



**DISSENY I IMPRESSIÓ  
3D D'UN MOTOR  
TOYOTA 22RE**

**TREBALL DE RECERCA**



# ÍNDEX

<b>INTRODUCCIÓ</b> .....	<b>4</b>
<b>OBJECTIUS</b> .....	<b>6</b>
<b>MOTOR</b> .....	<b>7</b>
<b>MOTORS R</b> .....	<b>7</b>
<b>MODEL 22R</b> .....	<b>8</b>
<b>LA IMPRESSIÓ 3D</b> .....	<b>16</b>
<b>CONCEPTE</b> .....	<b>16</b>
<b>TIPUS D'IMPRESSIONS</b> .....	<b>17</b>
<b>MATERIALS</b> .....	<b>23</b>
<b>APLICACIONS</b> .....	<b>24</b>
<b>HISTÒRIA</b> .....	<b>25</b>
<b>ASSOLIMENTS DE LA IMPRESSIÓ 3D</b> .....	<b>26</b>
<b>PROS I CONTRES DE LA IMPRESSIÓ 3D</b> .....	<b>30</b>
<b>PROGRAMACIÓ DE LA IMPRESSORA 3D</b> .....	<b>31</b>
<b>PLÀNOLS</b> .....	<b>36</b>
<b>BLOC</b> .....	<b>36</b>
<b>CIGONYAL</b> .....	<b>38</b>
<b>DISTRIBUCIÓ</b> .....	<b>39</b>
<b>ESTRUCTURA DELS BALANCINS</b> .....	<b>42</b>
<b>MUNTATGE DE LES VÀLVULES</b> .....	<b>44</b>
<b>ARBRE DE LLEVES</b> .....	<b>46</b>
<b>CONJUNT DEL PISTÓ</b> .....	<b>47</b>
<b>PECES</b> .....	<b>50</b>
<b>GALERIA D'IMATGES</b> .....	<b>82</b>
<b>CONCLUSIONS</b> .....	<b>88</b>
<b>AGRAÏMENTS</b> .....	<b>90</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>91</b>

# INTRODUCCIÓ

Escollir el tema d'un treball mai és fàcil per a ningú i menys el treball de recerca, ja que és un tema amb el qual has d'estar-hi treballant gairebé tot un any i per tant has d'intentar que et motivi el màxim possible per no cansar-te'n abans d'acabar-lo.

Per mi tampoc va ser un repte fàcil triar-lo. Al primer moment em decantava més per un treball sobre ciència però en exposar-nos els diferents treballs de recerca a escollir, em va cridar més l'atenció el treball de disseny amb 3D. El fet que fos un treball gairebé tot pràctic i de tema lliure encara em va entusiasmar més a escollir-lo perquè volia evitar al màxim la teoria.

En primer lloc vaig fer una part teòrica sobre el que és el món de la impressió 3D, i seguidament vaig començar a pensar cap on podia encaminar el treball. En un principi vaig pensar amb dissenyar i imprimir peces de construcció com les de la casa Lego i fer diferents objectes a partir d'aquestes peces. Però un dia cercant per YouTube vaig veure una maqueta d'un motor impresa en 3D. En aquest moment va ser quan em vaig proposar de dissenyar un motor el més semblant a la realitat i poder-lo imprimir.

Un cop vaig haver triat l'objecte a dissenyar, vaig començar a buscar més informació sobre el tema i finalment vaig trobar alguns arxius amb dissenys de motors, els quals m'ajudarien a poder extreure qualsevol mesura del motor i poder així dissenyar el meu propi.

L'objectiu del meu treball de recerca és poder aconseguir dissenyar, imprimir i muntar un motor TOYOTA 22RE i que sigui el més semblant possible al de la realitat.

La hipòtesi amb què he treballat durant aquest temps és veure si és possible dibuixar els plànols del muntatge del motor i dissenyar-ne totes les seves peces mitjançant mesures extretes d'altres arxius trobats a internet.

Abans de començar amb el disseny de les peces del motor, vaig creure important fer-me una idea de com seria el motor i quines serien les peces que el constituïrien, per tant vaig seguir els consells del Fernando i vaig optar per fer una part teòrica del motor, tant del seu funcionament com de totes les peces



que el formarien. Un cop tingués aquesta part teòrica feta, començaria amb els plànols de muntatge.

Els plànols de muntatge del motor no només em servirien per donar-me una visió general de com havien de ser les peces sinó que també em serviria per entrenar-me i familiaritzar-me amb el programa de disseny Autocad. Un cop els tingués dissenyats, començaria amb les peces del motor.

# OBJECTIUS

Al parlar d'objectius crec que el meu treball consta de dos objectius.

El primer objectiu seria més teòric i es basaria amb buscar informació sobre que és el 3D i el seu funcionament i també fer recerca sobre el motor que dissenyaré i com funciona.

El segon objectiu i el més important és, a partir d'uns dissenys d'un motor Toyota 22RE de l'enginyer Eric Harrell trobats a internet, redissenyar els plànols i totes les peces fent-les les més reals possibles i que puguin encaixar totes entre elles. El motor estarà compost per un total de 38 peces diferents i el més important és que sigui el més funcional possible. Quan parlo de més funcional possible, em refereixo al fet que cadascuna de les peces faci correctament la funció que faria a un motor de veritat, com per exemple que els pistons puguin pujar i baixar lliurement per dintre el bloc motor i que l'arbre de lleves pugui obrir i tancar les vàlvules a través dels balancins.

A mesura que vagi fent les peces, les hauré d'anar imprimint amb la meva impressora Prusa i3.

Un cop tingui totes les peces del motor dissenyades i impreses, procediré al muntatge del motor ajudant-me amb els set plànols dissenyats al principi del treball.

Finalment, amb tot el motor muntat, veurem si totes les peces encaixen i fan la seva funció o si n'hi ha alguna que no acaba de funcionar correctament.

# MOTOR

El motor és una màquina capaç de transformar l'energia que es troba als combustibles amb energia mecànica.

Aquest aparell és el que produeix el moviment als vehicles i pot tenir més o menys rendiment.

## MOTORS R

La família Toyota R era una sèrie de motors de gasolina de quatre cilindres en línia recta. Estaven dissenyats per ser col·locats de forma longitudinal sota del capó del cotxe. Van ser produïts des del 1953 fins a 1997. Dins d'aquesta família hi ha un total de 19 models diferents, sent R el primer motor i 22R l'últim. Finalment van desaparèixer en instal·lar la tracció davantera.

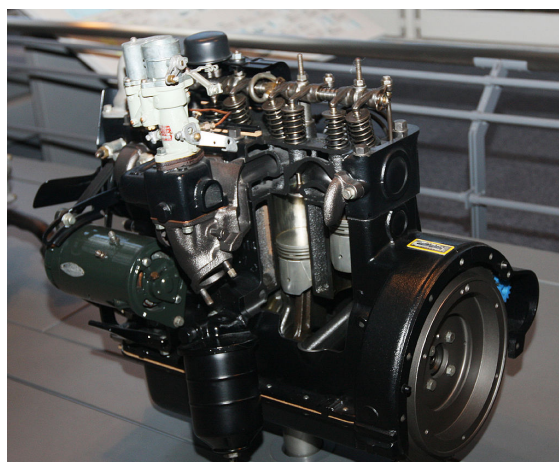


Foto del motor Toyota R, el primer motor de la família Toyota R.

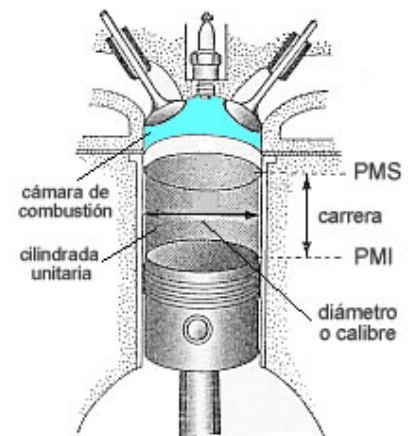
## MODEL 22R

Era el motor successor del 20R i 21R. Tot i que el 21R era el motor més cercà cronològicament al 22R, el 20R n'era el més semblant, el qual disposava d'una cilindrada de 2,200cc. Tots dos motors van arribar a ser molt populars arreu dels Estats Units per la seva alta fiabilitat i potència.



Foto del motor 20R, molt semblant al motor 22R.

El motor 22R és una sèrie de motors de gasolina compostos per quatre cilindres de 2,400cc. Disposaven d'un total de 8 vàlvules, una vàlvula d'admissió i de compressió per cada cilindre. Aquests motors van ser utilitzats en diversos models de Toyota des del 1981 fins al 1995. Tots models tenien cada cilindre d'un diàmetre de 91.9mm i una carrera del pistó de 88.9mm. Dins d'aquesta sèrie de motors destaquen els següents:



Imatge d'un cilindre, les vàlvules i un pistó.

- 22R: va ser el primer motor de la sèrie alimentat a través d'un carburador. Sortí el 1981 i podia transmetre una potència màxima de 72kW a les 4,800rpm. Va ser muntat per primer cop a un Toyota Corona.
- 22R-E: va ser muntat per primera vegada a un Toyota Celica el 1983. La gran diferència respecte al model anterior era que estava subministrat a través de la injecció.
- 22R-TE: va ser l'últim motor de la sèrie dissenyat el 1986. Igual que el model anterior, estava alimentat per injecció. La diferència més gran és que aquest model portava instal·lat un turbo, un element ubicat al tub d'escapament que aprofita els gasos emesos pel motor per augmentar-ne la potència.

<b>Model</b>	<b>Potència kW (cv)</b>	<b>Par motor N·m (lb·ft)</b>	<b>Anys</b>
22R	72 (97) a 4,800 rpm	174 (129) a 2,800 rpm	1981 - 1990
22R	81 (108) a 5,000 rpm	187 (138) a 3,400 rpm	1990 - 1995
22R-E	78 (105) a 4,800 rpm	185 (137) a 2,800 rpm	1983 - 1985
22R-E	84 (114) a 4,800 rpm	190 (140) a 3,600 rpm	1985 - 1997
22R-TE	101 (135) a 4,800 rpm	234 (173) a 2,800 rpm	1986 - 1988

Taula de les dades de la potència i els par motors  
màxims dels diferents models del motor Toyota 22R.

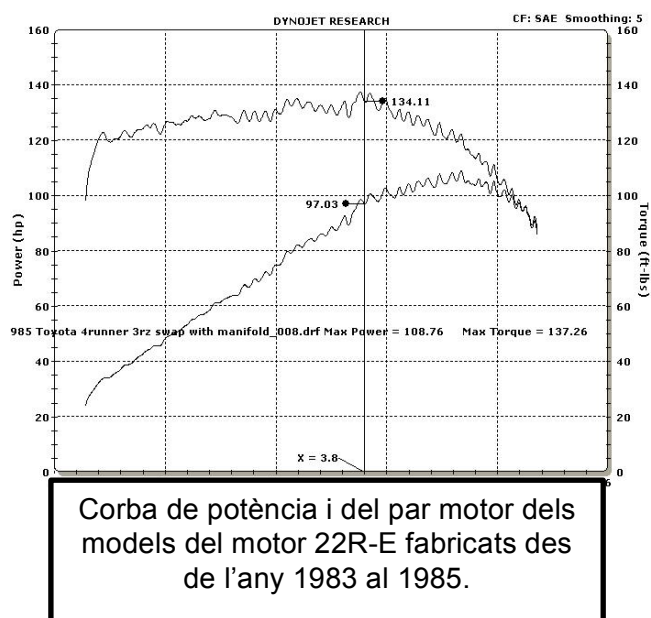
## 22R-E

### Especificacions

Va ser el penúltim motor de la llarga història dels motors de la família Toyota R. Com qualsevol motor R, estava format pels 4 cilindres. Disposava d'una cilindrada de 2,4 litres i destacava per la seva fiabilitat i potència.

El motor era molt semblant a l'antic 22R, però la E ens indicava la injecció electrònica de combustible (EFI), per tant estava alimentada a través dels injectors.

Els primers models des del 1983 fins al 1985 tenien una potència màxima de 78kW en arribar a les 4,800rpm i un par motor màxim de 185N·m a les 2,800rpm. Després de la millora, els motors van passar a una potència màxima de 84kW a les mateixes revolucions que el mateix model anterior i el par motor màxim a les 3,600rpm. També el par motor va ser lleugerament augmentat fins als 190N·m.



Corba de potència i del par motor dels models del motor 22R-E fabricats des de l'any 1983 al 1985.

Després de dos anys de la seva primera producció, el 1985, el motor va ser sotmès a una millora de les peces principals com ara la culata, el bloc del motor i els pistons. Aquesta millora va provocar que la potència màxima passés de 78kW als 84kW, tots dos a les 4,800rpm. Finalment, aquest segon motor va seguir amb la producció durant un període de 12 anys fins al 1997.

