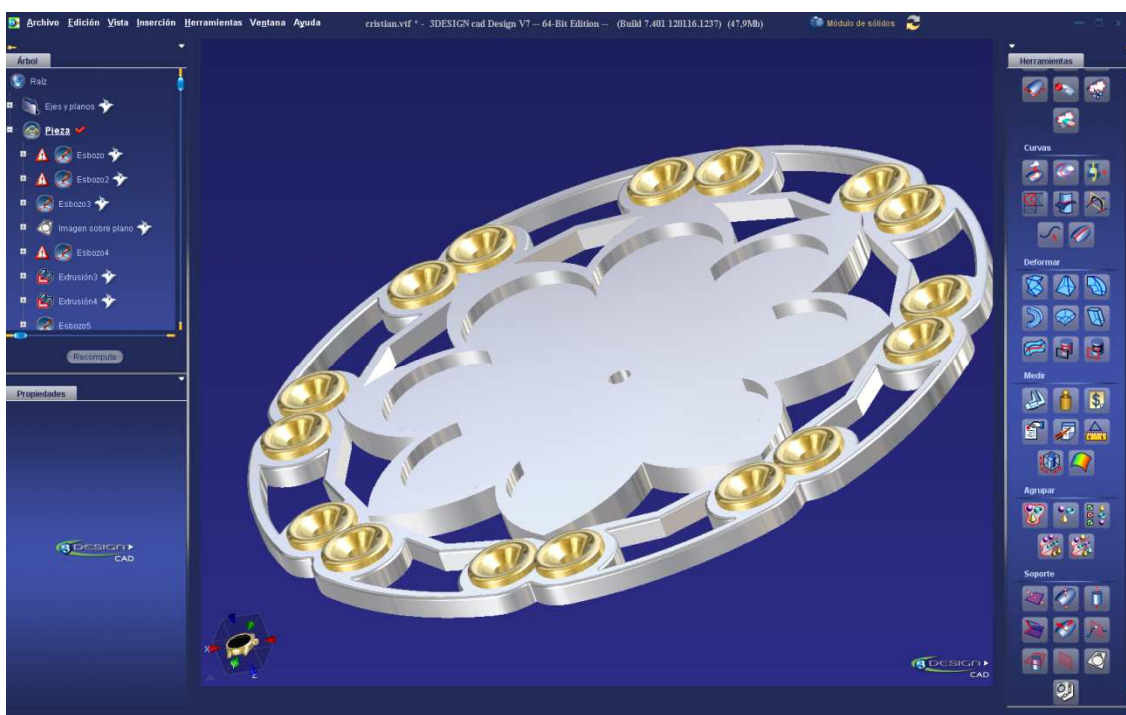
6.2 Procés de creació del model 3D

Un cop ja tenim el model amb 2D, l'únic que s'ha de fer és sortir de l'apartat 2D i entrar l'apartat 3D (apartat principal). Un cop dins, s'han de seleccionar les línies segons l'altura que tindran. Per exemple la flor que primer s'ha de seleccionar les línies interiors i exteriors, després es clica a l'eina *Extruir* i se li dóna l'altura que es vol a la peça. Més tard, només es seleccionen les línies exteriors de la flor, per crear la planxa que té en el seu interior, i es torna a repetir el mateix procés però aplicant-hi una altura diferent. I a continuació es repeteix el mateix però amb la peça exterior.


Un cop es tenen extruïdes aquestes dues peces s'han de fer les peces on aniran recolzades i subjectades les gemmes. Per a fer aquesta peça ja hi ha una eina específica dins del *Taller Joier* que et permet fer-la molt ràpidament.


Només s'ha de fer clic a l'eina  , i escriure el diàmetre de la pedra (3mm), el diàmetre exterior d'aquesta peça i l'altura màxima d'aquesta.

Finalment abans d'acabar la peça, es dibuixa una rodona en la part central de la planxa de la flor en l'apartat 2D amb un diàmetre d'un mil·límetre i a continuació a l'apartat 3D se li dóna el gruix, que serà el negatiu del de la planxa. (Aquest forat servirà perquè el trèvol va amb un material diferent i es fondrà a part, més tard s'unirà amb la peça i ja tindrem marcat el centre).




Un cop acabada la part geomètrica de la peça, només quedava fer els últims detalls. El primer que vaig fer va ser l'espiral superior, per fer-lo hi ha una eina

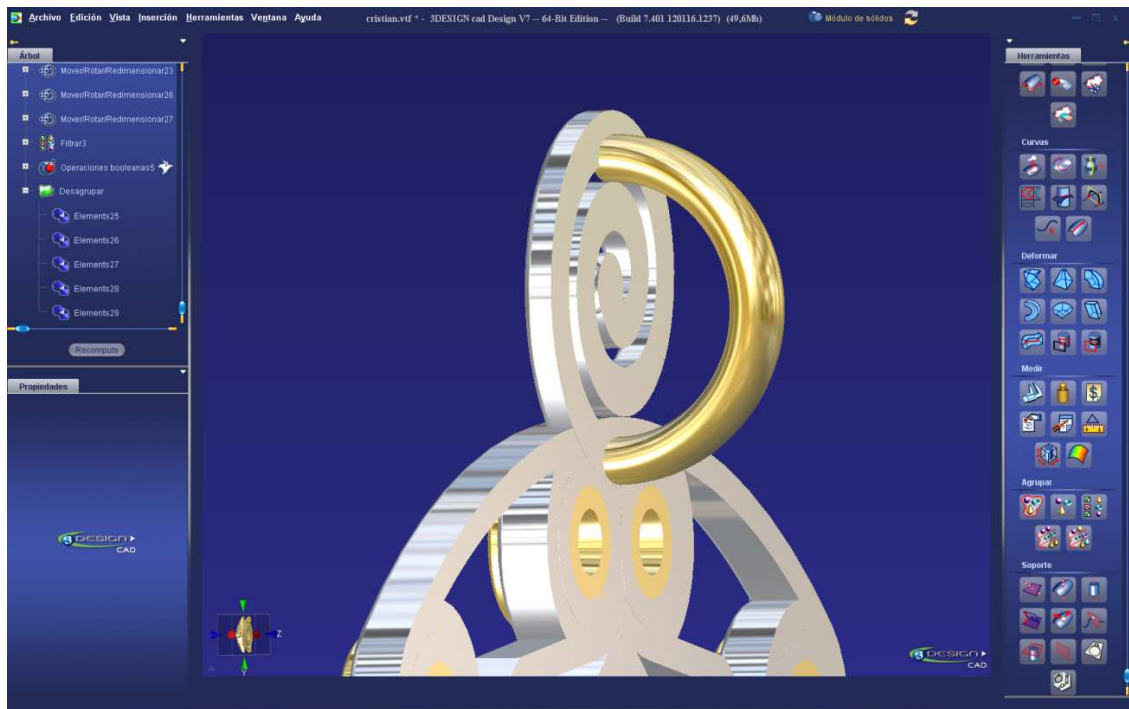
especial en el 2D que genera els espirals de la mida que tu vulguis(). Un cop fet, s'ha de moure fins a unir-lo amb la peça just en el lloc on es vol (per unir-lo vaig utilitzar l'eixa d'unió de booleans de l'apartat 3D). Però com és normal la punta interior de l'espiral no queda arrodonida sinó que queda com

un tall recte molt lleig, i el que vaig fer va ser crear una esfera petita (eina ) i col·locar-la en la punta interior. Aquesta boleta petita quan la peça estigui acabada no es veurà perquè serà llimada a la mateixa altura que l'espiral i la seva única funció es deixar aquella punta arrodonida. Tot aquest procés queda així:



Un cop acabat l'espiral només quedava fer la peça que va darrera d'aquest, per on passarà el collar. Per fer aquesta peça vaig crear una anella en l'apartat 3D

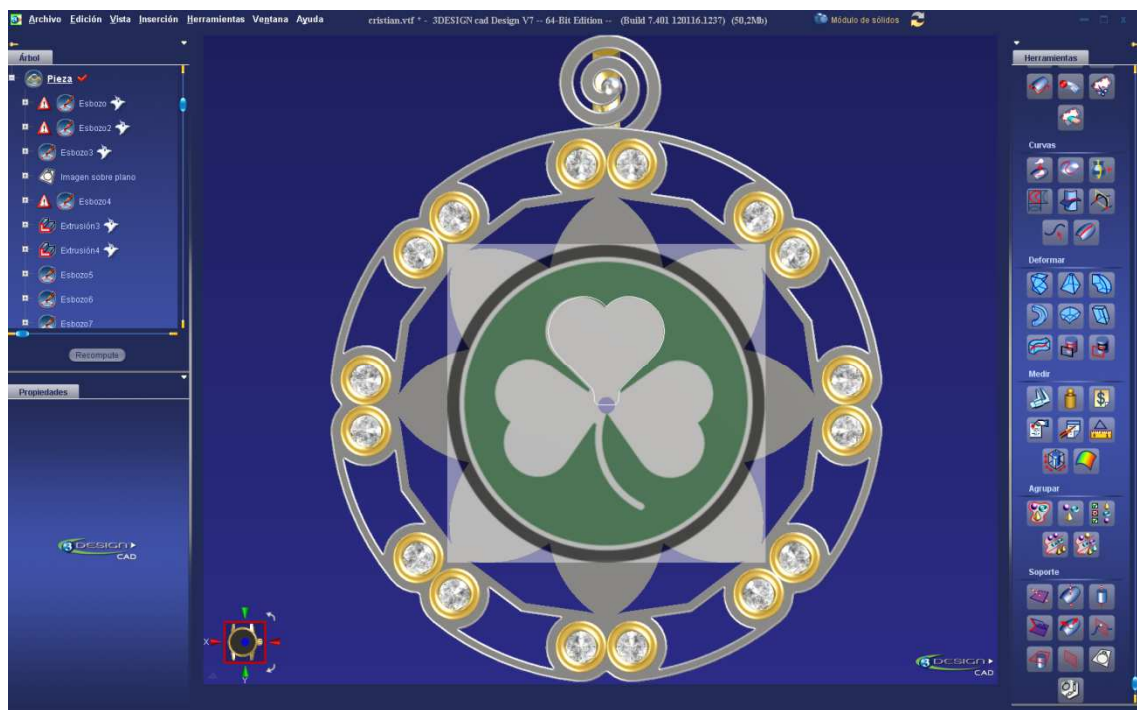
() del programa i la vaig dividir per la meitat. Un cop obtinguda aquesta peça, vaig seguir el mateix procés de moure-la i unir-la que havia fet amb l'espiral. I el resultat va ser aquest:



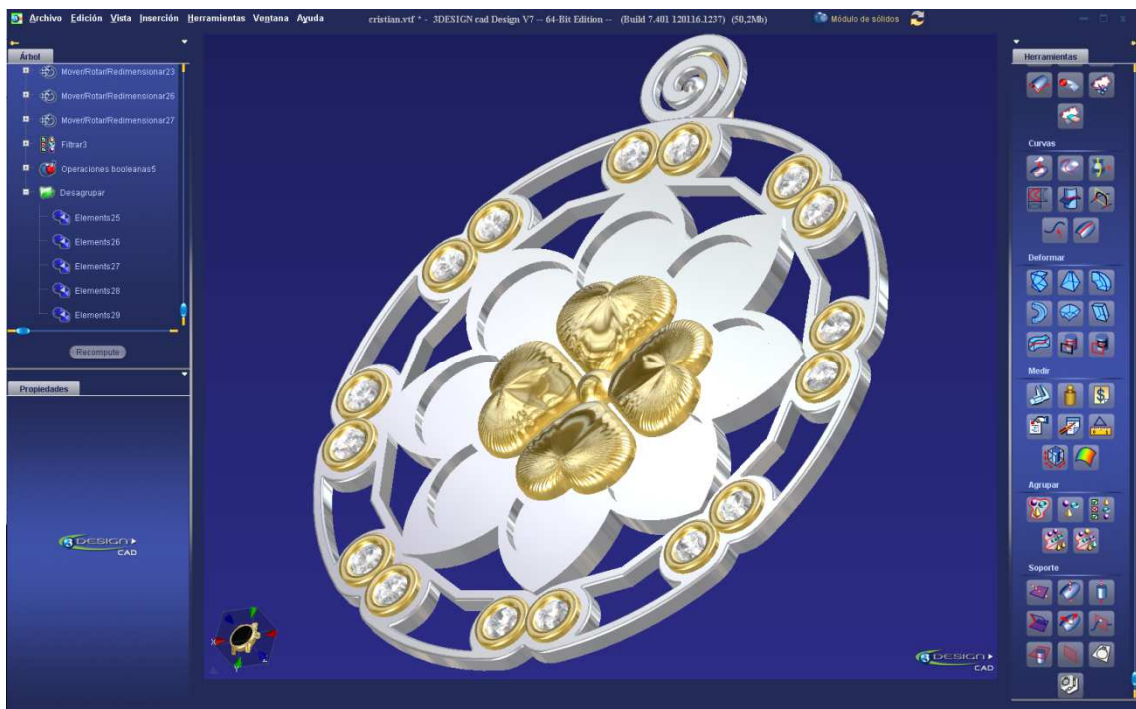
Per últim l'únic que quedava per fer era el trèvol, la part més important i significativa de la peça. Per fer-lo s'havia d'utilitzar el 3Shaper, però abans el que vaig fer va ser aprofitar un dels útils recursos del programa que és agafar una imatge i posar-la en el pla en que estàs treballant. En aquest cas vaig agafar la imatge del trèvol que havia escollit anteriorment i la vaig col·locar en el pla en que estava treballant amb 2D. I a continuació vaig resseguir la imatge



del trèvol amb l'eina .