Gràcies a la seva alta fiabilitat i potència va ser instal·lat a un Toyota Celica GTS l'any 1985 per a córrer el Gran Premi de Macao. No solament va córrer la carrera sinó que va aconseguir quedar tercer per sota dels motors de BMW de sis cilindres.

Originalment estava fet gairebé tot de ferro fos. El pistó estava equipat amb anelles de pistó suau, reduint així la probabilitat de danyar els cilindres.



Les característiques anteriors i el fet que tingués dos vàlvules per cilindre el feien un motor molt resistent i altament fiable. També és considerat el millor motor de Toyota que s'ha fabricat, a pesar de no ser un motor increïble.

A causa de la seva alta durabilitat i tot i haver estat eliminat el 1997, molts d'aquests motors encara estan en funcionament. Hi ha alguns registres que ens diuen que molts d'aquests motors han sobrepassat els 500 mil kilòmetres i en algun cas el motor ha arribat a fregar la increïble xifra dels 2 milions de kilòmetres.



Foto del motor Toyota 22R-E.

## Models on va ser instal·lat

Models	Període
Toyota Celica	1983 - 1985
Toyota Corona	1983 - 1987
Toyota Pickup	1984 - 1995
Toyota Hilux	1985 - 1995
Toyota 4Runner	1985 - 1995
Volkswagen Taro	1989 - 1997

El motor va estar disponible des del 1983 al Toyota Celica i Corona. L'any 1995 es va deixar de fabricar a tots els models Toyota mentre que el motor va romandre disponible dos anys més, fins al 1997, al Volkswagen Taro.



Foto d'un Toyota Corona de l'any 1983.

Als models on va ser més utilitzat van ser al

Celica i Corona. A pesar d'això, també va ser molt utilitzat per als models Toyota Hilux i Toyota 4Runner, sobretot a Amèrica del Nord.

## Funcionament

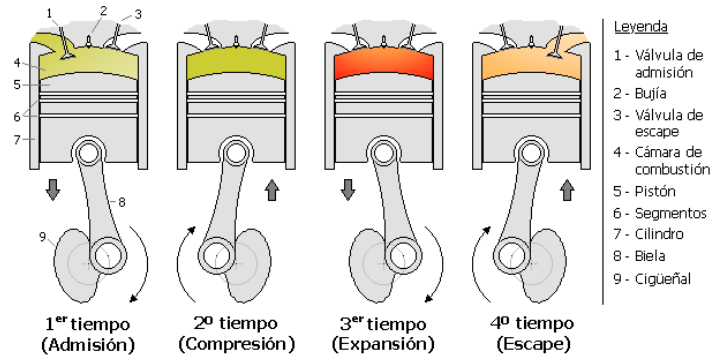
Com la majoria de motors és un motor quatre temps, el que ens indica que és un tipus de motor d'explosió que requereix quatre curses del pistó per a completar el cicle termodinàmic.

Està compost per quatre cicles:

- Admissió: el descens del pistó dins el cilindre provoca el buit a dins el pistó fent així aspirar la mescla entre aire i combustible. La vàlvula d'admissió es manté oberta mentre que la vàlvula de sortida està tancada. En aquesta fase el cigonyal dona una volta de 180 graus, comunicant-li així a un angle de 90 a l'arbre de lleves a través de la cadena de la distribució.

- **Compressió:** quan el pistó arriba al final del recorregut, la vàlvula d'admissió es tanca, comprimint el gas de la cambra per l'ascens del pistó. Al final del segon temps el cigonyal ja porta una volta sencera i l'arbre de lleves porta escrit un angle de 180 graus. Durant tota aquesta fase les seves dues vàlvules es troben tancades i la seva cursa és ascendent.

- **Explosió:** el pistó arriba a la part superior del cilindre aconseguint així la compressió màxima dels gasos. Llavors la bugia deixa



anar una guspira provocant la inflamació de la

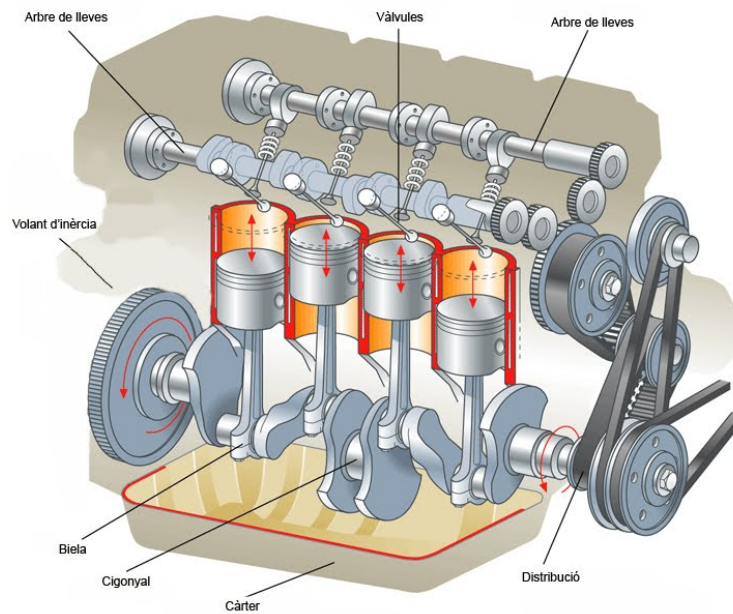
Esquema d'un motor 4 temps, on s'indiquen les diferents fases, la direcció dels pistons i l'estat de les dos vàlvules.

mescla i el pistó descendeix ràpidament incrementant la temperatura a l'interior del cilindre i expandint els gasos que empenyen el pistó. En aquest temps el cigonyal torna a recórrer 180 graus mentre que l'arbre de lleves n'ha recorregut 270. Durant tot el període les vàlvules es troben tancades.

- **Escapament:** en aquest període el pistó empeny els gasos de la combustió a través de la vàlvula d'escapament que s'obra. Un cop el pistó arriba al final de la carrera superior, s'acaben d'expulsar tots els gasos i es tanca la vàlvula d'escapament. Seguidament s'obra la vàlvula d'admissió i es tornaria a reiniciar el cicle. Al final del procés el cigonyal ha descrit un total de 720 graus mentre que l'arbre de lleves ha recorregut només una volta sencera.

L'element encarregat d'obrir les vàlvules és l'arbre de lleves. El moviment de l'arbre de lleves està connectat amb el moviment de rotació del cigonyal a través de la cadena de distribució en el cas del motor 22R-E. Per cada dos voltes que fa el cigonyal, aquest li transmet un gir de 360 graus a l'arbre de lleves.

Un cop el moviment és comunicat a l'arbre de lleves, ubicat a la part superior del motor, aquest va rodant sent l'encarregat d'obrir i tancar les vàlvules en els moments exactes per tal que es pugui fer una bona combustió i no hi hagi pèrdua de pressió interna dins el cilindre.



Esquema d'un motor de combustió, on s'observa com l'arbre de lleves està accionat amb el moviment del cigonyal a través de la correa de la distribució (en el cas de motor 22R-E a través d'una cadena).

Cada fase del motor produeix diversos cicles termodinàmics. Al ser un motor de gasolina, disposa d'un cicle per motors d'encesa per combustió provocada anomenat cicle Otto.

Aquest cicle té sis transformacions termodinàmiques:

- 0-1: admissió isòbara (la mescla de gas conserva una pressió constant tot i canviar de volum).
- 1-2: compressió adiabàtica (la mescla no intercanvia calor amb l'entorn).
- 2-3: compressió isòcora (la pressió augmenta però el volum segueix constant a causa de la combustió de la mescla).
- 3-4: expansió adiabàtica (la pressió produïda per la combustió de la mescla fa empènyer el pistó fins a la part inferior augmentant així el volum i reduint-ne la pressió. Aquesta transformació produeix un treball a dins el cicle).
- 4-1: escapament a volum costant (la pressió baixa fins al mínim a causa de l'alliberament dels gasos consumits).
- 1-0: escapament a pressió constant (el pistó puja i s'acaben d'expulsar els gasos variant el volum però mantenint la mateixa pressió).

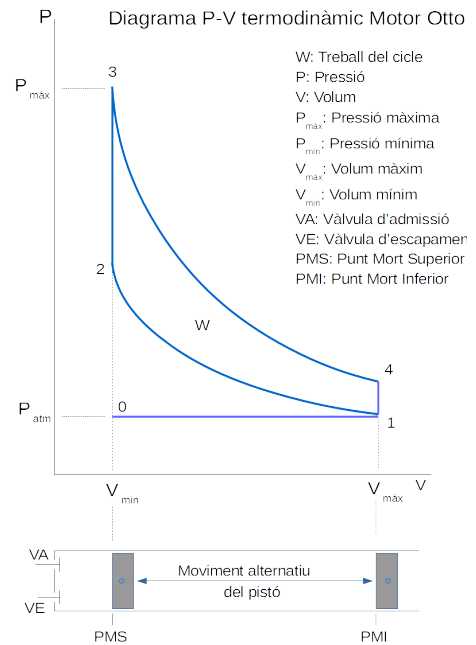


Diagrama termodinàmic del cicle Otto, on indica la quantitat de pressió, volum i treball dependent de la posició del pistó.

# LA IMPRESSIÓ 3D

## CONCEPTE

La impressió 3D és bassa en la impressió tridimensional d'algun objecte. Aquesta impressió es du a terme amb les impressores 3D, les quals són capaces d'imprimir qualsevol objecte en volum que hagi estat dissenyat amb un ordinador, descarregat d'internet o a partir d'un escàner 3D.

Aquesta idea surt de voler convertir els arxius de 2D amb arxius en tres dimensions i poder crear prototips de manera ràpida i barata. S'utilitza sobretot en els àmbits de la indústria i l'arquitectura però a causa dels seus baixos costos i la seva facilitat s'està començant a incrementar en l'ús domèstic i formatiu.

El mètode d'impressió 3D segueix les següents fases:

- Modelació digital: es basa amb crear un disseny assistit per computador.
- Exportació: el disseny creat en la fase anterior s'exporta amb l'extensió ".stl".
- Traducció: el fitxer es tradueix amb unes instruccions que puguin ser interpretades per la impressora i poder imprimir l'objecte.
- Connexió: les traduccions de l'última fase s'introdueixen a la impressora.
- Impressió: la impressora imprimeix l'objecte dissenyat.
- Acabat: és l'última fase i és opcional. Es duen a terme els darrers retocs.



# TIPUS D'IMPRESSIONS

## Modelat per deposició fosa (FDM)

És el mètode d'impressió 3D més comú per a ús domèstic. El filament termoplàstic es calenta i s'organitza amb les coordenades de X i Y a través del capçal d'extrusió mentre que la superfície d'impressió va pujant l'objecte capa per capa en direcció a l'eix Z.

D'aquesta forma l'objecte s'imprimeix de baix a dalt. Amb el cas que un model tingues parts que sobresurten es necessitaria alguna estructura de suport que es pogués treure un cop s'hagués acabat d'imprimir.

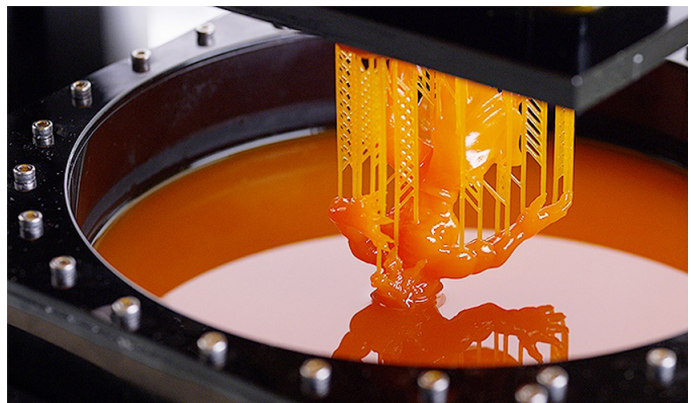


Típica impressora FDM.

## Estereolitografia (SLA)

És la tecnologia d'impressió 3D més antiga i crea objectes amb superfícies molt llises i detallades.

Aquestes impressores funcionen mitjançant l'exposició d'una capa de resina líquida fotosensible a un raig làser UV perquè s'endureixi i se solidifiqui. Una vegada que el làser hagi recorregut una capa de resina amb el patró desitjat, aquest es comença a endurir. Tot seguit, la plataforma d'impressió del model, situada al dipòsit líquid de la impressora 3D baixa una capa i el làser comença a formar la següent capa. Cada capa es construeix sobre l'anterior.



Procés d'estereolitografia.

Igual que la tecnologia d'impressió 3D FDM, els objectes amb parts que sobresurtin necessitaran una estructura de suport. Una vegada completada la impressió, l'objecte s'ha d'esbandir amb un dissolvent. Altres vegades també es forneja a un forn UV per a finalitzar el procés.

## Processament digital de llum (DLP)

Tenen molts aspectes amb comú amb l'estereolitografia. Els dos tipus utilitzen foto-polímers líquids i resines que endureixen a en aplicar-hi llum mitjançant un projecteur especial o en el cas d'un làser amb el SLA.

Aquest mètode utilitza una ret elèctrica de micro-miralls dipositats a un motlle sobre un xip semiconductor. Aquests miralls s'inclinen endavant i enrere. Quan un mirall està inclinat, reflecteix la llum, el que fa reflectir un píxel brillant. Mentre que si el mirall està inclinat cap al costat oposat, el píxel es tornarà fosc. Un dels beneficis és amb la velocitat que pot imprimir, ja que imprimeix capes amb un instant.

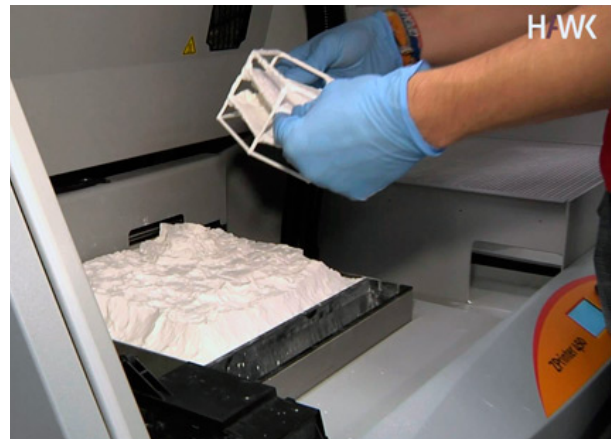


Impressora del mètode DLP.

Aquestes impressores s'utilitzen principalment a àmbits professionals a causa de la seva complexitat. Permeten fabricar peces robustes amb excel·lent resolució.

## Sinteritzat selectiu per làser (SLS)

És similar a l'estereolitografia però que utilitza material amb pols a l'àrea d'impressió en lloc de resina líquida. S'utilitza un làser per a sinteritzar selectivament una capa de grànuls que uneix el material per a crear una estructura sòlida. Quan l'objecte està completament format es deixa refredar a la màquina abans de treure'l.



Mètode de sinteritzat selectiu per làser.

Aquesta impressió s'utilitza sobretot per al desenvolupament de productes i la creació ràpida de prototips orientats a indústries comercials. Així mateix, és útil per a la fabricació de productes finals d'ús limitat, com peces utilitzades al sector industrial. Els materials utilitzats poden variar entre niló, vidre i ceràmica fins a alumini, plata i ferro.

Aquest mètode requereix costosos làsers d'alta potència, el que el situa fora de l'ús domèstic.

## Fusió selectiva per làser (SLM)

També es pot considerar com una subcategoria del mètode sinteritzat selectiu per làser.

Utilitza un làser d'alta potència per a fondre completament pols metàl·lica i transformar-la amb peces sòlides tridimensionals.

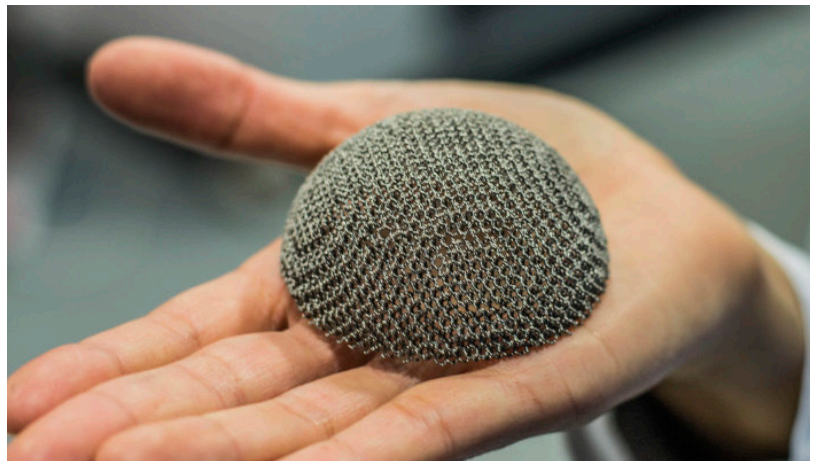


Impressora de fusió selectiva per làser.

Els materials utilitzats són l'acer inoxidable, alumini, titani i crom-cobalt. Aquesta tecnologia s'utilitza a la indústria aeroespacial o a l'ortopèdia per a crear peces amb geometria complexa i estructures de parets primes, amb canals amagats o espais buits.

## **Fusió per feix d'electrons (EBM)**

Aquesta tècnica utilitza un grapat d'electrons controlat per ordinador. Aquesta tècnica es duu a terme amb una alta pressió al buit i utilitzant temperatures altíssimes que poden arribar als 1000 °C per a fondre completament el pols metàl·lic.



Feix d'electrons utilitzats per al mètode EBM.

Aquestes impressores poden utilitzar materials com titani pur, Inconel718 i Inconel625 per a fabricar peces aeroespacials i implants mèdics. Per defecte, aquesta tecnologia és molt lenta i costosa.

## **Fabricació mitjançant laminatges d'objectes (LOM)**

Utilitza capes de paper, plàstic o laminats metàl·lics recoberts amb adhesius que es fonen sota calor i pressió i es tallen amb un làser o una fulla controlats per ordinador. L'objecte es crea capa per capa i després de tallar l'excés de material es pot llimar o segellar amb pintura.

En comparació amb altres mètodes com el SLA i SLS, la precisió d'aquesta tecnologia és una mica inferior però és un dels mètodes més econòmics i ràpids per a crear peces relativament grans.

## Injecció d'aglutinant (BJ)

És un procés de fabricació additiva i s'utilitzen dos materials, un material a base de pols i un agent adhesiu que actua unint les capes de pols. En general, l'aglutinant s'extreu amb forma líquida des d'un capçal d'impressió igual que amb una impressora 2D d'injecció de tinta convencional. Una vegada s'acaba una capa, la superfície d'impressió baixa i el procés es torna a repetir.



Imatge del procés d'aglutinant.

El funcionament és senzill, desplega una capa de material imprimible en 3D. Tot seguit, va injectant tinta tèrmica de dreta a esquerra dipositant en tota l'àrea de treball dos agents químics: agent fundent, per crear una capa sòlida del material i agent de detall, per determinar l'estructura de la capa que s'està creant. Finalment, s'aplica energia per catalitzar l'agent fundent, mentre que la pols impregnat amb l'agent de detall roman inert.

Aquest mètode té el gran avantatge que pot imprimir a tot color agregant pigments a l'aglutinant. Per contra, no és massa precís ni resistent.

Les impressores poden utilitzar ceràmica, metall, arena o plàstic.

## Injecció de material (MJ)

També es coneix com a motlle a la cera perduda i s'ha estat utilitzant durant molts anys pels joiers.

La cera fosa es diposita en capes sobre una plataforma d'alumini mitjançant diversos filtres que recorren l'àrea de construcció. A mesura que el material calent entra a la superfície d'impressió es va solidificant. En aquest cas s'utilitza un tipus diferent de cera amb una temperatura de fusió baixa, la qual es diposita sota de les parts que sobresurten del producte, actuant com a suport de l'estructura. Quan finalitza la impressió, es col·loca en un bany calent que fon el material de suport.

La cera emmotllable és molt fràgil i s'ha de manipular amb molta cura. Aquesta comença a estovar-se als 60°C i es font als 80°C .



Motlle emprat a la injecció de material i objecte resultant.



# MATERIALS

Les impressores 3D poden treballar amb gairebé qualsevol material, aquest és un dels avantatges que fan que evolucionin tant. Els principals materials són:

- Niló: és un plàstic flexible que es troba en forma sòlida (filament o granulat) i en un gran ventall de colors.
- ABS: és un plàstic més resistent i no tan flexible que es troba en filaments i en una àmplia gamma de colors.
- Laywood: és un plàstic creat per la impressió 3D i està format per plàstic i fusta, el que provoca una tonalitat marró que intenta imitar el color de la fusta.
- Laybrick: és un plàstic format amb ceràmica que li proporciona un color semblant al del marbre i la pedra.
- Acer inoxidable: és un dels més utilitzats, es troba en estat de pols, per les tecnologies de compactació. El color més utilitzat és en tonalitats platejades.
- Titani: S'utilitza en forma de pols per les tecnologies de compactació i també és un dels més utilitzats. Produeix peces amb molta resistència i duresa.
- Plata i or: s'utilitzen per a la impressió de joies i d'altres objectes valuosos.
- Paper: s'utilitza per a peces on no es busca gaire resistència i amb ús decoratiu.
- Menjar: s'acostuma a utilitzar per a la xocolata, sucre i carn.

# APLICACIONS

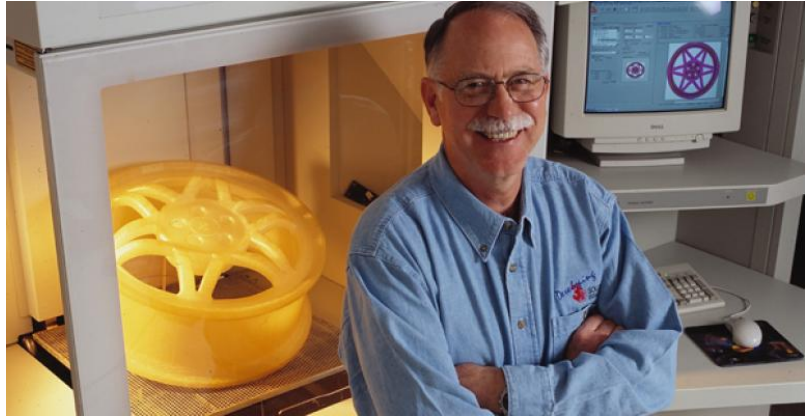
- Automoció: s'utilitza per a dissenyar peces petites i inclús s'està començant a utilitzar en peces aerodinàmiques de la Fórmula 1.
- Alimentació: s'està començant a utilitzar per al menjar i s'està treballant per imprimir-ne de perfectament equilibrats (vitamines, calories, proteïnes...)
- Medicina: fins al moment s'han pogut imprimir òrgans, teixits i pròtesis. L'objectiu és poder imprimir òrgans totalment funcionals i que se'n puguin fer trasplantaments.
- Armament: s'han arribat a construir armes totalment funcionals però no són massa precises i solent tenir un ús per una sola bala.
- Aviació: s'estan imprimint peces de modelatge però l'objectiu és poder imprimir el modelatge sencer per poder evitar fugues per les soldadures. Actualment Airbus està investigant la impressió sencera d'un avió comercial.
- Aeroespacial: s'imprimeixen peces de coets i satèl·lits. Actualment hi ha impressores que poden imprimir amb gravetat 0. Això evita el transport de peces fins a l'estació internacional.
- Joieria: s'aprofita la precisió de les impressores 3D per a fer detalls molt precisos.
- Arquitectura: es construeixen parets i d'altres elements encara que a Japó s'hagi aconseguit imprimir un edifici sencer amb una impressora gegant.
- Moda: es poden imprimir calçats, roba interior, samarretes...

# HISTÒRIA

La idea dels objectes en 3D sorgeix el 1859, quan un fotògraf escultor francès, François Willeme, fer un escaneig amb 3D fotografiant simultàniament un mateix objecte amb 24 càmeres des de diferents angles. Després, el 1892, l'inventor Joseph E. Blather va crear un mètode de creació de mapes topogràfics amb 3D, per al

que va utilitzar un sistema d'estratificació que s'assemblava al de les impressores.

Però els orígens de la impressora en tres dimensions no arriben fins al 1976, quan la primera



Charles Hull, inventor de la impressió 3D.

màquina d'injecció de tinta surt al mercat. Els avenços durant els següents anys en aquesta branca de la tecnologia van permetre que el 1984 Charles Hull, a partir de les impressores d'injecció de tinta, inventés el mètode de l'estereolitografia (SLA), un procés d'impressió orientat a maquetes per a la prova de prototips abans de la seva fabricació en cadena. Hull treballava en una empresa realitzant objectes de plàstic, i li resultava molt pesat haver de fer primer un motlle per després injectar el plàstic. Això el va portar a pensar que seria més senzill si pogués fabricar l'objecte directament, creant-lo capa a capa amb el mateix plàstic. Així va ser com Charles Hull va inventar fa més de 30 anys aquesta nova tecnologia. La seva primera peça impresa va ser una copa de plàstic negre.