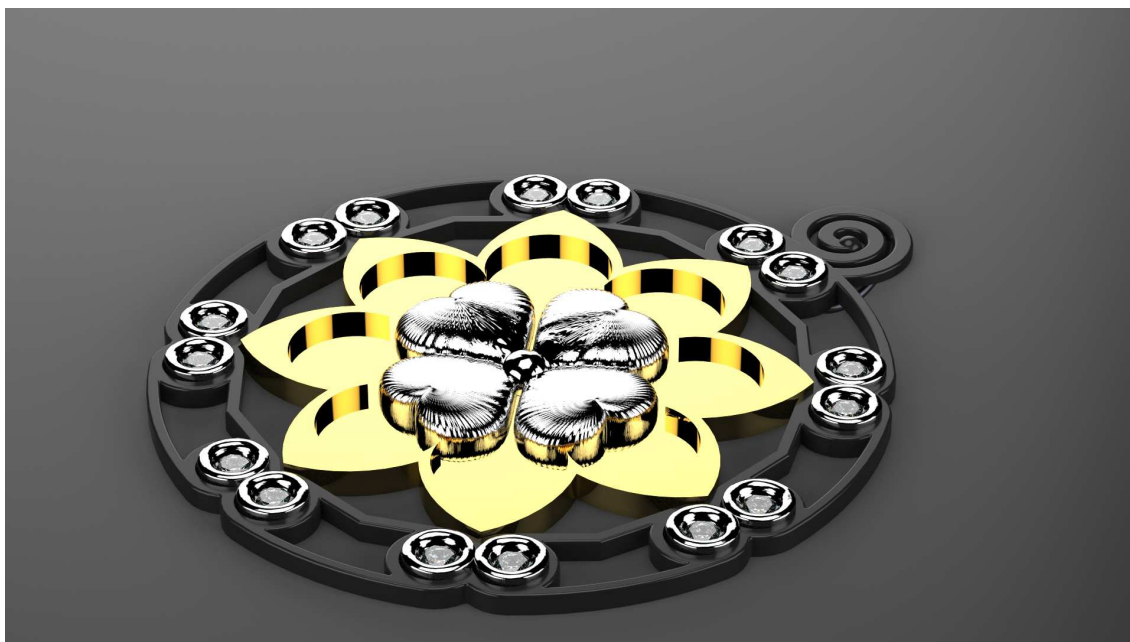
Un cop resseguida una fulla del trèvol, vaig fer els mateixos passos que havia fet anteriorment en el 2D, vaig fer una duplicació circular a la peça per obtenir la forma del trèvol de quatre fulles. A continuació s'han d'esborrar les línies que sobren i unir les bones. Un cop acabat aquest procés s'ha de seleccionar la línia que fa la forma de trèvol i després clicar a l'apartat de 3Shaper. Un cop dins d'aquest apartat es pot decidir l'altura de la peça i modificar algunes de les altures com si estiguessis modelant amb plastilina, amb això em vull referir que li pots donar la forma que tu vols. Finalment s'ha de crear una esfera en l'apartat 3D i es col·loca en el centre del trèvol. El resultat del penjoll acabat i amb les pedres posades es aquest:



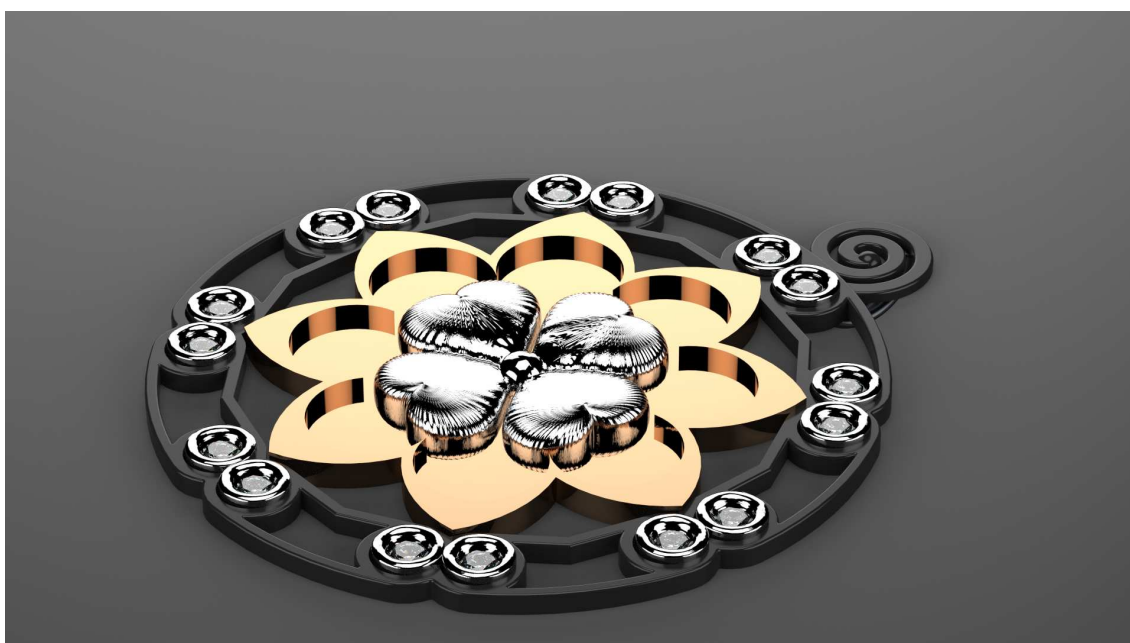
6.3 Renders amb el programa

Primers renders:

Els primers renders que vaig fer van ser per veure la diferència que hi ha entre el coure i el llautó, més que res era per fer-me la idea de com eren més o menys les tonalitats de cada metall. I aquestes són les imatges que em van ajudar a decidir que volia utilitzar coure:

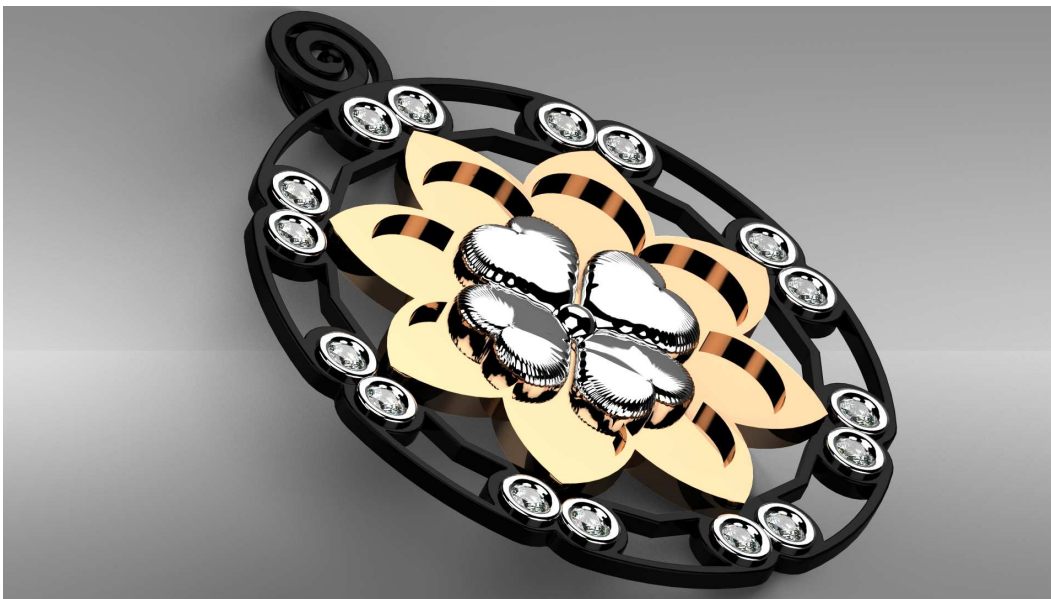


(Imatge del penjoll amb la flor de llautó)



(Imatge del penjoll amb la flor de coure)

Altres renders:



7. Magics

7.1 *Magics*

Magics es basa en la preparació dels arxius en format .STL per a impressió en 3D, normalment utilitzant altres programes pots tardar molt temps i a més necessiten un treball complex per saber reparar les peces.

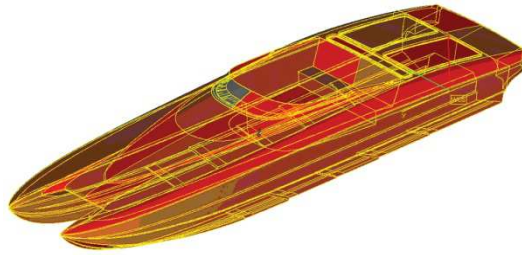


Materialise una empresa que es dedica a millorar aquests processos, va crear un programa de generació ràpida de prototips el qual s'anomena *Màgics*, aquest permet importar una àmplia varietat de formats CAD (ja pot ser .STL, .OBJ...) i exportar els arxius en format .STL llestos per a generar el prototip ràpid. I també perquè més tard sigui més fàcil d'acabar i la peça quedi més ben finalitzada.

L'aplicació *Magics* inclou la reparació i l'optimització de models 3D, l'anàlisi de les seves parts, fent els canvis relacionats amb el procés de disseny en els seus arxius .STL, el disseny d'accessoris, documentació dels seus projectes, planificació de la producció i molt més. És fàcil de fer servir gràcies a la seva interfície d'usuari fàcil, així com les avançades i automatitzades funcions de fixació d'arxius .STL i la seva optimització. Per això *Magics* és una de les solucions líders per a la creació ràpida de prototips i fabricació 3D. Aquest programa no només és utilitzat dins el món de la joieria sinó que s'utilitza generalment en qualsevol empresa en que sigui important la modelació i la impressió en 3D.

Any rere any, l'empresa segueix millorant el famós programari *Magics*, creant noves i millors versions, entre les quals la més recent és *Magics*¹⁷, feta per satisfer les expectatives dels clients més importants i exigents. Amb *Màgics* orientat al procés de flux de treball, l'usuari sistemàticament és guiat a través de totes les operacions de:

1. Importar arxius:



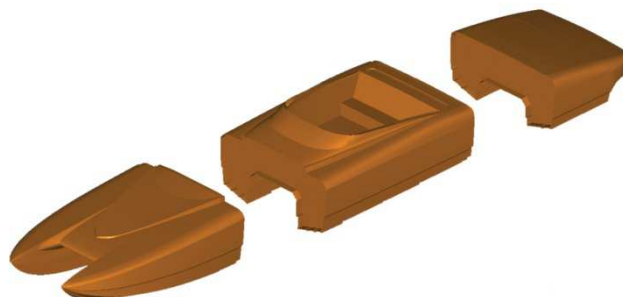
Amb *Magics*, es poden importar gairebé tots els formats d'arxius relacionats amb estructures 3D i amb la informació del color amb el qual està pintat, i també es manté el control de les seves dades originals.

2. Fixar i preparar arxius



L'editor AWL de *Magics* permet corregir els problemes, així com crear dades i accessos directes per adaptar-se al flux de treball de cada usuari. Tot i això en una interfície fàcil d'utilitzar.

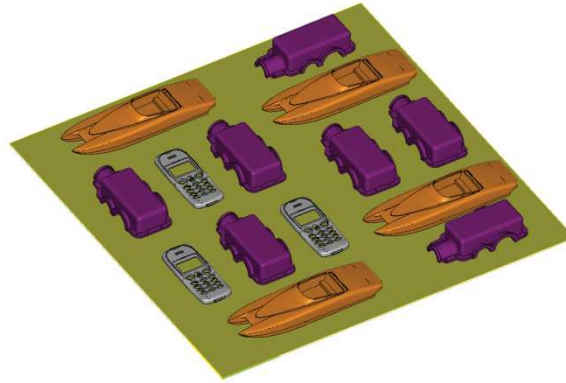
3. Millorar i editar dades:



Amb l'editor de màgics STL, també es poden portar els dissenys a un nivell superior: afegint-hi logos, números de sèrie, crear les parts buides d'una

manera més ràpida, aplicar textures, i realitzar unions de diferents parts i talls avançats molt més fàcil i ràpidament que altres softwares.

4. Preparar el models dins la plataforma:



Magics té les eines que es necessiten normalment per duplicar parts/ peces, d'orientar-les de la millor manera per no deixar zones buides on no es treballi.

5. Imprimir millors peces:



Magics s'assegura que imprimeixes només les millors parts, i sinó el propi programa te les retoca perquè siguin millors. També et permet veure talls, detectar col·lisions, generar plataformes e informes útils.

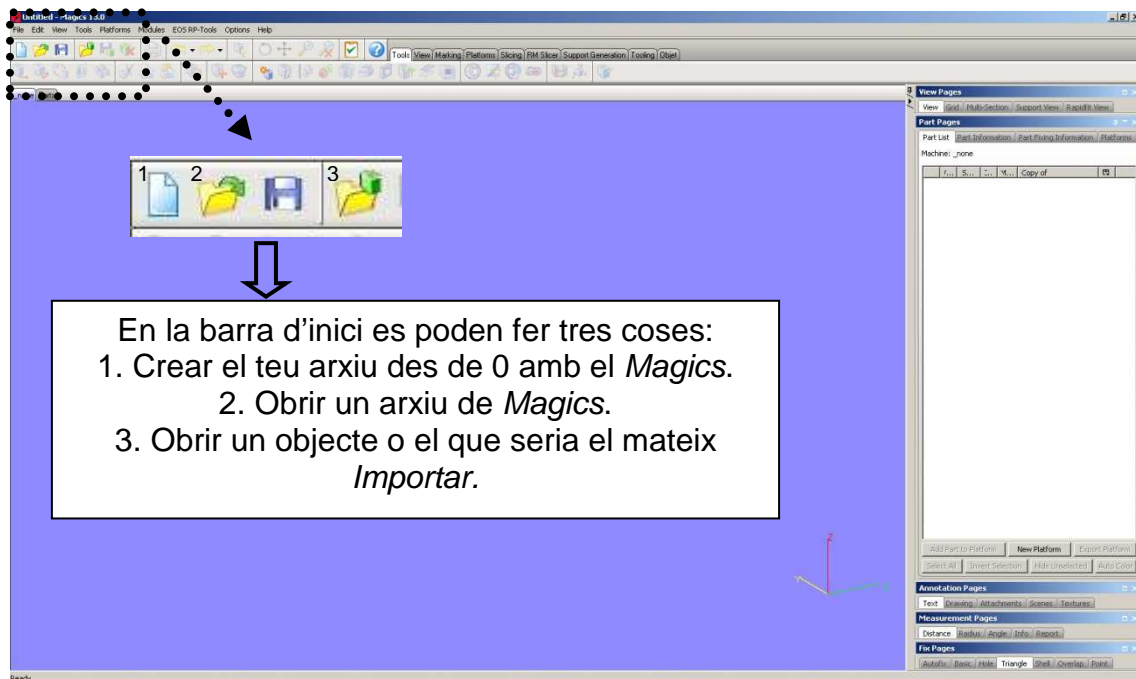
7.2 Rectificació de la peça

En aquest cas, de totes les funcions que té el programa *Magics* només utilitzaré la de retocar i millorar l'arxiu .STL, ja que posteriorment utilitzaré aquest arxiu per introduir-lo en els softwares de les màquines de fer prototips i necessito que la STL estigui bé i sense errors.

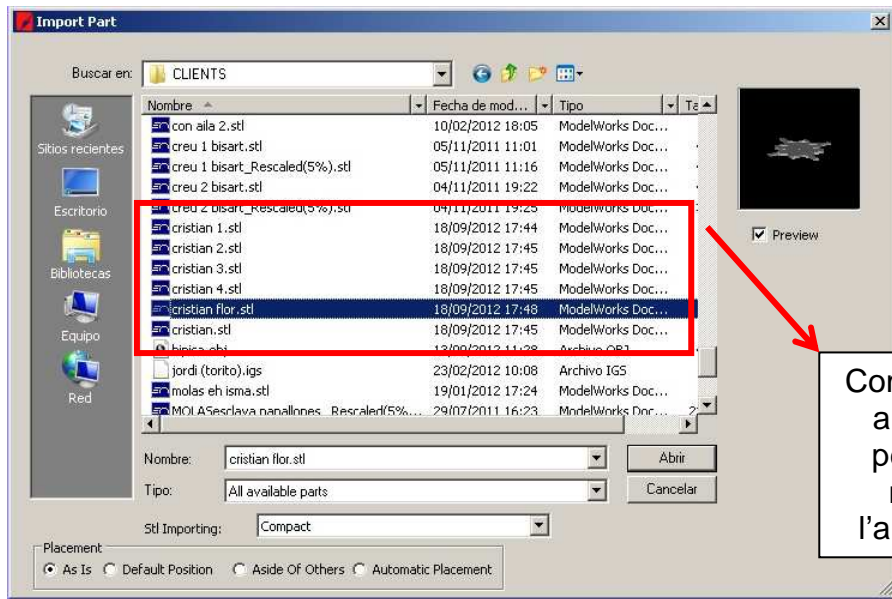
Per començar s'ha d'obrir el programa, en aquest cas utilitzaré la versió 13.0 que és la que els joiers tenen comprada, i per l'ús que es dóna al programa aquesta versió ja serveix.