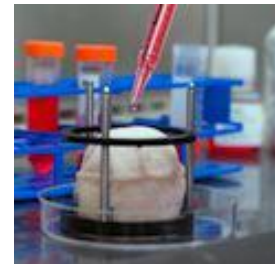
Des del moment amb què es va inventar la impressió 3D ha anat evolucionant a poc a poc i aconseguint nous objectius.

# ASSOLIMENTS DE LA IMPRESSIÓ 3D

El 1989 s'inventen els mètodes d'impressió per deposició de material fos i d'impressió per làser.

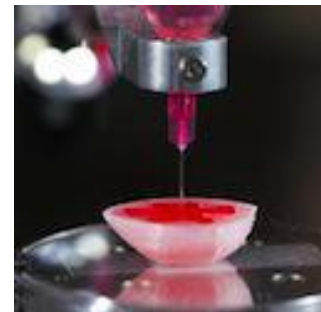
El 1992 surt al mercat la primera impressora 3D, creada per 3D Systems. Funcionava amb un làser UV que anava solidificant els foto-polímers (substància viscosa) amb el que anava imprimint parts tridimensionals per capes.

El 1999, l'Institut Wake Forest va implantar el primer òrgan modificat per mitjà d'implants arterials impresos amb 3D i coberts amb cèl·lules del pacient.



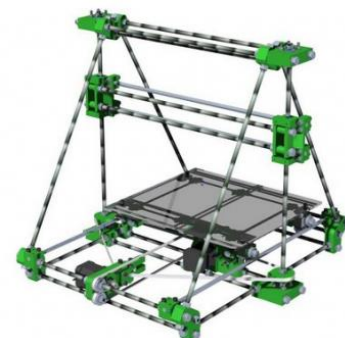
Primer òrgan modificat.

El 2002 uns científics van aconseguir dissenyar un ronyó en miniatura totalment funcional amb la capacitat de filtrar sang i produir orina diluïda a un animal. A partir d'aquest moment va començar la investigació per imprimir òrgans i teixits utilitzant tecnologia d'impressió 3D.



Ronyó imprès amb 3D.

El Dr. Adrian Bowyer de la Universitat de Bath va fundar RepRap el 2005, una iniciativa per a crear una impressora 3D que fos capaç d'imprimir les seves pròpies parts.



Impressora RepRap.

El 2006 van aparèixer els primers dispositius de SLS (sinterització làser selectiva). Va ser l'inici de la producció en massa d'objectes quotidians, parts industrials i pròtesis. Al mateix any també es va crear Object, un sistema d'impressió que podia imprimir amb diferents materials com elastòmers i polímers, fet que feia possible la creació de peces amb diferents densitats i propietats.

El projecte RepRap, el 2008, treu Darwin, la primera impressora 3D amb capacitat d'imprimir la majoria dels seus propis components, permetent així que els usuaris que ja en tinguin una en puguin imprimir més. Al mateix any, Shapeways llançava una pàgina web privada per oferir un nou servei de co-creació entre la comunitat permetent que artistes, arquitectes i dissenyadors presentin els seus dissenys en 3D. També al mateix any, s'aconsegueix imprimir la primera pròtesi d'una cama totalment útil amb totes les seves parts. La pròtesi va ser impresa amb una mateixa estructura complexa sense cap mena de muntatge.



Primera pròtesi  
impresa amb 3D.

El 2009, Indústries MakerBot, una companyia de hardware de codi obert per a les impressores 3D, va començar amb la venda de kit de muntatge que permeten als compradors fabricar les seves pròpies impressores 3D. També al mateix any, el Dr. Gabor Forgacs aconsegueix imprimir el primer vas sanguini amb una bio-impressora 3D.

El 2011, uns enginyers de la Universitat de Southampton, Anglaterra, van aconseguir dissenyar i planejar el primer avió imprès amb 3D. Aquest avió no tripulat es va construir amb només 7 dies i amb un pressupost de 7000€. Un dels avantatges d'aquest procés de fabricació és l'abaratiment de la



Primer avió no tripulat imprès.

construcció de les ales en forma el·líptica, ja que la fabricació convencional surt molt cara. També al mateix any, Kor Ecologic presentava Urbee,



Urbee, cotxe imprès en 3D.

un prototip de cotxe que té com a objectiu la màxima eficiència

possible amb el medi ambient, sent tota la seva carrosseria dissenyada i impresa amb 3D. Tracta de ser un cotxe eficient pel que fa al consum de gasolina i al seu cost de producció. Un altre repte aconseguit al mateix any era la impressió 3D d'or i plata. L'empresa Materialise va ser la primera amb oferir un servei d'impressió 3D d'or de 14 quil·lats i plata de llei. Això permet la creació d'un mercat amb dissenys més barats i utilitzant aquests materials.

L'empresa LayerWise i el seu grup de doctors i enginyers, el 2012, aconseguen imprimir la primera pròtesi de mandíbula personalitzada. Aquest grup va aconseguir implantar una mandíbula a una dona de 83 anys que sofria una infecció d'os crònica. Aquesta tecnologia s'està estudiant més profundament amb l'objectiu de poder promoure el creixement de nous teixits ossis.



Primera pròtesi de mandíbula.



El 2013, Natural Machines presenta “Foodini”, la primera impressora d’aliments. També Defense Distributed llança “The Liberator”, la primera arma de foc impresa amb 3D i Robohan crea la primera pròtesi de mà.



Primera arma de foc impresa en 3D.

El 2014, Stanmore Implants fabrica la primera pelvis a mesura i Organovo Inc. realitza la primera venda de teixits humans bio-impresos. També l’enginyera Grace Choi presenta Mink, la primera impressora 3D capaç d’imprimir diferents productes de maquillatge a qualsevol color.



Mink, la primera impressora de maquillatge.

# PROS I CONTRES DE LA IMPRESSIÓ 3D

## Avantatges:

- **Versatilitat:** una sola impressora 3D és capaç de realitzar infinitat de productes diferents. Gran part de la manufactura actual es realitza amb màquines específiques les quals la seva funció estan limitades a diferència de les impressores 3D.
- **Flexibilitat:** permet realitzar prototips de productes amb facilitat, el que pot implicar una millora amb el disseny.
- **Reducció de cost:** tant amb el procés de producció com amb el procés de transport, ja que la producció la pots fer a casa.
- **Personalització:** tens la possibilitat de realitzar els teus propis prototips de forma personalitzada i exclusiva.
- **Nova indústria i sector:** és un nou sector que crearà nous llocs de treball i noves formes de negoci. Ja hi ha algunes empreses com Shapeways, Thingiverse o Cubify que creen els seus mercats de models 3D perquè puguis descarregar-los i imprimir-los.
- **Aplicacions múltiples que encara estan per descobrir:** la impressió 3D té molt camp per recórrer i cada vegada s'aplicarà amb més camps.

## Desavantatges:

- **Disminució de llocs de treball:** l'elaboració pròpia de productes i la disminució de maquinària pot comportar menys llocs de treball a la manufactura.
- **Vulneració dels drets d'autor:** la rèplica d'objectes amb copyright serà difícil de controlar, ja que els escàners 3D permeten la rèplica de qualsevol objecte.
- **Usos malintencionats:** lamentablement també existeix la possibilitat de crear objectes com armes de foc i d'altres objectes que poden resultar perillosos.
- **Augment de productes inútils:** a causa de la facilitat de crear objectes també augmenta la creació de coses totalment inútils que no et serviran de res.

# PROGRAMACIÓ DE LA IMPRESSORA 3D

La programació de la impressora 3D passa per diferents passos:

## 1r pas

El primer pas a fer és passar l'objecte dissenyat al format .stl. Aquestes sigles estan únicament destinades al disseny assistit per ordinador (CAD) i defineixen la geometria dels objectes 3D i en deixa al marge tant el color com la textura.

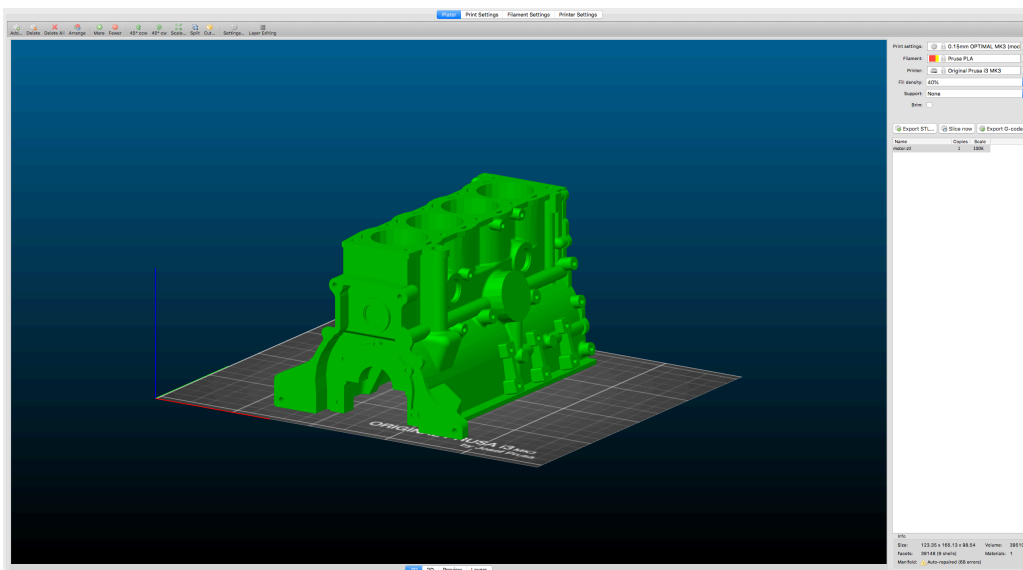
Si l'objecte que es vol imprimir és extret d'alguna biblioteca de dissenys 3D d'internet, el més probable és que l'arxiu ja estigui amb el format .stl, per tant podem ometre aquest pas i passar a l'apartat dos directament.

## 2n pas

Obrim l'arxiu .stl amb l'ajuda d'un software i ens permetrà veure de forma virtual com quedarà el nostre objecte al llit de la impressora.

També el mateix software ens permetrà veure com farà la impressora capa per capa l'objecte a imprimir.

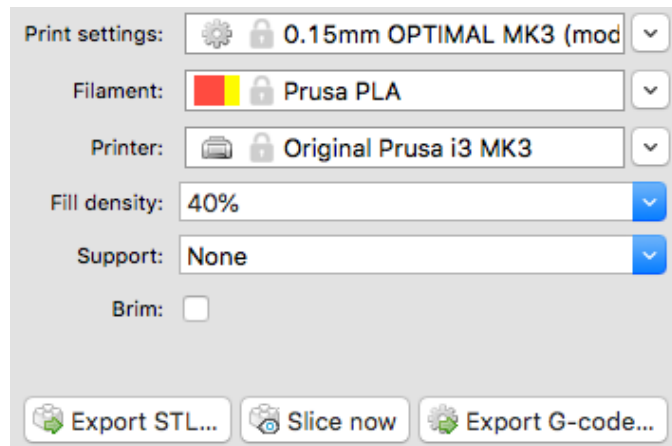
El software que he escollit ha sigut el Slic3r perquè és gratuït i és el més recomanat per l'empresa Prusa, fabricant del meu model d'impressora.



Imatge de la pantalla principal del software on veiem com queda la peça del bloc motor sobre el llit de la impressora.

El software et permet triar diverses característiques sobre la peça:

- Suports: Si alguna peça té algun extrem que sobresurt, podem triar l'opció que el software ens faci un suport per aquests extrems de forma totalment automàtica.



- Densitat: pots triar el percentatge de ple que vols que estigui la peça. El

rang va des del 5% fins al 100%. Una bona opció per imprimir és fer-la al 40%, ja que la peça ja té una alta resistència i t'estalvies molt temps i filament que si ho fessis al 100%. Per contra, una densitat inferior al 40% implicaria una impressió més curta i més econòmica però et proporcionaria bastant menys consistència. Totes les peces que s'han imprès del motor han sigut al 40%.

- Altura de les capes: en aquest cas només ens deixa triar entre quatre opcions diferents:
  - Capes de 0,05 mm: és l'opció més precisa i alhora la més lenta. Al software està catalogat com a "ultradetail".
  - Capes de 0,1 mm: és una de les opcions més recomanades perquè implica la meitat de temps que la primera i et continua proporcionant una alta precisió. Amb aquesta opció s'han imprès tots els engranatges del motor i també els balancins. Aquesta opció el programa la descriu com a "detail".
  - Capes de 0'15 mm: és possiblement l'opció més utilitzada perquè és bastant ràpida i et continua proporcionant bastant precisió. La resta de peces del motor han estat impreses amb aquesta opció. D'aquest format se'n diu "optimal".
  - Capes de 0,2 mm: és l'opció més ràpida i alhora menys precisa que et deixa escollir el programa. Està utilitzada sobretot per

objectes on no importa massa la precisió. Està catalogada com “fast”.

- Material: el software et deixa triar una gran varietat de materials per a imprimir. Els més utilitzats són l'ABS i el PLA, sobretot aquest últim.

Totes les peces del motor s'han imprès amb PLA.

Un cop hem escollit totes aquestes opcions que ens dona el software ja podem transformar l'objecte .stl a un .gcode.

El mateix programa ens dirà el temps que estarà la impressora aproximadament a imprimir la peça i el filament que s'hi destinarà.

Info		
Size:	123.35 x 165.13 x 98.54	Volume: 395103.1
Facets:	39148 (9 shells)	Materials: 1
Manifold:	⚠ Auto-repaired (68 errors)	
Sliced Info		
Used Filament (m):	128.39	
Used Filament (mm³):	308809.88	
Used Filament (g):	0.00	
Cost:	0.00	
Estimated printing time:	34h 5m 41s	

Imatge del temps que estarà a imprimir-se una peça i els metres de filament que es necessitaran.  
L'exemple és del bloc motor.

El G-code és el nom que rep

habitualment el llenguatge de programació, format totalment per codis, i és el format que pot llegir una impressora 3D.

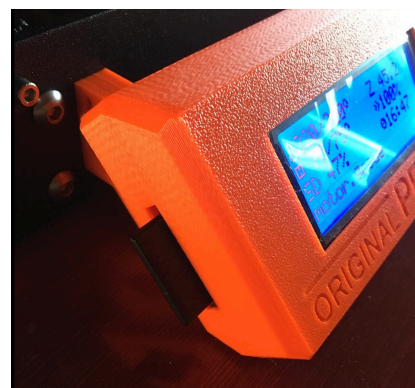
Un cop hem exportat l'arxiu .gcode, ja podem passar al següent pas.

### 3r pas

Guardem l'arxiu G-code a una targeta de memòria externa SD i la connectem a la impressora, a la ranura ubicada a l'esquerra del panel de control.

El funcionament del panel de control és molt senzill, només disposa de dos botons:

- Botó en forma de rodeta: si el pitgem, ens servirà per confirmar l'acció i si el girem, ens servirà per desplaçar-nos de dalt a baix de la pantalla.
- Botó amb una creu: aquest botó només servirà per cancel·lar l'operació i tornar a la pantalla inicial. Si durant una impressió pitgem aquest botó, el

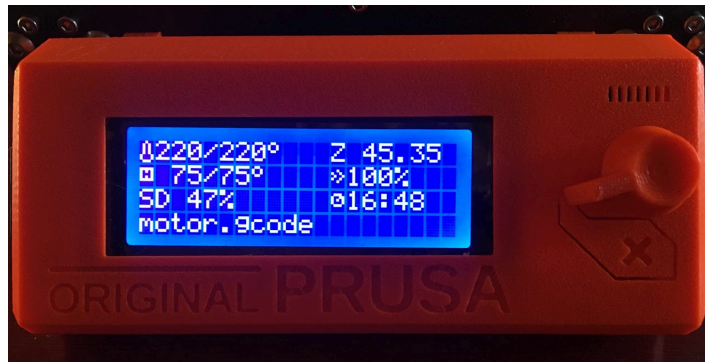


Imatge de la ranura on ha d'anar connectada la targeta SD.

procés quedarà cancel·lat automàticament i no es podrà reiniciar l'objecte des del punt en què ens trobàvem.

Un cop haguem connectat la targeta, pitgem el botó en forma de rodeta i se'ns obrirà una nova pantalla. Per mitjà de la rodeta ens hem de desplaçar amb el cursor fins a l'opció de "print from SD" i pitgem la rodeta.

Llavors se'ns torna a obrir una nova pestanya amb tots els arxius



Imatge del panel de control. A la dreta hi ha ubicats els dos botons i al centre en tenim la pantalla durant la impressió del bloc motor, on ens està indicant el percentatge imprès, el temps que porta imprimint, la temperatura a la qual es troben la base i l'extrusor i l'altura a la qual es troba l'eix Z.

.gcode i altre cop per mitjà de la rodeta busquem l'objecte que volem imprimir i pitgem la rodeta.

Automàticament que pitgem el botó, tornem a la pantalla inicial i tant el llit com l'extrusor es comencen a escalfar. Si el material amb què imprimim és PLA, el llit se sol escalfar a una temperatura de 60°C i l'extrusor a 215°C. Si amb el material amb què imprimim és ABS, el llit s'escalfa fins a la xifra dels 100°C graus i l'extrusor als 255°C.

## 4t pas

Després d'aproximadament dos minuts (depenent del material amb què vulguem imprimir), les dues parts ja s'han escalfat el suficient i la impressora ja està llesta per imprimir. Però abans de començar a imprimir, es calibra ella sola passant per nou punts diferents del llit. Un cop s'ha calibrat, se'n torna al punt d'inici (X=0 i Y=0) i fa una ratlla per poder extreure possibles residus que s'hagi quedat a l'extrusor i comença la impressió.

Durant la impressió pots veure a la temperatura amb què es troba l'extrusor i el llit alhora que també pots veure el percentatge en què es troba del procés, el temps que porta imprimint i l'altura de la peça que ja ha imprès.

Durant el procés d'impressió podem fer alguns ajustos ràpids pitjant el botó de la rodeta. Automàticament se'ns obrirà una nova finestra on tindrem l'opció d'aturar la impressió temporalment, modificar la temperatura del llit i l'extrusor, mirar les estadístiques o inclús canviar de color de filament a mitja impressió, sempre i que els dos materials siguin iguals. Si pitgem aquesta darrera opció, la impressió s'aturarà, l'extrusor s'apartarà de sobre la figura que s'estava imprimint i s'expulsarà el filament. Un cop s'hagi expulsat el filament, ja s'hi pot posar el filament d'altre color i la impressora tornarà a imprimir des del punt amb què s'havia quedat abans de canviar de filament.

## **5è pas**

Un cop s'ha acabat la impressió, tant el llit com l'extrusor es comencen a refredar. Quan s'hagin refredat, la podem treure l'objecte. Si l'objecte que hem fet tenia algun suport, li podem treure vigilant de no malmetre'n la peça.

Una altra cosa molt important és després de cada impressió netejar el llit amb algun material com l'acetona o l'alcohol per eliminar-ne els possibles residus.



# PLÀNOLS

## BLOC

Plànol de muntatge del bloc motor, compost pel mateix bloc, el cigonyal (pàg. 38-39), la tapa de la distribució conjuntament amb l'hèlice (pàg. 40-41) i la tapa posterior del motor.

Mitjançant els plànols veiem la unió dels pistons i les bieles amb les tapes de la de biela. També es veu com el cigonyal queda unit al bloc motor per mitjà dels cinc suports del cigonyal i pels 10 mascles (un a cada lateral).

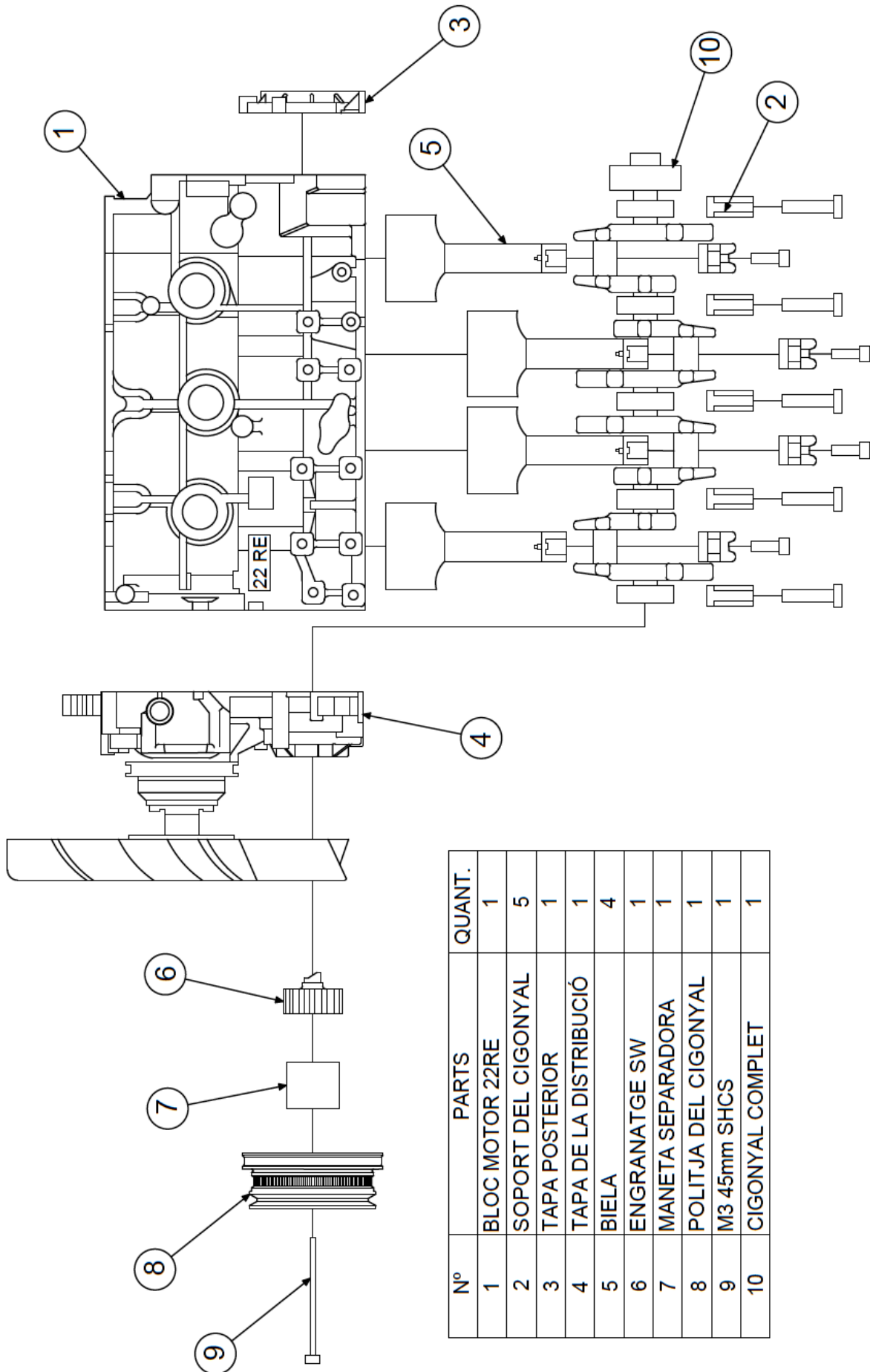
El plànol va acompanyat d'una taula amb les diferents peces enumerades que s'han de muntar en aquest primer plànol i la quantitat de cada una d'aquestes que ens faran falta. Podem relacionar les peces del plànol amb les de la taula per mitjà de les fletxes enumerades i el número de referència que s'hi troba a la taula.

En aquest plànol totes les peces han estat dissenyades i impreses menys el caragol M3 45mm SHCS que uneix la politja del cigonyal, la maneta separadora i l'engranatge SW amb el cigonyal travessant la tapa de la distribució. Tampoc són dissenyats els mascles que uneixen el cigonyal amb el bloc motor i la biela amb la seva tapa corresponent.

Aquest primer plànol és el principal i et dona una visió general de gairebé tot el motor.

És un plànol senzill i concís.

Per dur a terme el muntatge només fa falta una clau Allen.



# CIGONYAL

Plànol de muntatge del conjunt del cigonyal, compost per les diferents manovelles, els coixinets, els mascles, les femelles, les volanderes, l'extrem del cigonyal, el separador 125 i la politja del cigonyal, la maneta separadora i l'engranatge SW (aquests darrers vistos ja al plànol anterior).

Com al darrer plànol, té una visió 2D vista des del lateral on tots els elements guarden la proporcionalitat respecte dels altres. En aquest cas però, tenim quatre cigonyals dibuixats i partits per diferents llocs.

Al primer cigonyal podem veure com estan unides les manovelles 2 per mitjà d'un caragol M3 20mm SHCS i una femella M3, travessant el coixinet 608ZZ.

Al segon cigonyal s'observa com queda unida una manovella 1 amb una manovella 2, per mitjà d'un caragol M3 20mm SHCS i una femella M3. En aquest cas, entre el mascle i la femella també hi haurà 3 coixinets 623ZZ i dues volanderes amb un forat de 3mm.