Un cop obert el programa ens trobem aquesta pantalla:

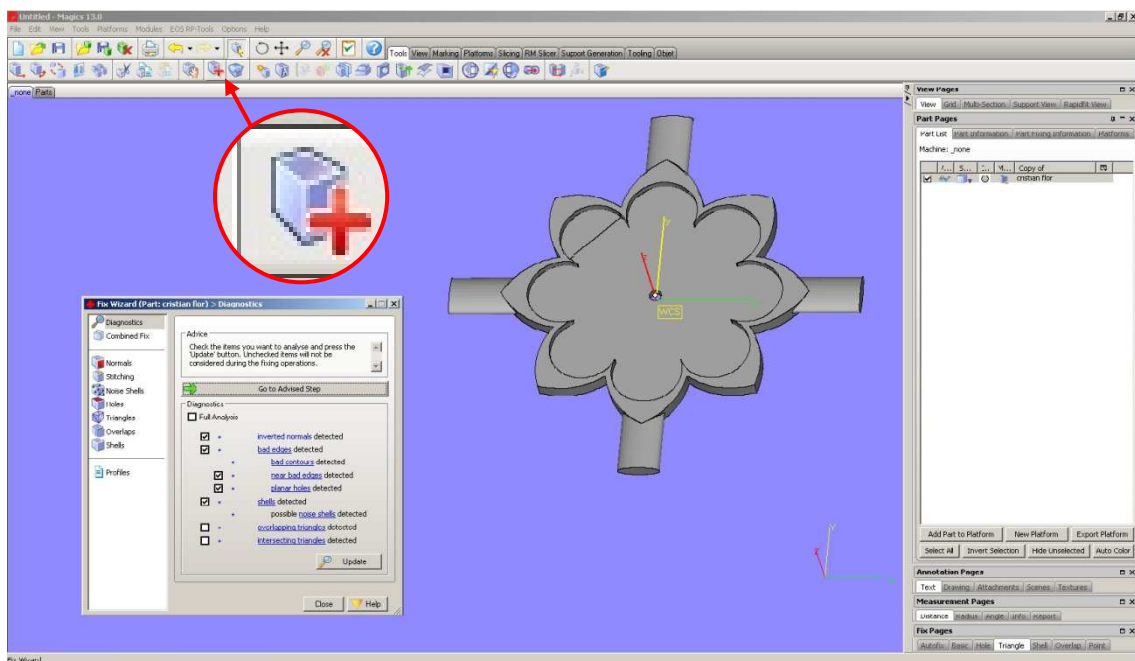


En el meu cas i en la majoria dels casos s'ha de clicar a la pestanya d'importar un objecte, i un cop has clicat la pestanya, s'obre com en qualsevol altre programa, una finestra que et demana quin arxiu vols obrir:



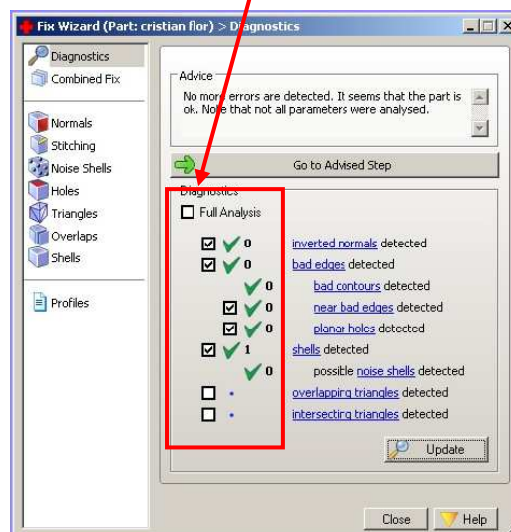
Alhora d'importar arxius no fa falta anar important els arxius d'un en un, sinó que es poden importar tots de cop i després un cop a dins del programa es pot seleccionar amb quin arxiu vols treballar (només es pot treballar amb un arxiu, però en el programa pots tenir carregades les altres parts per més tard). La manera més fàcil de treballar és anar important els arxius d'un en un i així no hi ha confusions, i no es creuen arxius.

Un cop carregada la peça es desbloquegen moltes de les eines perquè puguin ser utilitzades:

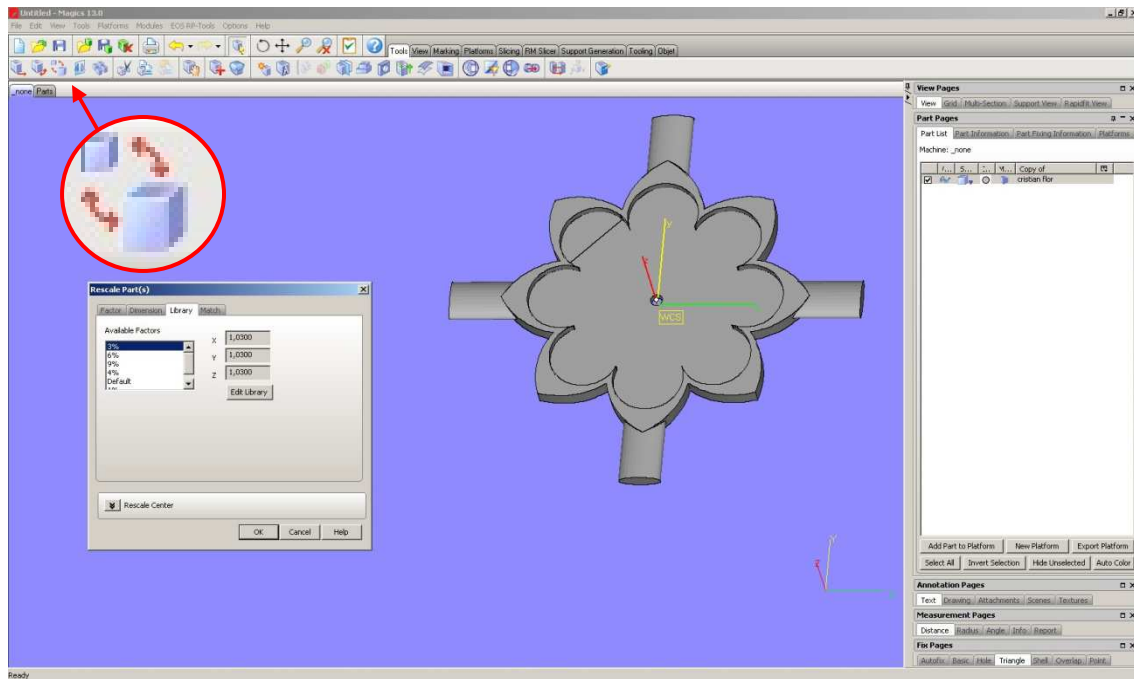


Ara un cop tens la peça, i tens totes les opcions desbloquejades s'ha de clicar el botó *Reparar* (que és el que està marcat amb una rodona de color vermell). Un cop clicat aquest botó se't desplega una pestanya com la que hi ha la part baixa esquerra de la imatge.

El que s'ha de fer un cop oberta la pestanya és: primer fer una revisió dels errors que té la malla de la peça, això es fa clicant a la *lupa/update*, un cop clicat aquest botó ens indica els errors, i perquè el programa els solucioni sols s'ha de clicar la fletxa *verda/go to advised stop*. A continuació el programa tot sol soluciona els errors de la malla. El que pot passar a vegades és que no tots els errors es solucionin a la primera, així que s'ha d'anar repetint aquest procés fins que aconseguim que la peça estigui perfecte, i els programa ens ho indicaria així:

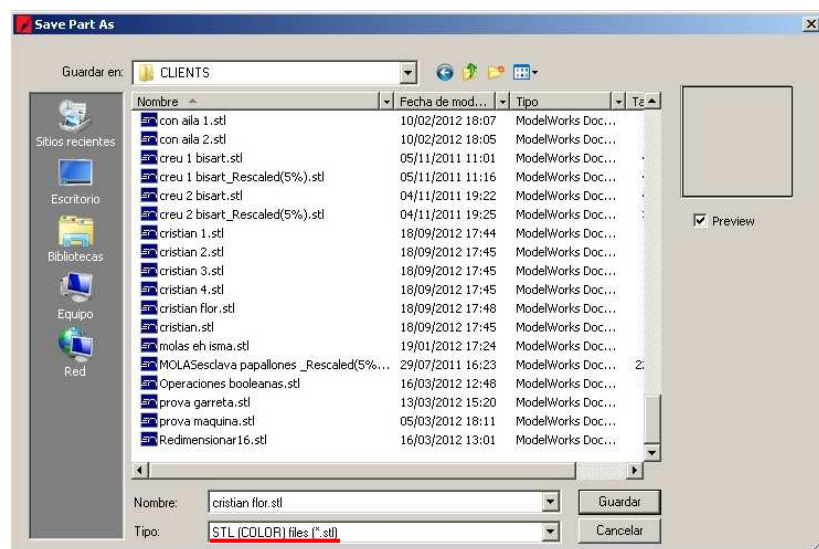


Un cop hem finalitzat aquets procés, la peça ja estaria apunt per ser guardada un altre cop en arxiu STL i poder-la passar a la màquina d'impressió 3D, però abans de fer-ho segons el tipus de peça que es faci s'ha de fer un altre pas. Si la teva peça serà única i no hi hauran còpies, ja es pot guardar, però si la peça serà produïda en grans quantitats s'ha d'augmentar tota la peça un 3,4 o 5% ja que al ser produïda moltes vegades i haver de passar per molts processos al final la peça es redueix una mica. I per fer-ho s'ha de fer això:



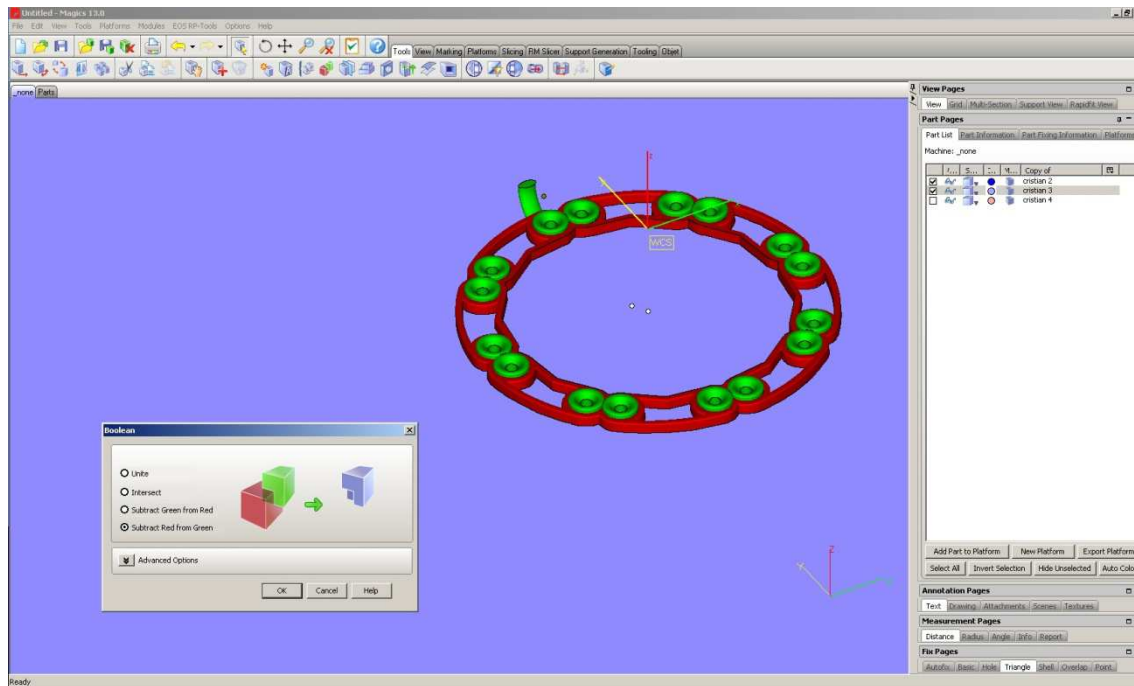
Es clica al botó *Escalar* i un cop oberta aquesta finestra apareixen diferents opcions, i depenen el tipus de peça, s'augmenta un 3,4 o 5%. En aquest cas els valors ja venen preestablerts i només s'ha de seleccionar l'augment que se li vol donar a la peça i clicar a *OK*.

Ara sí, un cop acabat aquest procés ja es pot guardar la peça. Però no es guarda com normalment tots els arxius a *Guardar como*, sinó s'ha de clicar a *Guardar parte* como, ja que sinó, no ens el guarda com un arxiu STL i no el podríem introduir dins dels programes de mecanitzats.



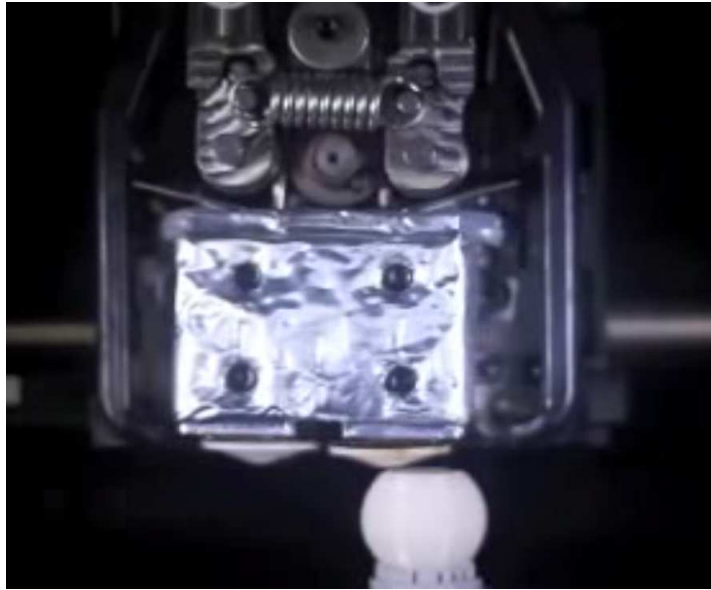
Altres opcions:

A vegades amb el programa 3D amb el que es creen les peces no ens deixa exportar arxius molt grans com poden ser peces amb molts detalls o amb moltes pedres. El que es fa en aquests casos és que s'exporten les diferents parts de la peça per separat i un cop dins del *Magics* hi ha una opció d'unir les peces i després reparar-les un cop unides. Per fer-ho s'han d'importar els tots els arxius alhora i pressionar el botó amb un quadrat verd i un altre vermell o clicar a l'opció *Operació de booleanes* dins de les opcions. Un cop clicat se'n obra una finestra que ens demana quina de les operacions de booleanes es vol fer, es clica a la d'unir i OK. Un cop acabat aquest procés s'ha de reparar la peça... (seguir els passos explicats anteriorment).



8. Estudi de les maquines de fer prototips

8.1 Impressió 3D



(Exemple d'una impressora 3D fent una bola).

L' impressió 3D és un grup de tecnologies de fabricació per addició, on un objecte tridimensional es creat mitjançant una successió de capes de material. Les impressores 3D són normalment més fàcils, ràpides i més avançades que altres tecnologies de creació de peces 3D.

Les impressores 3D ofereixen als desenvolupadors del producte, la capacitat d'imprimir parts, muntatges... fets de diferents materials. Les tecnologies més avançades d'impressió 3D, ja ofereixen models que poden servir com a prototipats de productes. (Aquest és el cas del món de la joieria i del dental on ja hi han màquines creades especialment per aconseguir prototipats).

Una dada obtinguda l'any 2003 indicava que hi havia hagut un gran creixement en la venda d'impressores 3D, ja que s'han anat introduint dintre de diferents sectors i han satisfet les necessitats dels clients. Aquesta tecnologia la poden trobar en el camp de la joieria del calçat, arquitectura, educació...

Mètodes d'impressió 3D:

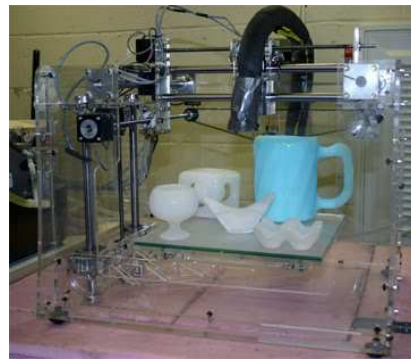
Un gran nombre de tecnologies en competència estan disponibles per la impressió 3D, les seves diferències es troben en la forma en la que les diferents capes són utilitzades per crear peces. Alguns mètodes utilitzen

l'estovament o la fusió del material per fer les capes i altres dispositen materials líquids que són curats amb diferents tecnologies...

Cada mètode té els seus avantatges i inconvenients, per això hi han companyies que ofereixen diferents màquines perquè el client esculli la que compleixi els seus requisits.

D'impressió 3D troben aquests tipus:

- Impressió per injecció: és un mètode de impressió 3D consisteix en el sistema d'impressió per injecció. La impressora crea el model de capa en capa escampant una capa de pols (plàstic o resines) i s'injecta un coalligan per injecció a la secció de la peça. El procés és repetit fins que totes les capes s'han imprès.
- Impressió digital per llum
- Modelat per deposició de fundent.
- Fotopolimerització.
- Impressió amb gel: (imatge)→



Acabats:

A diferència de l'estereolitografia, l'impressió 3D per injecció està optimitzada per obtenir velocitat, baix cost i facilitats en l'ús, tot això fa d'ella una tècnica molt útil per etapes primerenques de disseny. No són necessaris materials químics ni tòxics com els utilitzats en estereolitografia i és necessari un mínim de treball de post-impressió per l'acabat, l'única necessitat es el bufat de pols sobrant després del procés d'impressió, o la retirada de material suport (cera) en unes altres tècniques en la qual la peça és extreta de la màquina. Es disposa dins uns recipients plens d'oli calent que fon la cera de suport, fent que quedi únicament la peça final (prototip).

Resolució i tolerància de d'impressió

Aquests normalment són els termes que més interessen als compradors i futurs clients d'aquestes màquines, ja que segons el sector en el que treballin necessitaran o no una certa definició.

En aquests casos, en totes les pàgines web de fabricants d'impressores 3D, es recomana que es truqui al fabricant i que la gent s'informi bé del que està comprant, ja que són màquines bastant avançades tecnològicament i que tenen un cert preu al mercat.

Ús domèstic:

Han existit diferents empreses, a vegades relacionades entre si, per desenvolupar i crear impressores 3D adequades per l'ús a casa, i aconseguir que aquesta tecnologia estigués disponible a preus assumibles per el públic (normalment per a gent que la té com a hobby i no forma part de cap empresa).

Exemple:

- *RepRap*: és un projecte que intenta desenvolupar una impressora 3D de codi obert gratuït FOSS, les especificacions completes són distribuïdes sota la Llicència Pública; aquesta impressora pot copiar algunes parts de si mateixa. A novembre de 2010, que són les últimes dades que es coneixen, la RepRap pot únicament imprimir les seves parts plàstiques. Des de llavors s'està duent a terme un desenvolupament per dotar el dispositiu de la capacitat d'imprimir les seves pròpies plaques de circuits també, així com les seves peces de metall.



El preu de la *RepRap* és de 1,003€ sense muntar i 1,203€ muntada.

8.2 T76 *plus*

T76 *plus* és el model de la màquina de fer prototips 3D especial per joiera que he utilitzat. La T76 és una de les màquines de la marca *Solidscap*e, fabricant líder en tot el món del sistema de modelat ràpid d'alta precisió en el mercat.

Aquesta i les altres màquines *Solidscap*e, van ser creades per ser utilitzades dins d'oficines, tallers de clavat... on normalment el soroll de la màquina no és molt alt. També van ser creades perquè tinguessin el mínim manteniment possibles i la pogués utilitzar qualsevol persona.

Les impressores de *Solidscap*e es comercialitzen a tot el món, i no només dins del sector de la joieria sinó que s'utilitzen en altres sectors com l'odontologia, automòbil, instruments mèdics i molts altres sectors on la precisió i el modelatge són una cosa important. A continuació hi ha un quadre on es pot veure en quins sectors pot treballar el model T76 *plus* i les seves germanes:

Mercats / Productes	R66 [®] <i>plus</i>	T76 [®] <i>plus</i>	D76 [®] <i>plus</i>
Aeroespacial		•	
Automotor		•	
Dental / Laboratori			•
Dentals / Ortodòncia		•	
Institucions Educatives	•	•	•
Electrònica		•	
Joieria / Manufactura		•	
Els minoristes de joieria	•		
Metge / Ortopèdia		•	
Articles esportius		•	
Joguines		•	

Tecnologia Solidscape

La tecnologia que utilitza *Solidscape* és l'anomenada SCP, patentada per la pròpia empresa, i desenvolupa un rendiment del 25% segons el model. Aquesta tecnologia es basa en la injecció de cera, capa a capa, per crear el model desitjat.

Explicant aquesta tecnologia perquè tothom la pugui entendre, aquesta màquina funciona així:

Primer de tot, s'ha de tenir un model (en el meu cas el penjoll) en format STL o SLC que es genera en el *3Design*, un cop tens aquest arxiu i s'ha corregit amb el programa explicat anteriorment (*Magics*), s'obra l'arxiu en el programa de la màquina *Modelworks*. Un cop l'arxiu està obert s'ha de col·locar dins de la zona de treball que tu vulguis i també s'ha d'escollir la seva posició, acabat això es tria la precisió que vols que tingui la màquina i automàticament el programa genera un arxiu que només llegeix la màquina on hi ha indicat el número de capes que ha de fer, la zona on ha de pintar...

Un cop generat aquest arxiu, l'introduïm dins de la màquina a través d'un PEN, abans de que es posi a funcionar es essencial calibrar els injectors perquè pinti cera als llocs on toca.

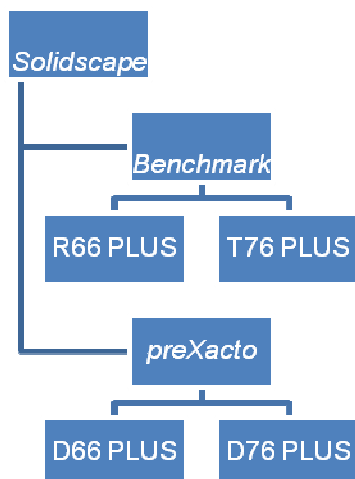
La tecnologia que utilitza aquesta màquina, implica utilitzar dos tipus de cera, una que és més resistent a la calor i amb la que es fa la peça, i un altre que es desfà més ràpid a altes temperatures i que és la que s'utilitza de suport al voltant de la peça perquè sigui un bloc sòlid i no es trenqui fàcilment fent que a cada capa pinti de dos colors. Finalment un cop pintada la capa, la màquina deixa refredar la cera injectada i posteriorment un cúter rodó talla la cera a l'altura indicada segons la precisió seleccionada (quant més fina és la capa més precisió).

Quan la màquina ha acabat s'extreuen les peces de la màquina, i amb l'ajuda d'uns olis especials calents a una temperatura determinada es fon la cera de suport perquè quedi finalment la peça només amb la cera més resistent a la calor.



Models:

Com he indicat anteriorment hi han diferents models de màquina, però tots utilitzen exactament la mateixa tecnologia. Aquestes màquines són i es classifiquen així:



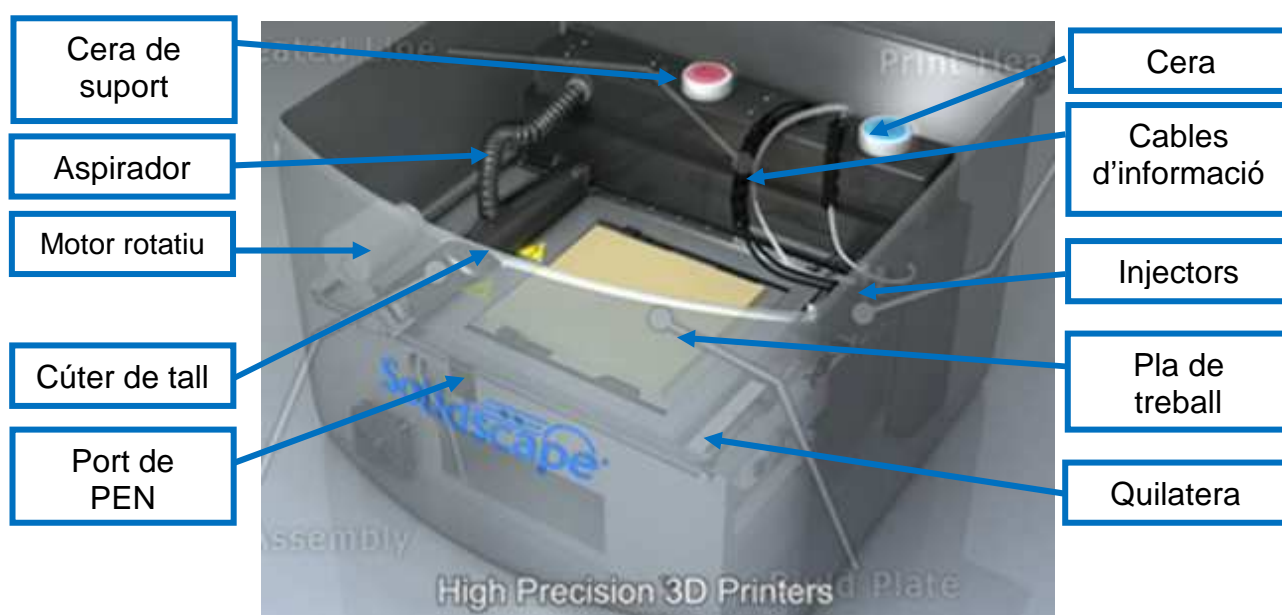
Les màquines *Benchmark* són creades per una finalitat joiera, en canvi les màquines *preXacto* estan creades per una finalitat dental, però les diferències es veuen millor en aquest quadre:

	<i>Benchmark Series</i>		<i>preXacto Series</i>	
Model	R66 PLUS	T76 PLUS	D66 PLUS	D76 PLUS
Mercats en que s'utilitza:	Joeries	Empreses de joieria	Laboratoris dentals	Laboratoris dentals
	Joieria amb molt detall	Joieria amb molt detall		
Velocitat de pintat:	Depèn de les dimensions, la geometria, i les capes de la peça			
Zona de treball (cm):	15,24x15,24x10,16			
Multicolor:	No	No	No	No
Garantia:	1 any	1 any	1 any	1 any
Software:	<i>ModelWorks</i>	<i>ModelWorks</i>	<i>ModelWorks</i>	<i>ModelWorks</i>
	<i>Click-It</i>	<i>Click-It</i>	<i>Click-It</i>	<i>Click-It</i>

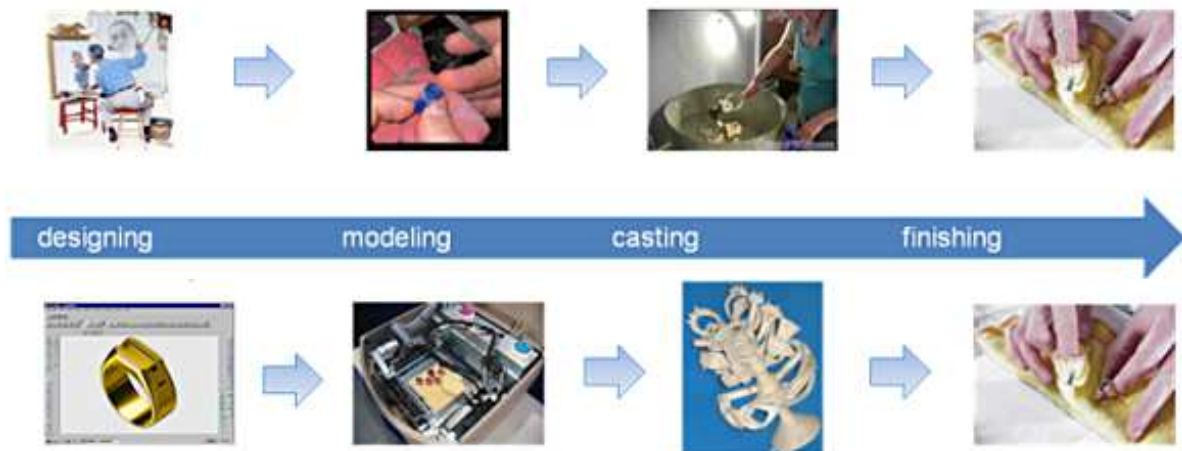
Especificacions més detallades de la màquina:

Pla de treball	15,2 x 15,2 x 10,1 cm
Petjada	54.86W x 40.77H cm x 48.92D
Pes	34 kg
Tensió	230V 50Hz AC amb circuit dedicat 10A
Temperatura ambient	16 ° a 27 ° C en un 40% a 60% d'humitat rang
L'eix Z de capa de generació	12,7-76,2 micres
Precisió	± 25.4µm en polzades per tota la dimensió XYZ
Superfície d'acabat	32-63 micro-polzades
Mida mínima que pot produir	254µm
Configuracions de precisió	12.7µ, 25.4µ, 38.1µ, 50.8µ, 63.5µ i 76.2µ capa build
Resolució	5000 x 5000 x 8000 XYZ
Operació desatesa	72 hores
Pantalla tàctil	SI
Els arxius d'entrada	. AWL. SLC

Parts de la maquina:



Diferència entre el treball manual i el *Solidscape*:



InduraCast:

InduraCast, és el material de construcció que s'ha utilitzat més entre els fabricants y els minoristes personalitzats. Desenvolupada per les seves propietats *Casting*, és el material de construcció que crea patrons de cera, ideals per després ser fosos sense problemes.



InduraFill:

Solidscape, fabricant d'impressores 3D d'alta precisió utilitzen *InduraFill*, material per generar automàticament una estructura de suport per protegir l'objecte durant el procés de construcció.

Quan la impressió s'ha completat, el treball es guarda de nou perquè el material *InduraFill* es dissol en una solució líquida, sense la necessitat de cap refinació manual.



Software:

- *Modelworks*, utilitza una interfície familiar de Windows. Permet seleccionar la resolució desitjada i permet triar gruixos variables en la configuració que és compatible amb el mateix model o patró. Genera automàticament l'estructura de suport del model i també la posició i l'orientació a la placa de construcció. Funciona amb un ordinador estàndard amb Microsoft Windows XP Professional o Windows Vista Business. *Modelworks* s'entrega amb *Solidscape* en les màquines T76 més , D76 plus i R66 plus .
- *Click-It* controla la deposició de material (Drop on Demand) que utilitza la propietat SCP, la qual permet als impressors oferir la més alta precisió en la indústria. *Click- It* s'entrega amb *Solidscape* en les màquines T76 més , D76 plus i R66 plus .

Llista de preus:

- R66 PLUS: 27.513,96€
- 776 PLUS: 35.231,76€
- D66 PLUS: 23.655,06€
- D76 PLUS: 35.231,76€
- Material *InduraCast* (413.903g):
- Material *InduraFill* (326.019g):
- Recanvi de cita per la quilatera: 10,05€

Fotografia de la màquina:



8.3 FRESADORA

Una fresadora és una màquina, eina, utilitzada per realitzar mecanitzats per arrencada de ferritja mitjançant el moviment d'una eina rotativa de tall anomenada fres. Mitjançant el fresat és possible mecanitzar tot tipus de materials com fusta, acer, fosa de ferro, metalls no fèrrics i materials sintètics, superfícies planes o corbes.