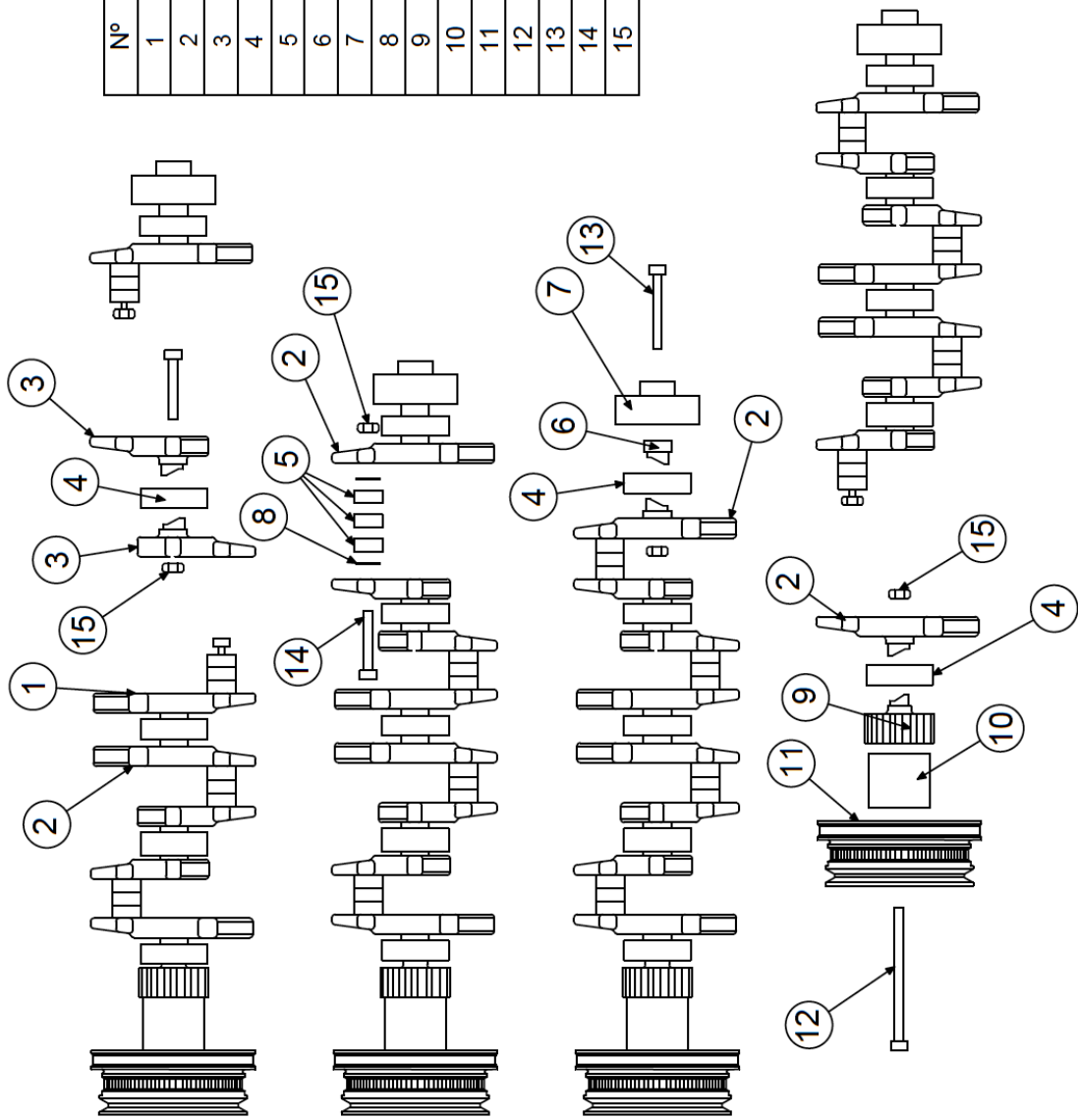
Al tercer cigonyal es veu com queden units l'extrem del cigonyal, el separador 125 i un coixinet 608ZZ a la manovella 1 situada a la dreta de tot. Aquestes peces queden unides pel caragol M3 25mm SHCS collat per una femella M3.

Al quart i últim cigonyal, el plànol se centra específicament en la unió de la politja del cigonyal, la maneta separadora, l'engranatge SW, un coixinet 608ZZ i la manovella 1 ubicada més a l'esquerra. En aquest darrer cas, s'utilitza un caragol M3 45mm SHCS i una femella M3 per a unir-ho.

Igual que al primer plànol, aquest també va acompanyat de la taula on s'indica cadascuna de les peces que hi apareixen i la quantitat que n'hi ha.

Totes les peces que apareixen en aquest plànol han estat dissenyades i impreses menys el caragol M3 45mm SHCS que uneix la politja del cigonyal, la maneta separadora i l'engranatge SW amb el cigonyal travessant la tapa de la distribució. Tampoc són dissenyats ni impresos el caragol M3 25mm SHCS ubicat a la dreta de tot, els caragols M3 20mm SCHS, les femelles i els coixinets, tant els 608ZZ com els 623ZZ.

D'eines només ens farà falta una clau Allen de la mida adequada.



Nº	PARTS	QUANT.
1	MANOVELLA 1 INVERTIDA	1
2	MANOVELLA 1	3
3	MANOVELLA 2	4
4	COIXINETS 608ZZ	5
5	COIXINETS 623ZZ	12
6	SEPARADOR 125	1
7	EXTREM DEL CIGONYAL	1
8	VOLANDERA 3mm	8
9	ENGRANATGE SW	1
10	MANETA SEPARADORA	1
11	POLITJA DEL CIGONYAL	1
12	M3 45mm SHCS	1
13	M3 25mm SHCS	1
14	M3 20mm SHCS	7
15	FEMELLA M3	9

# DISTRIBUCIÓ

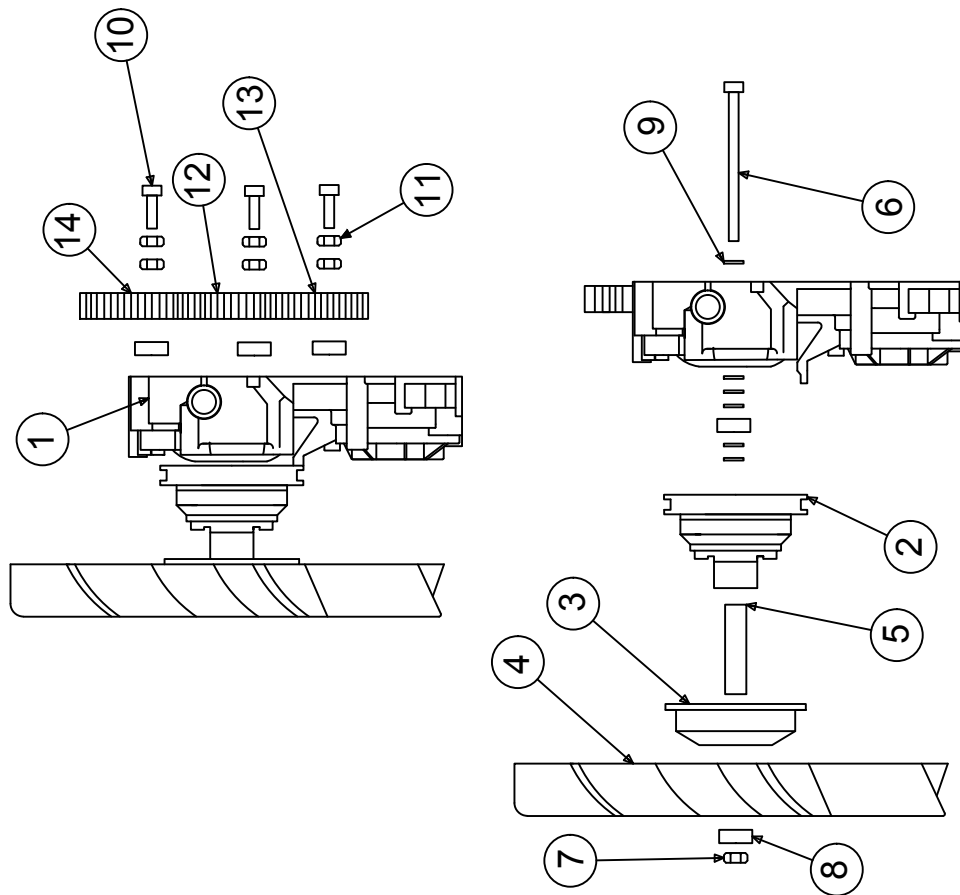
Plànol de muntatge de la distribució, compost per la tapa de la distribució (vista en el primer plànol), els diferents engranatges helicoidals, el ventilador, la politja del ventilador, l'acoblament del ventilador, el separador del ventilador, els diferents mascles i femelles, les volanderes i els coixinets.

Té una visió 2D vista des del lateral on tots els elements guarden la proporcionalitat respecte dels altres. En aquest cas hi ha dos conjunts de la distribució dibuixats.

El primer dibuix del conjunt ens mostra com unir els tres diferents engranatges a la tapa de la distribució i que estiguin en contacte entre ells. Els engranatges giraran sobre els caragols M3 10mm SHCS gràcies als coixinets 623ZZ. Tot això anirà subjectat a la tapa de la distribució per mitjà dels mascles. A dalt de tot hi anirà l'engranatge helicoidal 30 x 10R, al mig hi anirà collat l'helicoidal 16 i a baix de tot l'helicoidal 16R.

A la segona distribució l'objectiu és mostrar-nos com unir la tapa de la distribució amb el ventilador. Per mitjà d'un caragol M3 45mm SHCS, s'uneix a la tapa de la distribució les volanderes de 3 mm, els coixinets 623ZZ, la politja del ventilador, el separador, el suport i finalment l'hèlice. Tot això serà collat per una femella M3.

Totes les peces que apareixen en aquest plànol han estat dissenyades i impreses menys el caragol M3 45mm SHCS, les sis volanderes, les 3 femelles M3, les 6 contrafemelles M3, els cinc coixinets 623ZZ i els tres caragols M3 10mm SHCS, encarregats de subjectar els engranatges.



Nº	PARTS	QUANT.
1	TAPA DE LA DISTRIBUCIÓ	1
2	POLITJA DE L'HÈLICE	1
3	ACOBAMENT DE L'HÈLICE	1
4	HÈLICE	1
5	SEPARADOR DE L'HÈLICE	1
6	M3 45mm SHCS	1
7	FEMELLA M3	1
8	COXINETS 623ZZ	5
9	VOLANDERA 3mm	6
10	M3 10mm SHCS	3
11	CONTRAFEMELLA M3	6
12	ENGRANATGE HELICOIDAL 16	1
13	ENGRANATGE HELICOIDAL 16R	1
14	ENGRANATGE HELICOIDAL 30 X 10R	1

# ESTRUCTURA DELS BALANCINS

Plànol de muntatge de l'estructura dels balancins, composta únicament pels suports, els balancins i dos barres metàl·liques.

És un plànol en 2D vista des de dalt on tots els elements guarden la proporcionalitat respecte dels altres. Hi ha dos estructures dels balancins.

Al primer dibuix veiem l'ordre i orientació amb què han d'anar col·locades les estructures i per on han de passar les dos barres metàl·liques. Les estructures han de quedar unides per les barres i entre suport i suport hi han d'haver dos balancins. Els balancins d'una banda de l'estructura ens serviran per obrir i tancar les vàlvules d'admissió i els de l'altra banda per les d'escapament.

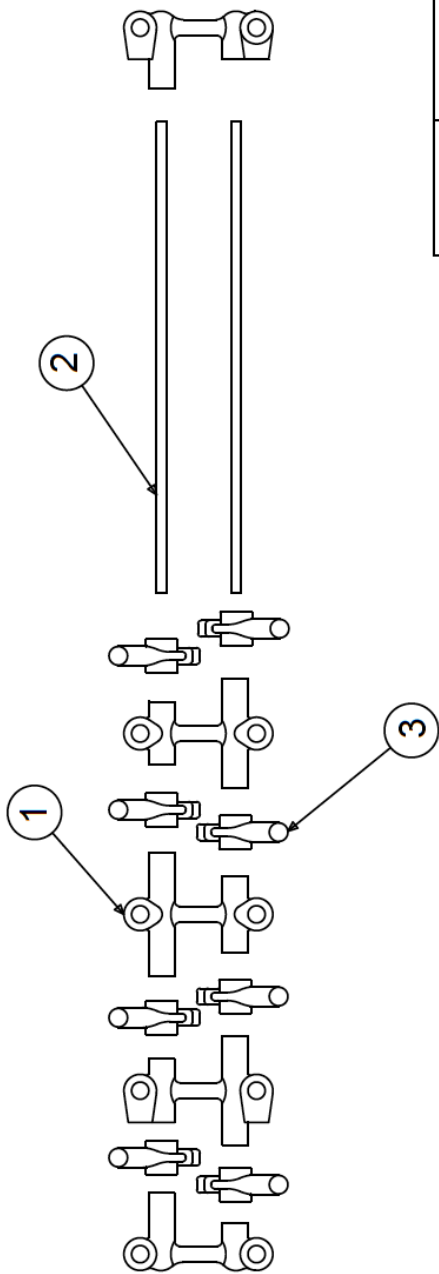
El segon dibuix ens serveix per veure el resultat final de la unió de l'estructura, els balancins i les barres. En aquest dibuix no podem veure les dues barres perquè van per dins de l'estructura i dels balancins. L'escala és més gran que la del primer però continuen guardant totes les proporcions.