La diversitat de processos mecànics i l'augment de la competitivitat global han donat lloc a una àmplia varietat de fresadores que, encara que tenen una base comuna, es diferencien notablement segons el sector industrial en què s'utilitzin.

Així mateix, els progressos tècnics de disseny i qualitat que s'han realitzat a les eines de fresar, han fet possible l'ús de paràmetres de tall molt alts, la qual cosa comporta una reducció dràstica dels temps de mecanitzat i uns millors acabats.

Control numèric per ordinador a fresadores

Les fresadores amb control numèric per computadora (CNC) permeten l'automatització programable de la producció. La seva principal aplicació es centra en volums de producció mitjans de peces senzilles i en volums de producció mitjans i baixos de peces complexes. L'equip de control numèric es controla mitjançant un programa que utilitza nombres, lletres i altres símbols, per exemple, els anomenats codis G (que controlen el moviment i cicles fixos) i M (que controlen funcions auxiliars). Aquests números, lletres i símbols estan codificats en un format apropiat per definir un programa d'instruccions per desenvolupar una feina concreta.

Les fresadores universals modernes compten amb visualitzadors electrònics on es mostren les posicions de les eines, segons un sistema de coordenades, i així es facilita la lectura de cotes en els seus desplaçaments.

Existeixen diversos llenguatges de programació CNC per fresadores, ISO, HEIDENHAIN, Fagor i Siemens.

Tipus de fresadora

Les fresadores es poden classificar segons diversos aspectes, com l'orientació de l'eix de gir o el nombre d'eixos d'operació. Les classificacions més usals són:

- **Fresadores segons l'orientació de l'eix de gir de l'eina de tall**

Es distingeixen tres tipus de fresadores: horitzontals, verticals i universals.

Una fresadora universal té un eix principal per l'acoblament d'eixos portaeines horitzontals i un capçal que s'acobra a aquest eix i que converteix la màquina en una fresadora vertical.

- **Fresadores especials:**

- o Les fresadores circulars; tenen una àmplia taula circular giratòria, per sobre de la qual es desplaça el carro portaeines, que pot tenir un o diversos capçals verticals, per exemple, un per a operacions de desbast i un altre per a operacions d'acabat. A més poden muntar i desmuntar peces en una part de la taula mentre es mecanitzen peces en l'altre costat. Això és un gran avantatge ja que et permet fer dues coses alhora, treure la peça acabada / preparar la següent peça, mentre la fresadora està fent una peça al mateix temps.

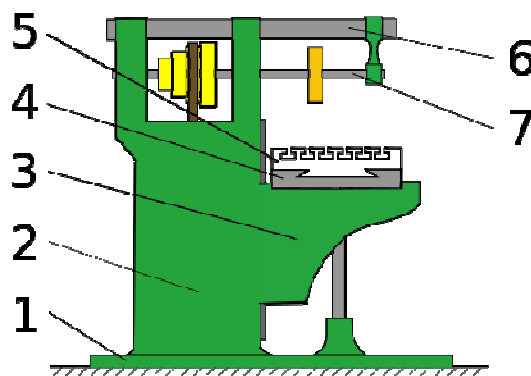


- En les fresadores de pont mòbil, en lloc de moure la taula, es mou l'eina en una estructura similar a un pont grua. S'utilitzen principalment per mecanitzar peces de grans dimensions.
- Fresadores segons el nombre d'eixos.
Les fresadores poden classificar-se en funció del nombre de graus de llibertat que tinguin.
 - Fresadora de tres eixos. Pot controlar el moviment relatiu entre peça i eina en els tres eixos d'un sistema cartesià.
 - Fresadora de quatre eixos, a més del moviment en tres eixos, pot controlar el gir de la peça sobre una eix rotatori.
 - Fresadora de cinc eixos. A més del moviment relatiu entre peça i eina en tres eixos, es pot controlar la peça sobre dos eixos, un perpendicular a l'eix de l'eina i un altre paral·lel a ella (com amb una mecanisme divisor i un plat giratori en una fresadora vertical).

Estructura, components i característiques

- Estructura d'una fresadora:

Els components principals d'una fresadora són la base, el cos, la consola, el carro, la taula, el pont i l'eix de l'eina.



La base permet un suport correcte de la fresadora a terra. El cos o bastidor té forma de columna i es recolza sobre la base o ambdues formen part de la mateixa peça. Habitualment, la base i la columna són de metall aliat i estabilitzat. La columna té al davant unes guies rectificades per el moviment de la consola i uns comandaments per l'accionament i control de la màquina. La consola llisca verticalment sobre les guies del cos i serveix de

subjecció per la taula. La taula té una superfície ranurada sobre la qual es subjecta la peça i es recolza sobre dos carros que permeten el moviment longitudinal i transversal de la taula sobre la consola.

El pont és una peça recolzada en voladís sobre el bastidor i en ell s'allotgen unes llunetes on es recolza l'eix portaeines. El portaeines és el suport de l'eina i li transmet el moviment de rotació del mecanisme d'accionament allotjat a l'interior del bastidor. Aquest eix sol ser d'acer aliat i de *crom-vanadi* per eines.

- Accessoris principals:

Hi ha diversos accessoris que es troben a les fresadores per realitzar operacions de mecanitzat diferents o per a una utilització amb major rapidesa, precisió i seguretat.

- Dispositius d'addició d'eixos: capçal multi-angular, divisor universal amb contrapunt i joc d'engranatges i taula circular divisòria.
- Dispositius per subjecció de peces: plat universal de 3 arpes amb contraplat, contrapunt i llunetes; mordassa giratòria graduada; mordassa hidràulica.

- Eines:

Les eines de tall més utilitzades en una fresadora es denominen fresas, encara que també es poden utilitzar altres eines per realitzar operacions diferents al fresat, com broques per foradar o escairadors. Les fresas són eines de tall i de forma, material i dimensions molt variades d'acord amb el tipus de fresat que es vulgui realitzar. Una fresa està determinada pel seu diàmetre, la seva forma, material constituent, nombres de llavis o dents que tingui i el sistema de subjecció a la màquina.



Verificació i posada a punt:

Tant en la seva construcció com en el manteniment preventiu que de manera periòdica s'han de fer a les fresadores cal controlar els següent paràmetres:

- Fonamentació i anivellament. Les fresadores han d'estar subjectes en fonaments que esmorteixin de la millor manera possible les vibracions, així com que estigui correctament anivellada.
- Alineació.
- Comprovació de la precisió dels nònius graduats. Verificar si els desplaçaments reals coincideixen amb la graduació dels tambors.
- ...

Problemes habituals de fresat:

Problemes habituals		Possibles Causes									
		<u>Velocitat de tall</u>		<u>Velocitat d'avanç</u>		<u>Profunditat de tall</u>		<u>Tipus de fresa</u>			
		Alta	Baixa	Alta	Baixa	Alta	Baixa	Poc dura	Poc tenaç	Radi de punta gran	Angle de desprendiment petit o negatiu
<u>Alteració dels talls del tall</u>	Desgast de la superfície d'incidència	X						X			
	Entalles en el tall	X						X			
	Craterització o deformació plàstica	X		X				X			X
	Tall d'aportació (encenall soldada al tall)		X								X
	Petits estelles		X						X		X
	Trencament de dents			X		X			X		
<u>Ferritges llargues</u>					X		X			X	
<u>Vibracions</u>		X			X	X				X	X

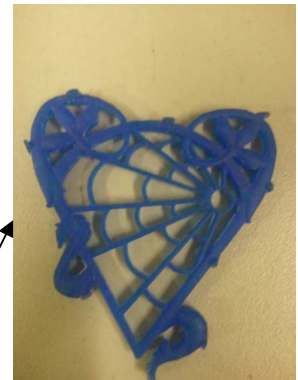
8.4 Pro Ma PPM3

Fresadora:

La fresadora que he utilitzat en el meu treball és la Pro Ma PP3, aquesta és d'una antiga empresa que va tancar fa uns anys, i alguns dels models de fresadores se les va quedar la marca /se/, una marca molt important dins d'aquest món. En aquest cas aquest model no va ser produït mai més i actualment es troben poc recanvis, ja que la pròpia marca no en ven. No és una de les millors fresadores de 3 eixos que trobem al mercat però fa les coses bàsiques i les necessàries per utilitzar-la dins el món de la joieria. En aquest cas la màquina quan es va comprar venia amb el quart eix, que el l'eix rotatori, o també anomenat eix A. Aquí teniu una foto:



Peces
obtingudes
amb la
màquina:



(En aquesta imatge no hi ha el quart eix perquè per la meva peça no feia falta)

Característiques:

Pro Ma PPM 3- Eixos	
Zona de treball (x,y)	300x200mm
Carrera de Z	100mm
Motor de cargol	100W
Velocitat de gir	5,000 a 20,000rpm
Guies	Unitats lineals de precisió d'acer, eixos i lliscants sobre bola, ajustable sense joc.
Control	Pas controlador IMC-P amb 4 amperímetres 48V / 4,2 A.
Operació	Botó d'obrir porta, encendre la màquina i parada d'emergència.
Software	Gaalad (Opcional)
Dimensions	550 x 660 x 680 mm
Pes	45 Kg

Freses utilitzades:



- 1.Fresa cònica de 10° de 0.1mm de diàmetre. És una fresa per fer els acabats i el contorn de la peça. Es pot utilitzar tan en ceres com en metalls.
- 2.Fresa plana de 3mm de diàmetre. La funció d'aquesta és fer el desbastat tan en ceres de mida petita com acabats en peces de fusta.
3. Fresa plana de 0.8mm de diàmetre. En canvi la funció d'aquesta és fer el desbastat/acabat en ceres de mida petita com acabats en peces de fusta.
- 4.Fresa de bola de 2mm de diàmetre. Aquesta fresa s'utilitza bastant per fer els contorns de les peces de cera, com els acabats en peces de fusta.

Accessoris:

- Quart eix (eix A), és un eix rotatiu i s'utilitza normalment per fer anells, i a vegades per fer alguna peça 3D una mica complexa.

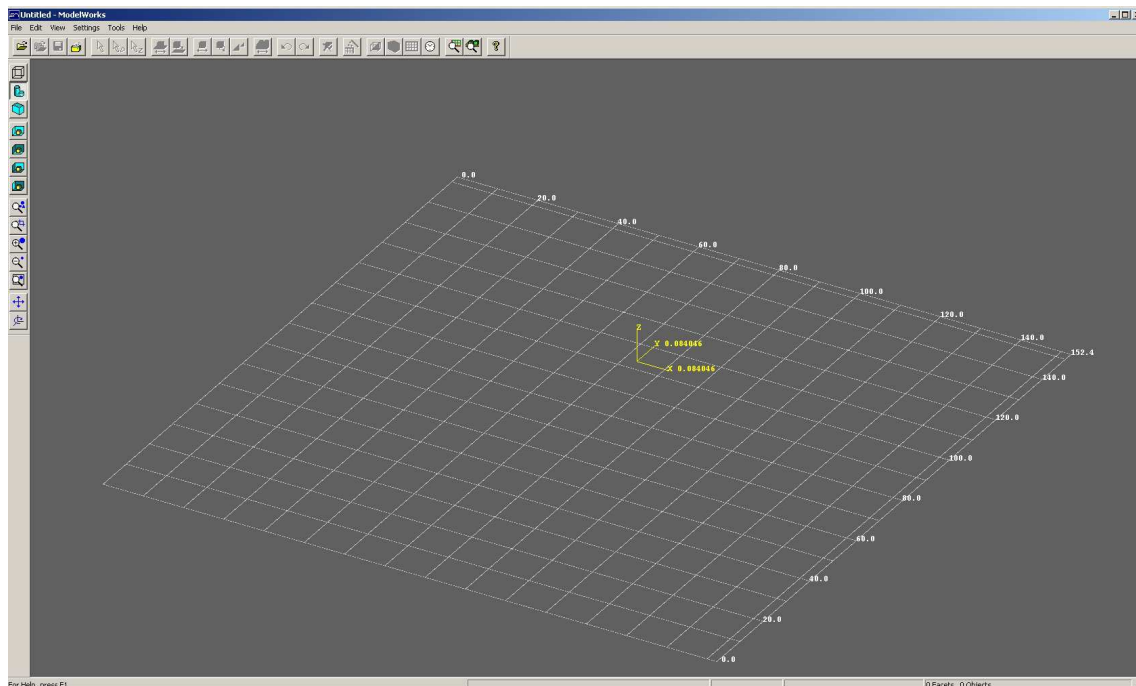


(Imatge de la fresadora treballant amb l'eix A)

8.5 Creació del mecanitzat per a la T76plus

Per començar a fer el mecanitzat per a la màquina T76 Plus, primer s'ha d'obrir el programa anomenat *ModelWorks* que ja ve inclòs des del primer moment en que compres la màquina.

Un cop obert aquest programa trobem que està format bàsicament per dues barres d'eines situades als voltants de la pantalla i en el centre trobem com una quadrícula que ens delimita l'espai en què pot treballar la màquina:

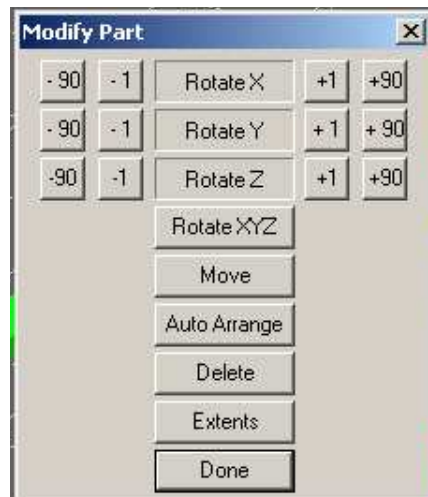


Un cop obert el programa s'han d'importar les peces, i això es fa anant a *File* i després fent clic al botó *Import*. Els arxius que s'han d'importar són els que prèviament s'havien rectificat amb el programa *Magics*, ja que si s'obra un arxiu en el qual no se l'hi ha reparat la malla exterior, la màquina no llegiria bé l'arxiu i no faria bé la peça.

Aquest programa permet importar diferents tipus de format com són .STL, .OBJ...



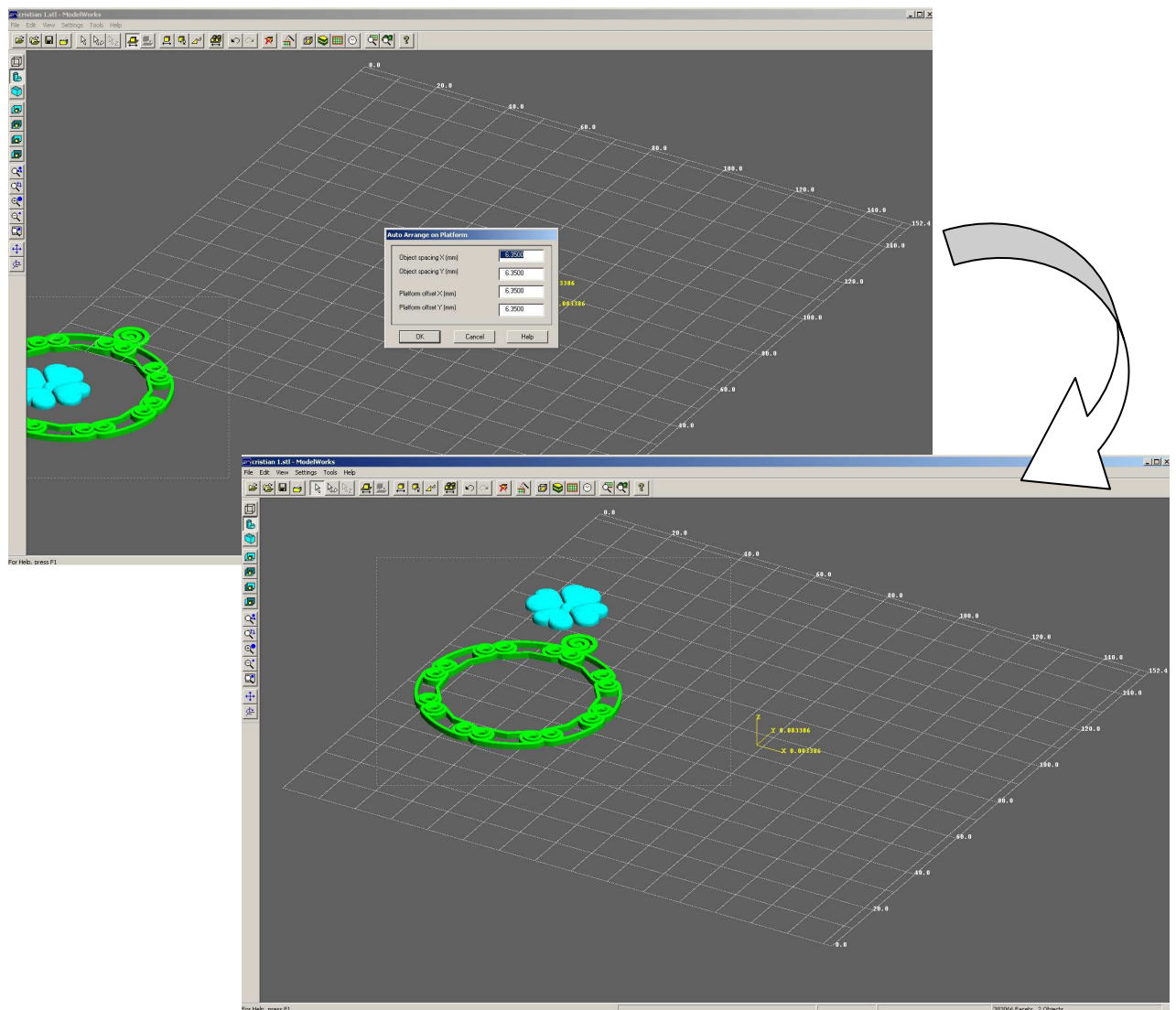
Un cop importades les peces que es vol crear un prototip, normalment no és posen en la posició en que tu vols. Però fent doble clic sobre les peces s'obra una petita pestanya que et permet posar la peça en la posició que es vol.



Un cop estan totes les peces col·locades en la seva correcte posició, s'ha de




fer clic a l'eina , i que el que fa és que col·locar totes les peces dins de la zona de treball de la màquina i deixa una distància, que prèviament s'ha d'haver seleccionat, entre peça i peça.

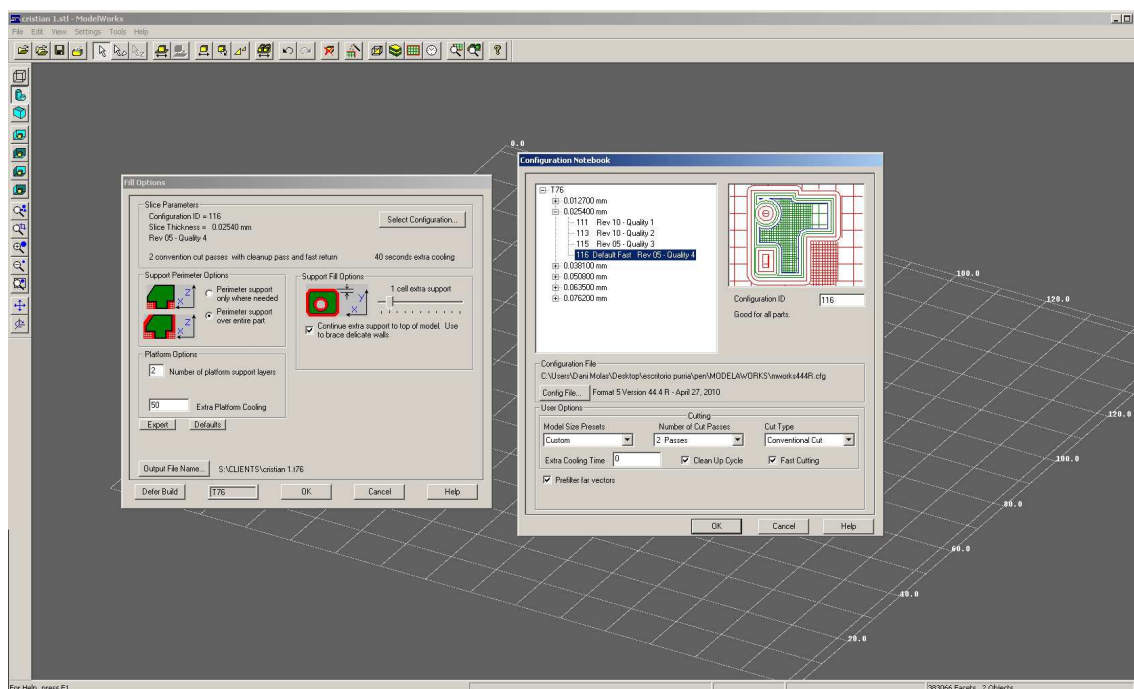


Un cop acabat aquest procés, manualment s'han de seleccionar totes les peces que hi ha obertes i es centren dins de la zona de treball de la màquina per millorar el rendiment d'aquesta.

A continuació un cop estan apunt totes les peces, només falta calcular els moviments, passades... que haurà de fer la màquina. Per a fer aquest pas s'ha

de clicar aquest botó () el qual ens obrirà dues pestanyes diferents en que haurem de seleccionar diferents coses. Primer de tot tindrem que seleccionar la precisió en la qual haurà de treballar la màquina, de les moltes que ofereix el programa (aquesta precisió es tria a la pestanya de la dreta de la imatge). En el meu cas vaig utilitzar la precisió de 0.025400 i dins d'aquesta la qualitat quatre, que és la que t'ofereix més velocitat.

I després en la pestanya de l'esquerra es selecciona el nombre de passades que ha de fer la màquina abans de començar la peça (en el meu cas dos) i també s'ha de seleccionar el temps que la màquina ha de deixar a la cera perquè s'assequi (aquesta xifra varia segons la temperatura que hi hagi a l'habitació a on hi ha la màquina, normalment s'utilitza el valor que ve predeterminat però s'hi tens una mica d'experiència pots moure el temps segons les necessitats), en el meu cas vaig utilitzar 50 segons.



Un cop acabats aquests passos, es fa clic a *OK* i el programa automàticament es posa a calcular les passades, la quantitat de cera que ha de deixar... Aquest procés tarda uns quants minuts però un cop el programa ha acabat de calcular es desplega aquesta pestanya:

Build Time Estimate

Time Estimator Version 8.1.0.0 April 27, 2010

S:\CLIENTS\cristian 1.176

Number of Copies = 1
 Number of Layers: 272
 Slicing time (min.): 5.43

Volume estimates

Model	1263.5800 cubic mm
Build	544.9676 cubic mm
Support	771.5437 cubic mm

Time estimates

Build	4.02
Support	3.63
Jet Check	0.00
Cutting	1.53
Cooling	0.40
Total (Hours)	9.58

Jetcheck
☒ Smart ☐ Standard

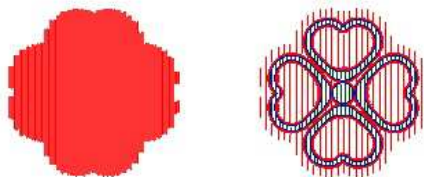
Configuration Parameters
 Configuration ID = 116
 Rev 05 - Quality 4
 Slice thickness: 0.0254 mm

Platform Layers : 2
 Mill Platform : 0
 Perimeter Support: 1

Show All Slice Ranges Costing Print... Help OK


En aquesta podem observar un resum de tot el que s'ha seleccionat anteriorment però el més important és que ens fa una aproximació del temps que tardarà la màquina a fer la peça, i això per a la gent que està constantment posant màquines els hi va bé saber quan acabarà per no estar tota l'estona pendents de si ha acabat o no per posar-ne una altra.

Finalment un cop donem clic al boto *OK*, es desplega l'ultima pestanya del procés de mecanitzant. En aquesta pestanya podem observar les passades que farà la màquina una a una, i això per una persona que ha rebut les classes pertinents per saber fer anar el programa, a través d'observar una a una les capes poden veure si hi ha algun error per si fa falta retocar alguna cosa del mecanitzat.



(Aquí teniu un exemple de dues de les capes que va calcular el programa, com ja sabeu la cera vermella és la de suport i la blava la que fa la peça).

Un cop tanquem aquesta pestanya, se'ns genera un arxiu en format .t76 que amb l'ajuda d'un PEN l'introduïrem dins de la màquina perquè sàpiga el què s'ha de fer. Aquí teniu el meu arxiu .t76

 cristian 1.t76	27/09/2012 18:25	Archivo T76	6.851 KB
--	------------------	-------------	----------

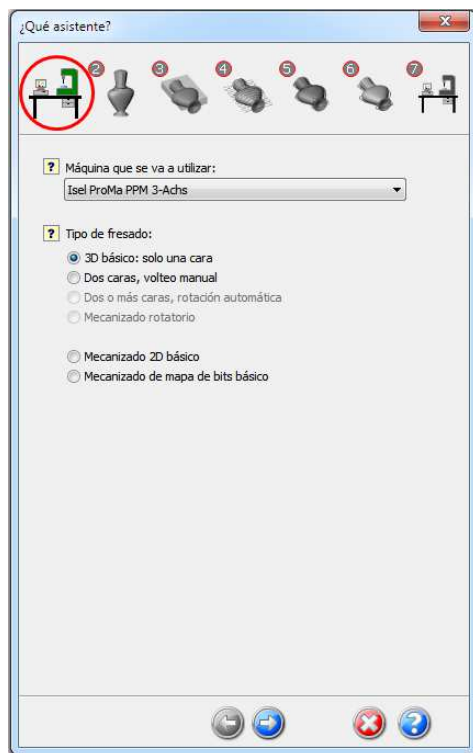
8.6 Creació del mecanitzat per a la PPM3

Per començar a fer el mecanitzat per a la màquina PPM3, primer s'ha d'obrir el programa anomenat *DeskProto* que s'ha de comprar a part de la màquina. Normalment no inclouen els programes de mecanitzats en les fresadores perquè els productors de les fresadores saben que hi ha un gran nombre de programes que s'adaptin a les necessitats de cada empresa i cadascú es compra el que vol.

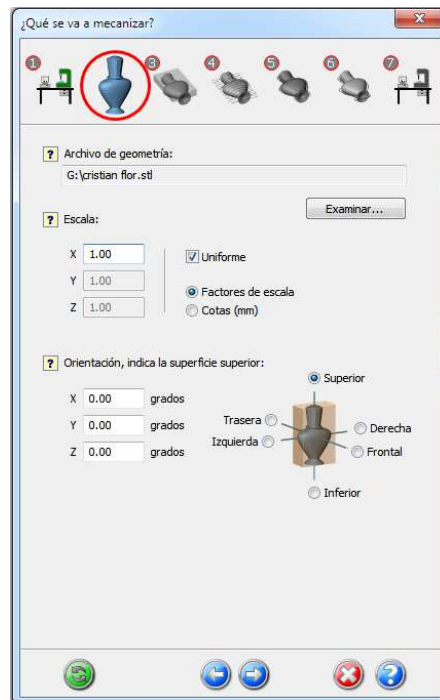
Un cop obert aquest programa trobem que està format bàsicament per una única barra d'eines a la part superior de la imatge i una barra a l'esquerra que ens anirà mostrant informació durant el procés de mecanitzat.

Un cop obert, no treballarem amb les eines que hi ha a la part superior sinó que obrirem un assistent que té el programa que ens ajuda a mecanitzar la peça. Per obrir aquest assistent s'ha de fer clic a *Archivo* i després a *Iniciar asistente*. Un cop cliquem a l'assistent se'ns obra una pestanya.

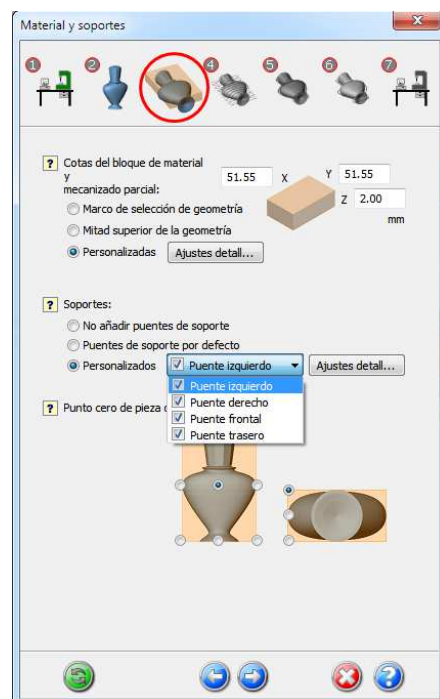
1. El primer pas que hem de fer dins d'aquest assistent és seleccionar la màquina que utilitzarem i seleccionar el tipus de fresat que farem servir, aquest variarà segons el tipus de peça que voldrem mecanitzar.



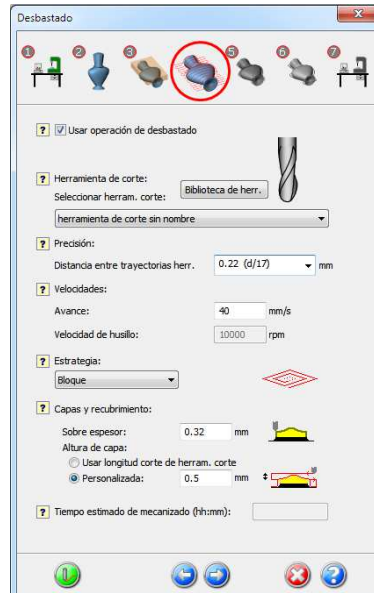
2. El segon pas de l'assistent, ens demana que seleccionem la peça que volem mecanitzar. També dins d'aquest pas podem ampliar la peça i la podem moure i orientar-la cap a la posició que nosaltres volem.



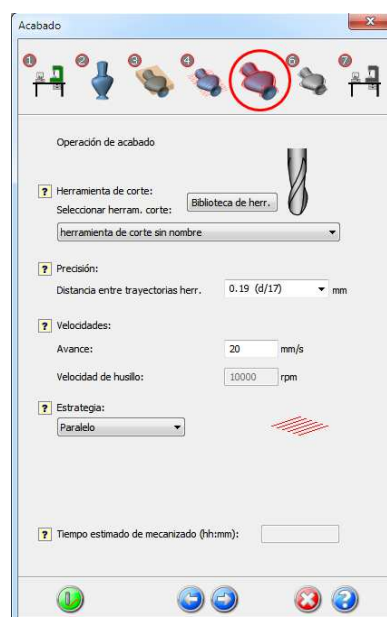
3. El tercer pas tracta de posar la mida del bloc de cera on anirà mecanitzada la peça, també es tracta de posar els suports necessaris perquè la peça no es mogui i també s'ha de seleccionar el punt zero, el punt d'on es començarà a mecanitzar la peça.