En aquest plànol els balancins i l'estructura han estat dissenyats i impresos. Per contra, les barres, al ser metàl·liques no han pogut ser impreses.

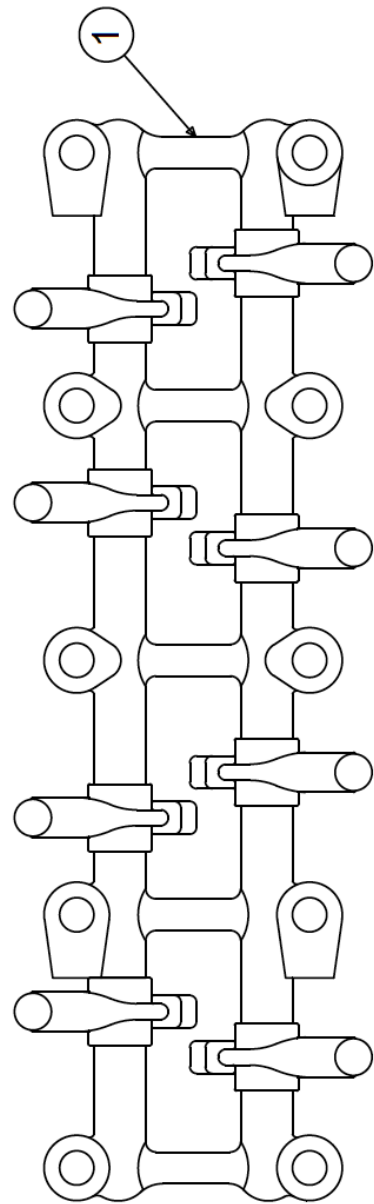
Aquest plànol és el més senzill, ja que només consta de l'estructura (composta pels cinc suports), vuit balancins i dos barres.

El muntatge de l'estructura dels balancins és molt senzill i a diferència dels altres muntatges no ens farà falta cap mena d'eina.





Nº	PARTS	QUANT.
1	ESTRUCTURA	1
2	BARRA DE 3mmØ x 13,716cm	2
3	BALANCI	8



## MUNTATGE DE LES VÀLVULES

Plànol de muntatge de les vàlvules, formada per cinc tipus de peces: la molla de la vàlvula, el retenidor de la molla, un caragol M3 35mm SHCS, la vàlvula d'admissió o d'escapament i una contrafemella.

El plànol és en dos dimensions vist des del lateral i totes les peces guarden proporció entre elles. Aquest plànol només consta d'un dibuix.

La vàlvula ha d'anar unida amb el caragol M3 35mm SHCS i aquest s'haurà d'ajuntar al retenidor de la molla per mitjà de la contrafemella M3, que quedarà a dins del retenidor.

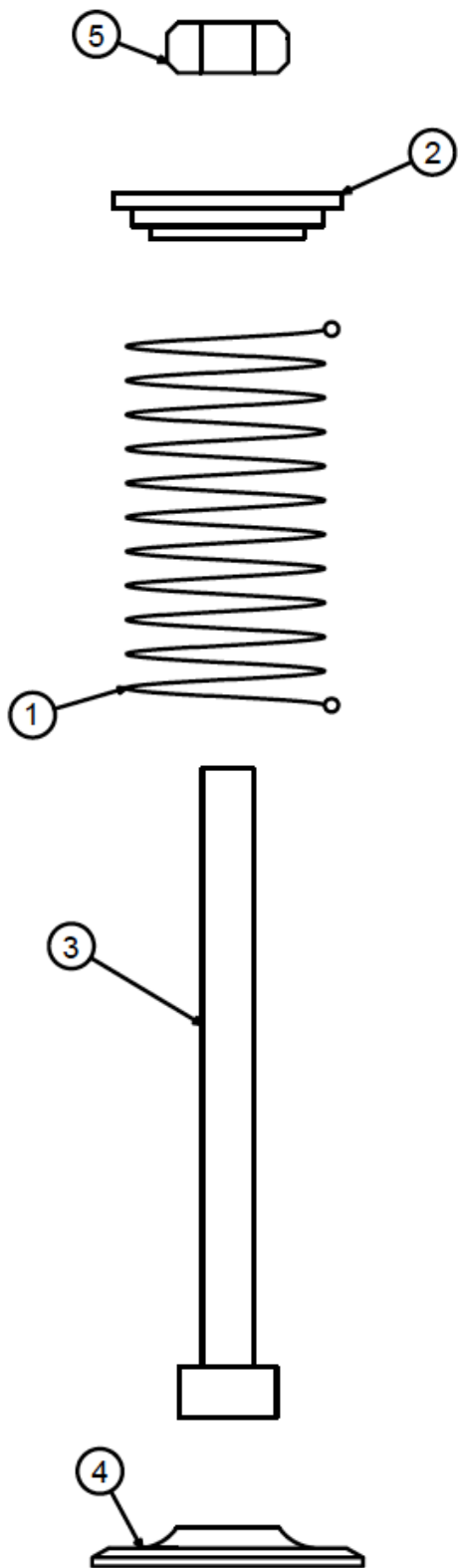
Aquest procediment l'haurem de fer un total de vuit vegades, quatre per muntar les vàlvules d'admissió i quatre per les vàlvules d'escapament. Això vol dir que ens faran falta un total de vuit molles, vuit retenidors de les molles, vuit caragols M3 35mm SHCS, vuit contrafemelles i quatre vàlvules d'admissió i quatre d'escapament.

El procediment per muntar una vàlvula d'admissió i una d'escapament és exactament el mateix.

En aquest cas, només hi ha dos tipus de peces que hagin estat dissenyades i impreses que són les vàlvules i els retenidors de la molla.

A l'igual que a l'anterior plànol, tant el plànol com el muntatge és bastant senzill, ja que només hem de treballar amb cinc peces diferents.

En aquest muntatge només serà necessari una mica de cola per si el caragol no s'acaba de quedar ben unit a la vàlvula.



Nº	PARTS	QUANT.
1	MOLLA DE LA VÁLVULA	1
2	RETENIDOR DE LA MOLLA	1
3	M3 35mm SHCS	1
4	VÁLVULA	1
5	CONTRAFEMELLA M3	1

# ARBRE DE LLEVES

Plànol de muntatge de l'arbre de lleves, format per l'arbre de lleves 1, l'arbre de lleves 2, l'engranatge de la lleva 30T, les contrafemelles M3, un tub metàl·lic de 3 mm de diàmetre i una llargada de 170 mm, els coixinets 623ZZ i les femelles M3.

El plànol és en dos dimensions vist des del lateral i totes les peces guarden proporció entre elles. També tenim la visió frontal d'un dels dos tipus d'arbre de lleves.

El dibuix de l'arbre de lleves ens indica l'ordre i l'orientació amb què ha d'anar cada una de les peces. L'arbre de lleves 1 i l'arbre de lleves 2 han d'estar orientats el més semblant possible al plànol per tal que les vàlvules s'obrin i es tanquin en el moment adequat. Si les lleves no estiguessin ben orientades, això provocaria una mala combustió del motor. Els coixinets 623ZZ ens serviran perquè el tub, juntament amb les lleves i l'engranatge, pugui girar de forma suau sobre el bloc de la culata. L'engranatge lleva T30 és el que farà moure a tot el conjunt, ja que estarà en contacte amb els engranatges de la distribució.

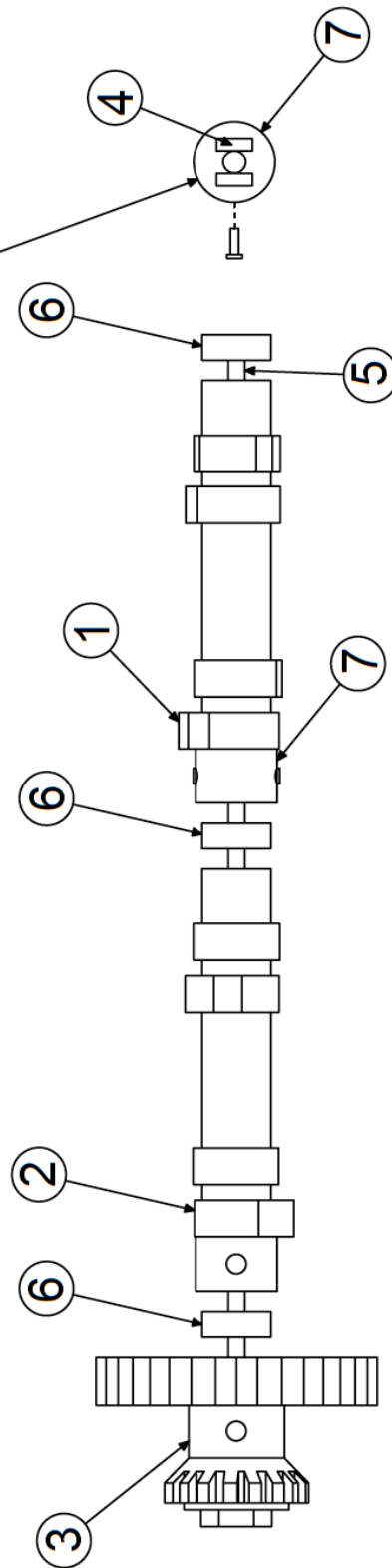
El dibuix ubicat a la dreta del plànol ens permet veure el forat central per on haurà de passar el tub i les dos ranures on s'hi col·locaran les femelles. Aquest sistema en servirà per fitxar l'arbre de lleves 1, l'arbre de lleves 2 i l'engranatge lleva T30 al tub i que no es puguin desplaçar.

En aquest plànol, les peces que s'han dissenyat i imprès són l'arbre de lleves 1, l'arbre de lleves 2 i l'engranatge lleva T30. La resta de peces no són impreses.

Les eines necessàries per dur a terme aquest muntatge són molt escasses, només ens farà falta una simple clau Allen que ens servirà per enroscar els caragols M3 6mm SHCS i deixar així les peces subjectades al tub.

Nº	PARTS	QUANT.
1	ARBRE DE LLEVES 1	1
2	ARBRE DE LLEVES 2	1
3	ENGRANATGE LLEVA 30T	1
4	CONTRAFEMELLA M3	6
5	TUB 3mm Ø x 170,18mm	1
6	COIXINETS 623ZZ	3
7	M3 6mm SHCS	6

LES CONTRAFEMELLES (PEÇA 4) ES COL·LOQUEN A LES RANURES LATERALS I S'HI COLLEN ELS CARAGOLS M3 x 6mm



# CONJUNT DEL PISTÓ

Plànol de muntatge del conjunt del pistó, format pel pistó, la biela, la tapa de la biela, una femella M3, i els caragols M3 10mm SHCS i M3 25mm SHCS.

El plànol es troba en dos dimensions i ens mostra el conjunt del pistó vist des de tres punts diferents. Totes les peces guarden proporció entre elles.

El primer dibuix és una vista lateral del conjunt del pistó que ens mostra com unir la biela i la tapa de la biela (que ja es troben unides) amb el pistó per mitjà d'un caragol M3 25mm SHCS i una femella M3.

El segon dibuix és una vista frontal de tot el conjunt que té com a finalitat mostrar-nos com unir la biela amb la tapa de la biela per mitjà de dos caragols M3 10mm SHCS, un a cada banda de la tapa.