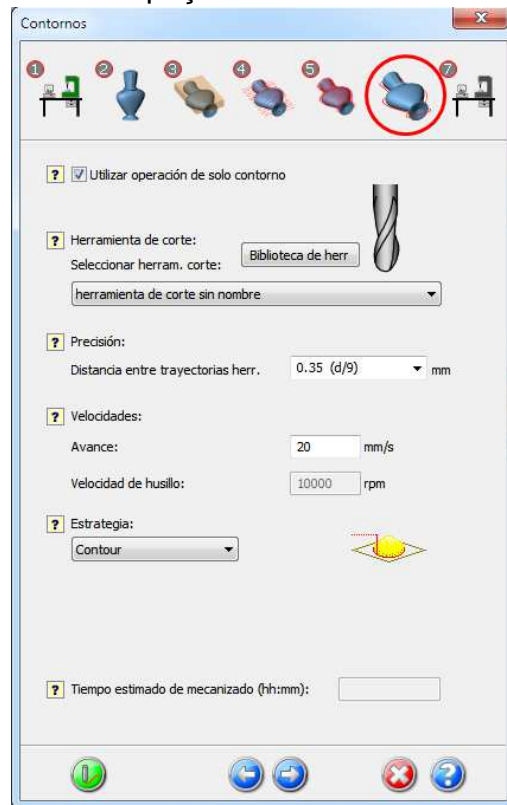
4. El quart pas tracta de seleccionar la fresa que s'utilitzarà per desbastar (per treure la major part de la cera), també seleccionar la distància que hi haurà d'haver entre passades, la velocitat en què s'ha de moure la fresadora, quin moviment ha de seguir la fresa i finalment la distància entre capa i capa.



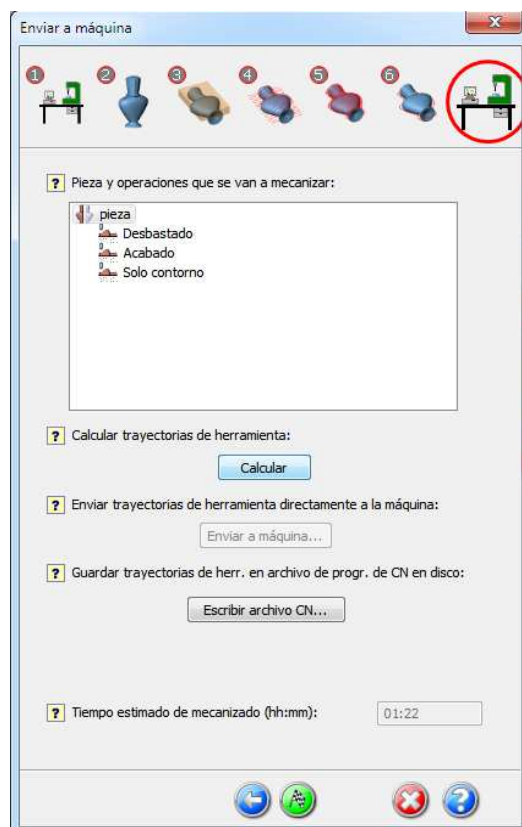
5. El cinquè pas tracta més o menys de fer el mateix que l'anterior però en aquest cas s'ha de seleccionar la fresa que s'utilitzarà per acabar la peça i fer els detalls, també s'ha de seleccionar la distància entre passades, en aquest apartat la distància ha de ser més petita perquè hi ha d'haver més precisió per obtenir un millor acabat. I per acabar s'ha de seleccionar la velocitat que ha de tenir la fresadora i la forma del recorregut que ha de seguir la fresa.



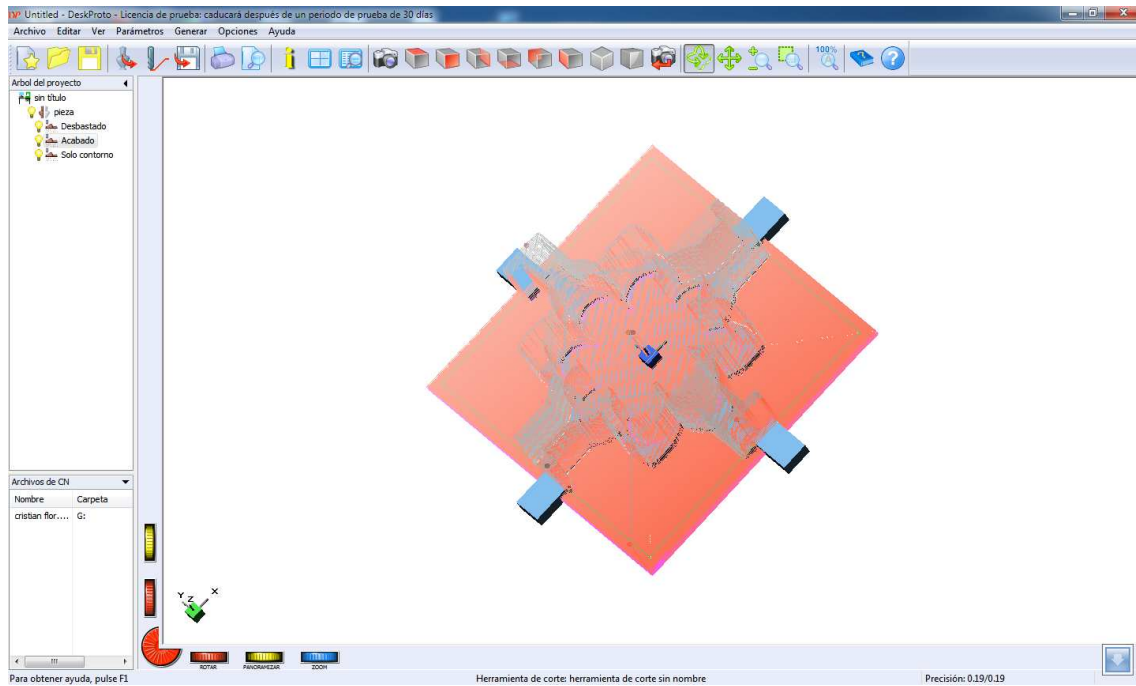
6. El sisè pas tracta de fer el mateix que el pas anterior però en aquest cas és per fer el contorn de la peça.



7. El setè pas i últim, es finalitza fent clic a *Calcular* perquè es generi el mecanitzat, i després s'ha de clicar a *Escribir archivo CN...* per crear l'arxiu que anirà a l'ordinador de la màquina i podrà ser llegit per crear la peça.



Finalment es tanca l'assistent i al centre de la pantalla apareix la peça amb els mecanitzats pertinents. I com he dit anteriorment a la columna de l'esquerra surt la informació dels mecanitzats podent retocar qualsevol cosa d'aquests.

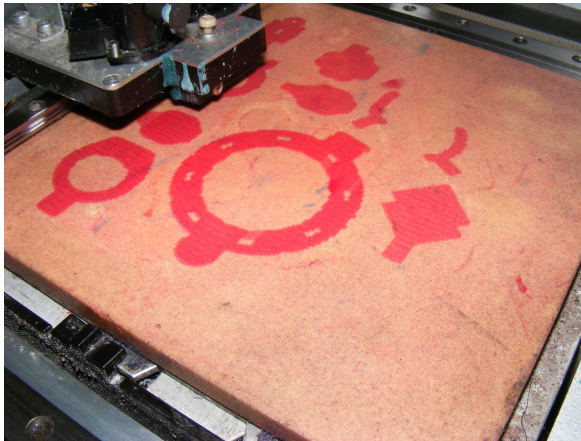


8.7 Fotografies de com funcionen les màquines un cop treballant

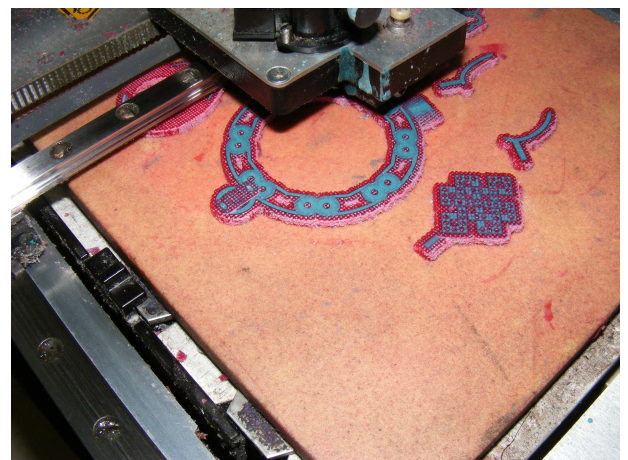
T76plus

Un cop obtingut el mecanitzat, aquest s'introdueix a la màquina a partir d'un PEN. Mentre es carrega l'arxiu en al programa de la màquina a través de la pantalla tàctil que incorpora la màquina, es calibren els injectors i per altre banda s'omplen els dipòsits de cera.

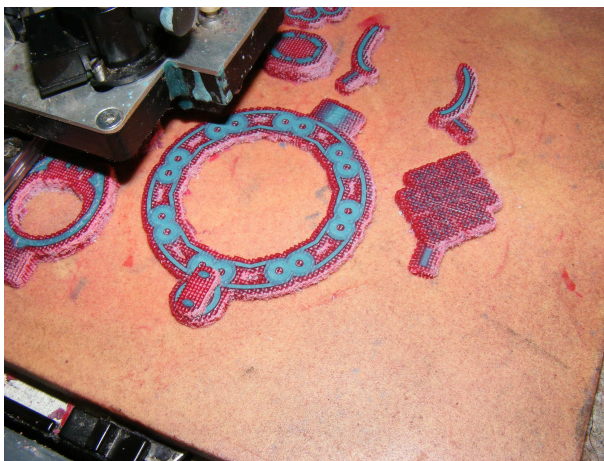
Aquí us deixo algunes imatges de com es van anar creant les peces amb la T76plus:



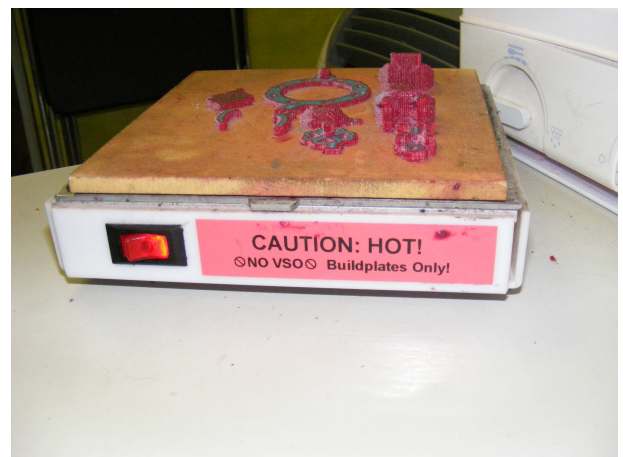
Primeres capes.



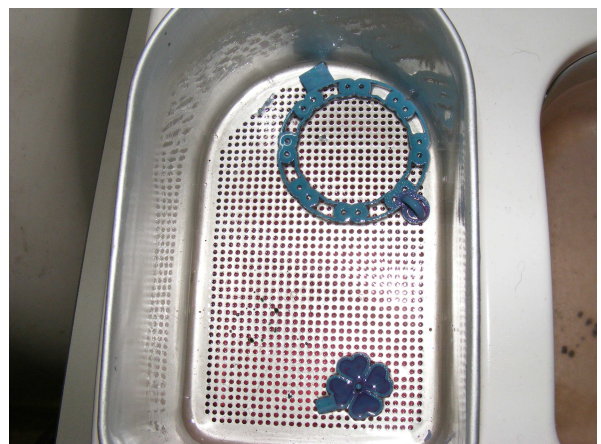
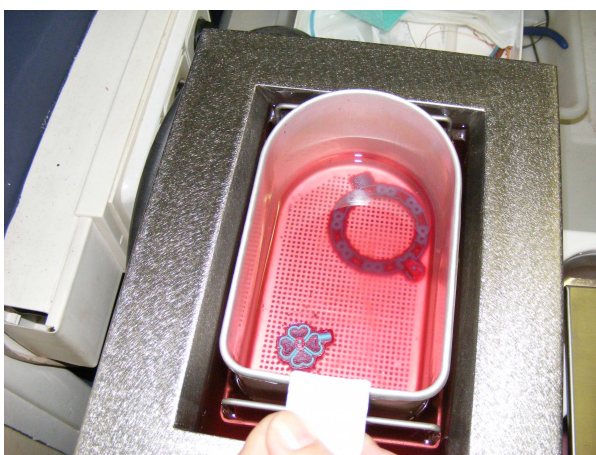
Capes entre mig del procés.



Capes finals.



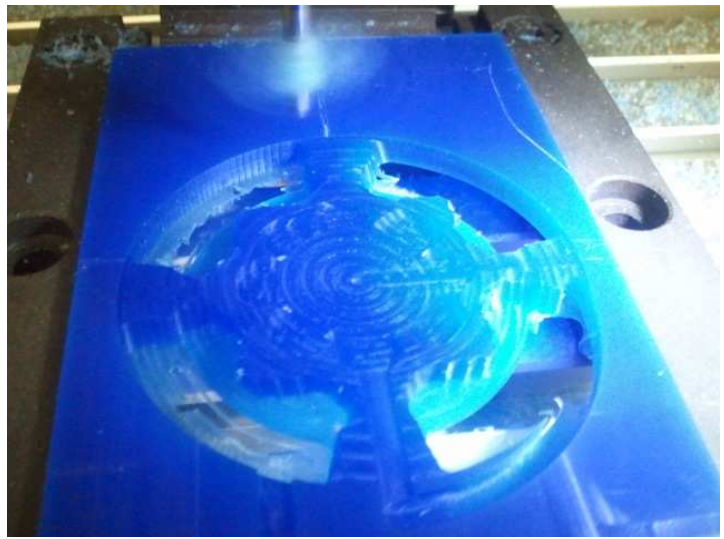
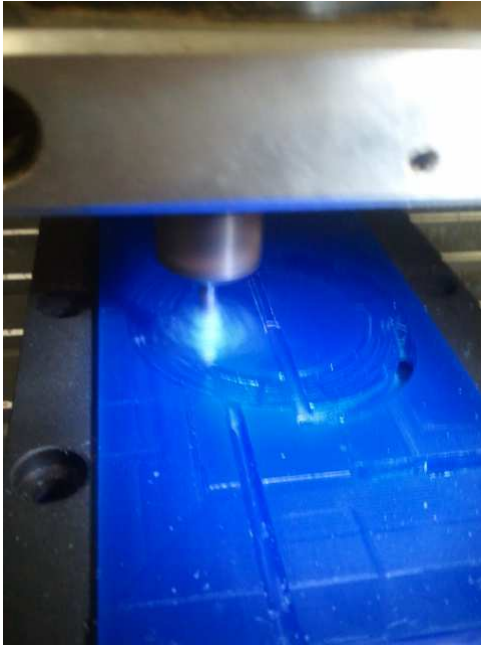
1.Última capa 2.Foto escalfant les peces perquè es desenganxin de la planxa.



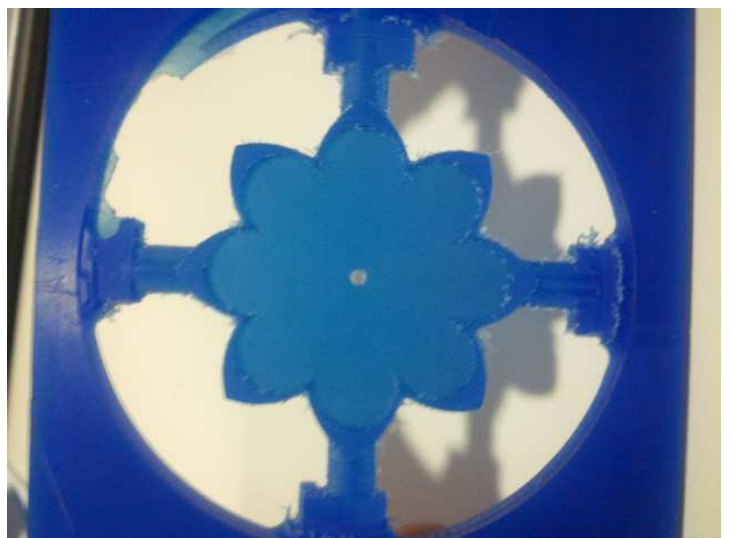
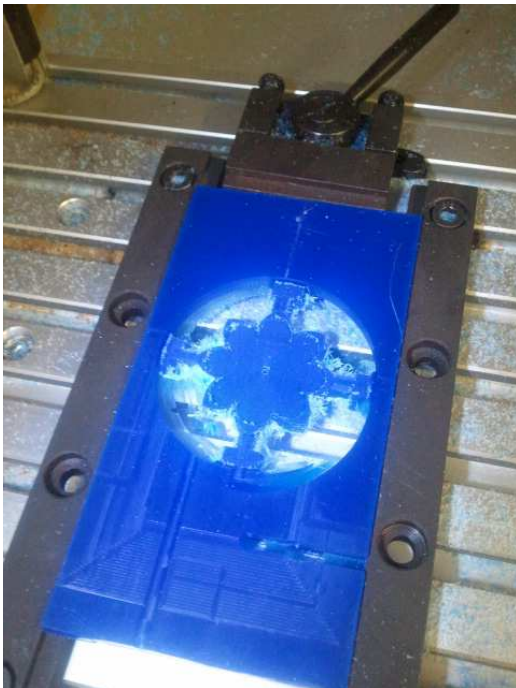
S'introdueixen les peces dins d'un oli calent que desfà la cera de suport.

PPM3

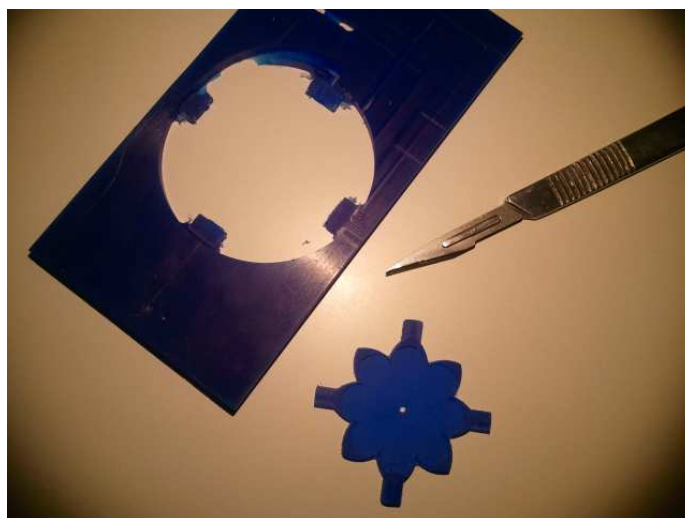
Un cop obtingut el mecanitzat, aquest s'introdueix a un ordinador extern que té la màquina i s'obra el mecanitzat amb el programa *Gaalad*, que com he dit anteriorment en un altre capítol és el programa que llegeix els mecanitzats i envia l'informació a la fresadora a través d'un cable sèrie. A continuació us deixo alguna imatge de com treballa la màquina:



Inici de la capa de desbast i com queda la peça després d'aquesta passada.



Resultat de la capa d'acabat.



S'extreu la peça tallant els suports amb un bisturí.

9. Fosa

9.1 Fosa

Muntatge dels arbres:

Finalitzada la injecció de la cera es prepara el què per la seva forma es diu arbre. Per fer-lo es col·loquen totes les ceres en ell, i després s'hi afegeix una massa de revestiment, que posteriorment, quan la cera s'hagi fos, deixarà l'espai necessari perquè el metall fos ocupi el seu lloc. Les ceres no s'han de tocar entre si quan estiguin a l'arbre. La seva col·locació comença per la part superior amb les peces de menor mida, i es va baixant respectant sempre un angle que no pot ser superior als 45° . Les ceres més gruixudes es posen a la base de l'arbre, procurant guardar una distància entre elles i entre els extrems d'elles i les parets del cilindre.



(Exemple d'arbre amb peces en producció)

Passos:

1. Quan es tenen totes les ceres injectades, és necessari revisar-les i repassar-les una a una. Després es munta l'arbre començant per dalt i amb les peces més fines.
2. El tronc de l'arbre es pot fer injectant cera en un tub de gas, el qual prèviament se li ha fet un tall per extreure'l amb comoditat.
3. Amb un soldador es talla l'altura necessària per muntar l'arbre i s'encaixa en la base de la goma.
4. Amb el mateix soldador es tallen els suports abans d'unir-los a l'arbre ja que aquests no han de ser molt llargs.



5. Amb un soldador es van unint al tronc en un angle màxim de 45° col·locant les peces més fines a la part de dalt i viceversa. S'ha de procurar que hi hagi una bona unió entre la cera i el tronc.



La imatge de l'esquerra és el meu arbre de peces de plata, el trèvol i la circumferència exterior. Juntament amb altres peces que s'havien de fondre aquell mateix dia, ja que quan es fon s'intenta d'omplir al màxim els cilindres, perquè el cost de mantenir el forn encès durant moltes hores és bastant alt i així el preu de fosa per peça, disminueix. I la imatge de la dreta és el meu arbre que va fos en coure.

Càlcul de pes per el metall necessari:

Abans de començar a preparar el revestiment s'ha de conèixer el pes del metall que es necessita per fondre el cilindre. Primer s'ha de saber quan pesa la cera i a continuació, multiplicar aquest pes per la densitat del metall amb el que es fondrà. Per això es necessita pesar l'arbre de cera amb la base, i al total se li resta el pes de la base de goma, la qual s'ha d'haver pesat amb anterioritat.

Les ceres utilitzades tenen un pes específic molt proper a u, per tan els a efectes pràctics, pot agafar-se el pes de l'arbre de cera i multiplicar-lo per la densitat del metall amb el que es vol fondre. A el resultat obtingut se li haurà d'afegir 15 o 20 grams més corresponents a la base del cilindre. Per la plata de llei es pot multiplicar el pes de la cera per 10.5 i en el cas de l'or de 18 quirats per 15.5. Per exemple; en cas de tenir un cilindre amb un arbre de cera per fondre en or que pesi 8g es multiplicarà el pes per 15.5, tenint així un total de

124 grams als quals se'ls hi afegeixen 15 grams més, obtenint un total de 139 grams d'or de 18 quirats, que serien els necessaris per fondre el cilindre.



(Plata en granalla apunt per fondre)

Preparació del revestiment per els cilindres:

El revestiment és un preparat de guix, sílice i modificacions químiques, en menor proporció. El sílice és l'element clau, ja que facilita l'eliminació dels gasos, controla la dilatació i evita la contracció del revestiment.

La bona preparació del revestiment i sobretot la qualitat d'ell mateix, és essencial, ja que la fosa d'aquest consisteix en revestir les ceres de l'arbre, perquè un cop eliminades al forn, el forat deixat en el motlle serveixi per la injecció del metall fos en el seu interior. El revestiment es prepara mesclant aigua, preferiblement destil·lada i desionitzada, en una proporció que pot variar de un 39% a un 41% d'aigua respecte a la pols.

Passos:

1. Abans de tombar el revestiment s'aconsella aplicar un pre-embotit per tenir les superfícies més llises (aquest pas és opcional).
2. Es col·loca el cilindre d'acer a la base amb cinta o paper que realitzi una paret en la part superior perquè durant el procés de fer el buit no s'aboqui el revestiment.
3. El primer de tot és abocar l'aigua a una temperatura entre els 20 i 22°C, si es supera aquest valor, el temps d'enduriment serà més ràpid; és preferible no treballar amb temperatures inferiors als 15°C.

4. A continuació, s'aboca el revestiment. Des d'aquest moment es disposa de 8 a 10 minuts per acabar el procés, abans que el revestiment s'hagi endurit.
5. El batut pot realitzar-se amb una batedora si prèviament s'han rectificat les pales, per evitar que aquestes tallin el revestiment en excés. En la massa no hi ha d'haver-hi grumolls.
6. Es col·loca la massa batuda en la bomba de buit, on es practicarà un primer buidat amb la finalitat d'extreure-li l'aire. Aquest es realitza amb la bomba a màxima pressió.
7. Durant aquest primer buit es glopeja lleugerament la campana de la bomba, provocant una lleugera vibració que ajuda a pujar l'aire i a eliminar-lo de la massa.
8. Amb molt de compte i sense agitar la massa, s'aboca el revestiment dintre el cilindre per la paret, procurant que no toqui cap peça de l'arbre de cera.



9. Ara s'aplica un segon buit amb la massa dins dels cilindres. Observem com puja la massa uns mil·límetres i provoca lleugeres esquitxades de revestiment. Passat un/dos minuts, es manté un altre minut a 60 de pressió, donant lleugers tocs en la campana, i es tanca la bomba deixant que la pressió baixi lentament per ella mateixa fins que quedi completament compensada.



10. Abans de que s'assequi el revestiment es verificarà que no s'hagi després cap cera de l'arbre. En el cas de trobar-ne alguna es traurà, es netejarà i es restarà als antics càlculs perquè no sobri molt material. Els cilindres han de reposar unes dues hores abans de manipular-se. Un cop s'hagin endurit, s'anivellarà el sobrant superior del revestiment amb un ganivet o raspall d'acer, es treu la goma del cilindre amb molt de compte i s'introdueixen al forn al revés.

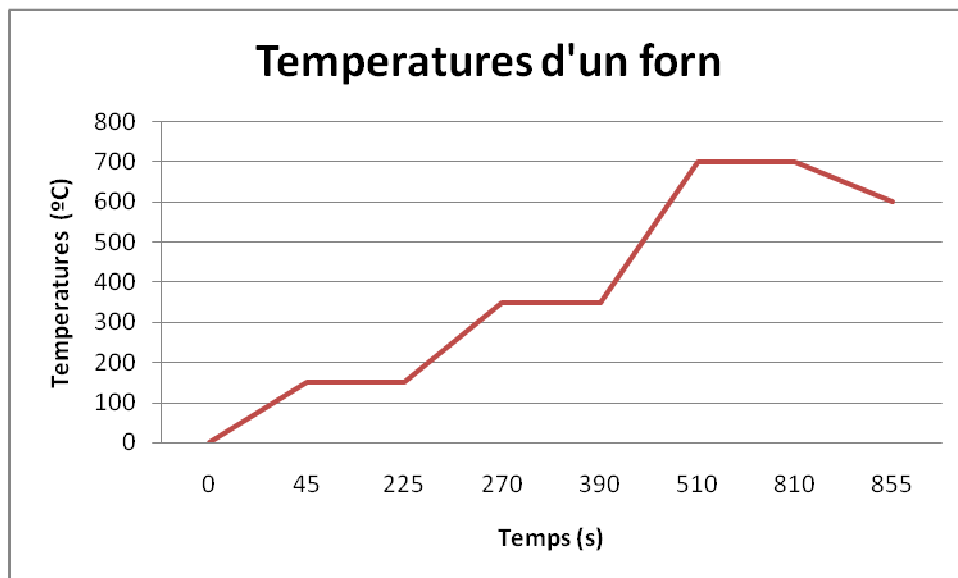
Cremat dels cilindres

El cilindre amb l'arbre a l'interior es col·loca en el forn programable amb l'objectiu d'eliminar la cera y posteriorment introduir el metall en l'espai deixat per aquesta dins del revestiment. El forn realitza unes pujades de temperatures esglaonades i uns manteniments de la mateixa, per igualar-la en tot el cilindre. Aquesta corba de calor, primer elimina la humitat del cilindre, i seguidament liqua la cera. A continuació es cremarà la cera, endurint el revestiment perquè després d'un descens de la temperatura de colat, es pugui introduir el metall fos en l'interior del mateix. A l'inici de la corba de calor, els cilindres tenen molta humitat que s'ha d'aconseguir eliminar amb una bona regulació de la temperatura en les primeres hores i evitar que s'esquerdi el revestiment.

La corba de calor variarà en funció del metall amb el que es té previst fer la colada i per la mida del cilindre que s'utilitzi. Un cilindre de gran mida requereix més temps d'estabilització després de cada pujada de temperatura, ja que el calor tarda més temps en arribar a l'interior. Així, les

temperatures d'estabilització poden variar des de 45 minuts per un cilindre petit, una hora per un mitjà i fins a dues hores per un cilindre gran.

Per un equip com el descrit anteriorment, s'utilitza normalment aquesta corba de calor:



(Temperatures d'un forn per fondre amb diamants).

Fosa i colat del metall:

Per colar el metall fos, la temperatura del cilindre ha de baixar a una temperatura final de manteniment, segons el metall que es desitgi fondre o lo prima que siguin les peces, es programarà una temperatura determinada. Per l'or resulta aconsellable retirar els cilindres del forn després d'un manteniment mínim d'una hora a 500°C, sen possible fondre també a 600 o 450°C. Per la plata es poden calcular 100°C menys que la temperatura que s'agafaria per l'or (aproximadament).

El colat del metall és un dels processos més delicats, ja que aquest material s'ha de fondre i colarse a la temperatura o sobreescalfament del metall que pot espatllar completament el resultat final, ja que s'obtindria un metall exageradament purós.

Passos:

1. Es fon el pes del metall prèviament calculat fins que quedi completament líquid.



2. Acabada la corba de calor del forn, s'extreu el cilindre amb unes pinces i es diposita sobre la cambra de buit.



3. El cilindre es col·loca a sobre i amb les mateixes pinces amb les que s'ha extret del forn prémer cap a baix, ajudant a la màquina a agafar pressió sobre el cilindre. Això fa que quan s'introdueixi el metall, baixi més ràpid i que arribi a tot arreu.

4. A continuació s'aboca el metall fos sobre el cilindre i donant alguns cops amb les mans a la màquina s'ajuda a que el metall arribi a tot arreu.



5. Un cop injectat el metall, es deixa reposar el cilindre uns instants i després s'introdueix en aigua freda per trencar el revestiment amb el xoc tèrmic. A vegades si el revestiment no surt del tot perquè s'ha refredat

massa ràpid, hi ha gent que ho extreu amb una maquina d'aigua a pressió.



6. Finalment, es tallen les peces amb una cisalla i s'envien a la zona de repassat i acabats. Aquí es pot veure l'arbre resultant després d'haver-lo fos amb plata.



Com van quedar les peces:



9.2 Materials i eines necessàries per a la fosa

Forn:



➤ Preu: Entre 800 i 2.500 €.

Pack de fosa:

- Cambra de buit.
 - 3 suports d'acer segons el cilindre.
 - Joc de gomes per posar sobre els suports.
 - Vareta per remoure el metall mentre es fon.
 - Pinces per agafar els cilindres del forn.
 - 1 cilindre foradat (interior) amb una goma.
 - 2 cilindres.
 - Trossos de cera per modelar.
 - Una gerra de mesura de 3 litres.
 - Un bol per on fer el revestiment.
 - Pala per agafar el revestiment.
 - Pot per guardar el revestiment.
 - Guants ignífugs.
- Preu: 1350 €



Gomes per cilindres:

- Preu: De 5 a 20 € segons la mida.

Cilindres d'acer:

- Preu: De 12 a 40€.

Pack de gomes:

- Preu: 15 €.

Gresol:

- Preu: Entre 11 i 25 € segons la capacitat

Injector de cera per motlles:

- Preu: 500 €.

Cera 22.5Kg:

- 6,50 €

Balança per pesar el guix:

- Preu 50-80 €.



Revestiment Ransom & Randolph Ultra Vest 22Kg



- Preu: 39,50 €