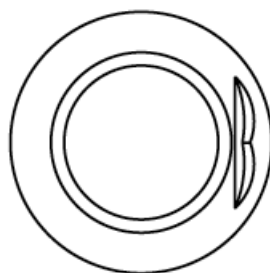
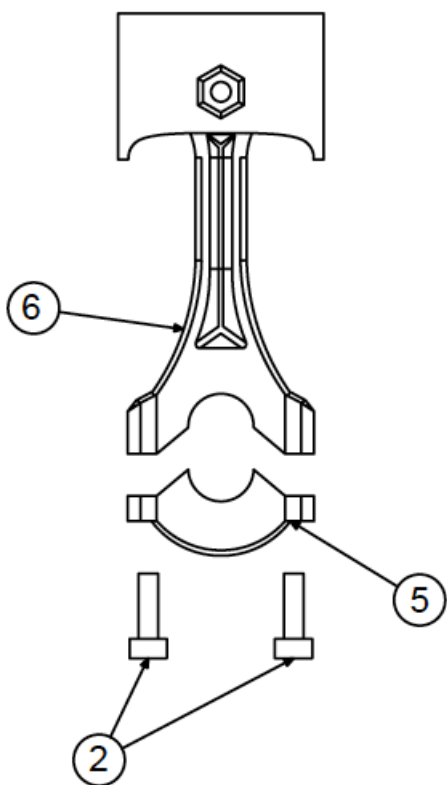
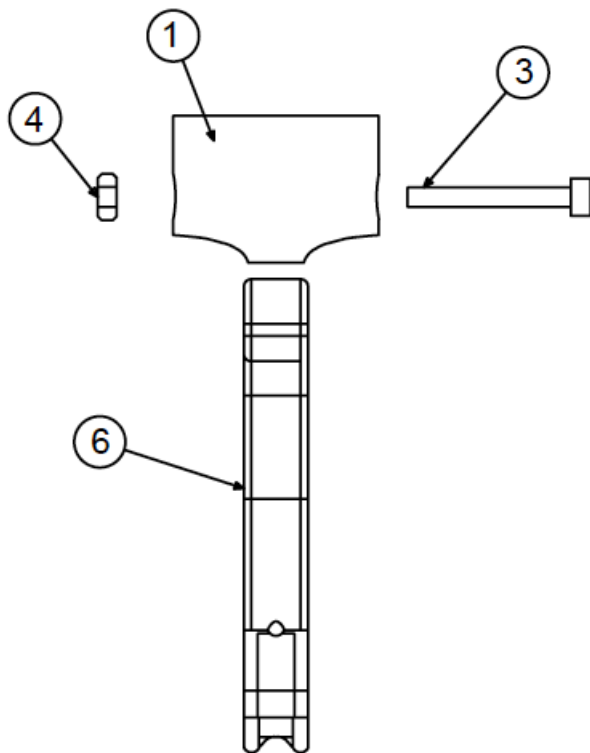
L'últim dibuix és la vista superior del conjunt on només veiem la part de dalt del pistó.

Aquest últim dibuix es troba lleugerament a una escala més gran que els dos primers.

Haurem de fer el procés de muntatge 4 vegades, ja que el motor té quatre cilindres i per tant tindrà també quatre pistons.

En aquest plànol les peces que han estat dissenyades i impreses són el pistó, la biela i la tapa de la biela. Les femelles M3, els caragols M3 10mm SHCS i M3 25mm SHCS no han estat impreses.

Les eines necessàries per a muntar el conjunt del pistó es resumeixen amb una clau Allen per poder caragolar els caragols M3 10mm SHCS que fixen la tapa de la biela amb la biela i el caragol M3 25mm SHCS que fixa el pistó amb la biela.



Nº	PARTS	QUANT.
1	PISTÓ	1
2	M3 10mm SHCS	2
3	M3 25mm SHCS	1
4	FEMELLA M3	1
5	TAPA DE LA BIELA	1
6	BIELA	1



# PECES

## BLOC MOTOR

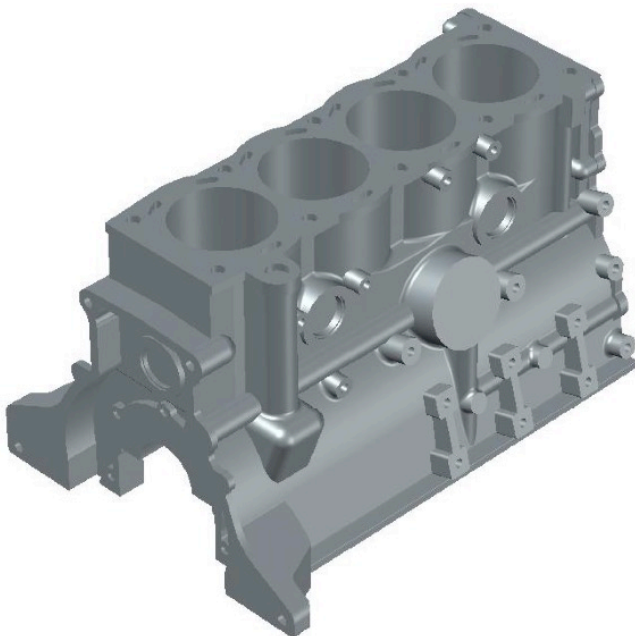
És la peça principal del motor i alhora la més gran.

Està composta per 4 cilindres on aniran els pistons. A la part superior hi va la culata i a la part inferior el cigonyal i el càrter.

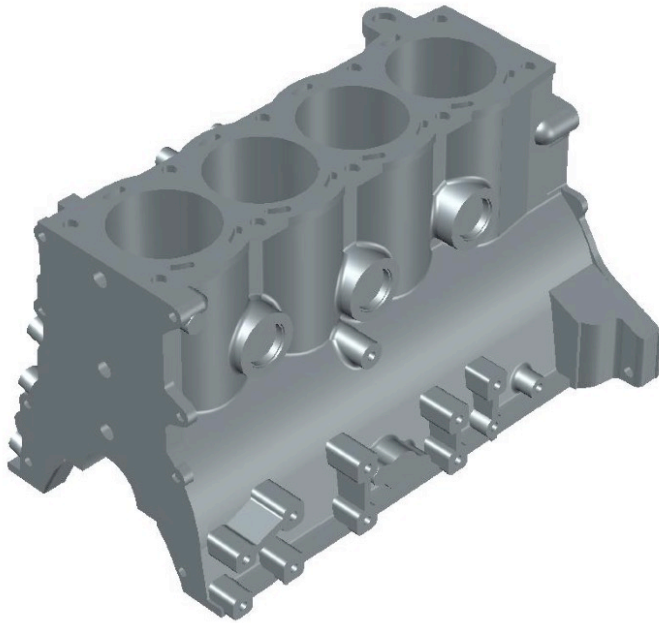
La part frontal del bloc quedarà tapada per la tapa de la distribució i a l'altra hi anirà collat el volant d'inèrcia.

Ha sigut una de les peces que m'ha portat més estona a dissenyar.

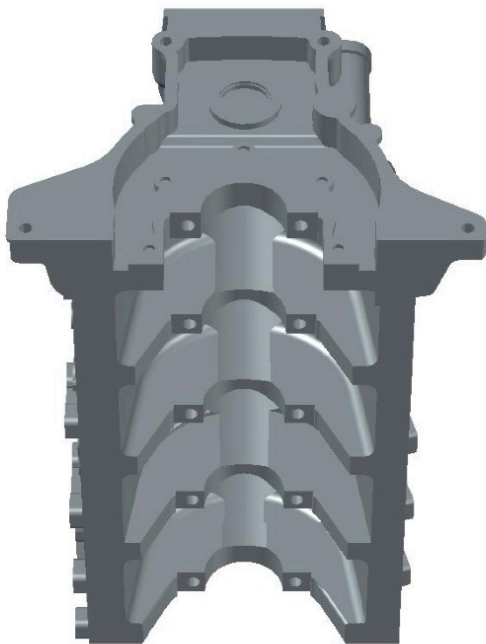
El temps total d'impressió és de 34 hores i 15 minuts i s'hi han destinat la gran quantitat de 128 metres de filament negre.



Imatge del bloc motor on es veuen els quatre cilindres i la part frontal, on hi anirà el volant d'inèrcia.



Imatge del bloc vist des de l'altre lateral. A aquesta part hi anirà collada la tapa de la distribució i els respectius engranatges.



Imatge del disseny vista des de sota, on veiem l'espai per al conjunt del cigonyal i on aniran collades les tapes del cigonyal.

## CULATA

La culata és la part superior del motor que permet el tancament de les cambres de combustió (espais buits ubicats a sota la culata). El conjunt de les vàlvules travessa la culata, a la part superior s'hi troba el retenidor de la molla i a la part inferior, a la cambra de combustió, les vàlvules.

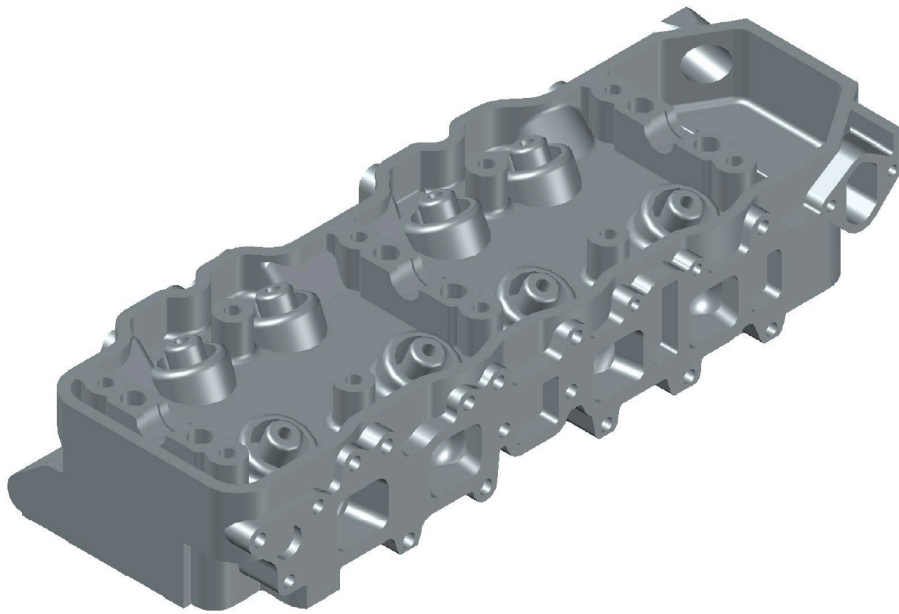
La nostra culata consta de quatre cambres de combustió, una per a cada cilindre, i de vuit vàlvules, quatre d'explosió i quatre d'escapament que estaran alineades amb els cilindres.

A cada lateral de la culata hi ha ubicats quatre orificis que estan connectats per dintre la culata amb les cambres de combustió. Dels vuit orificis, quatre estan pensats per l'admissió del combustible i els altres quatre per l'expulsió dels gasos produïts durant l'explosió.

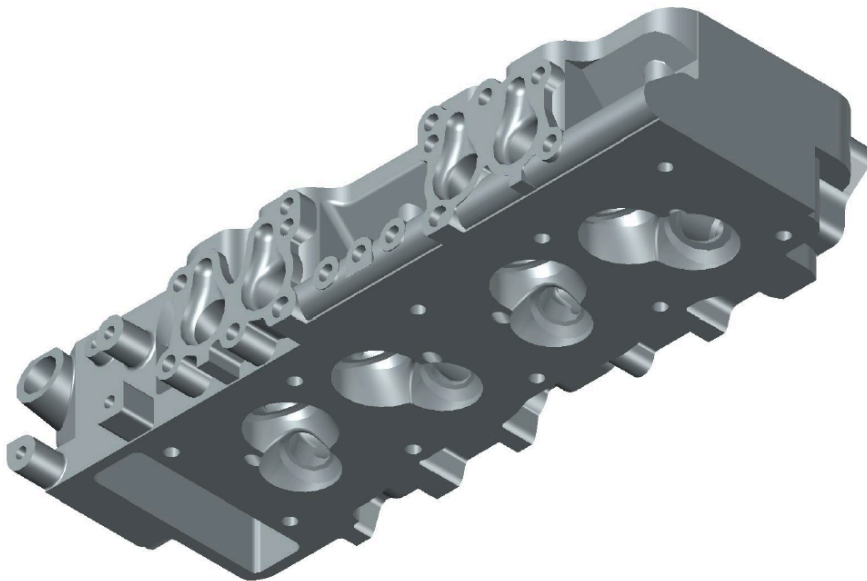
A la culata també hi haurien d'anar enroscades les bugies, en cas que el motor fos de gasolina i complís el cicle Otto, o els injectors si el motor anés amb dièsel.

A la seva part superior hi aniria collada l'estructura dels balancis i els arbres de lleves.

Per poder imprimir aquesta peça s'ha gastat un total de 71 metres de filament gris i el temps total ha sigut de 16 hores i 52 minuts.



Imatge del disseny on es veu la part superior de la culata i un lateral, on hi ha ubicats els quatre orificis destinats a l'admissió del combustible.



Imatge de la culata on es veu la part inferior i l'altre lateral. A la part inferior hi tenim ubicades les cambres de combustió i a cada cambra hi ha els espais per a les dues vàlvules. Al lateral de la culata hi ha els quatre orificis destinats a l'expulsió dels gasos.

## PISTÓ

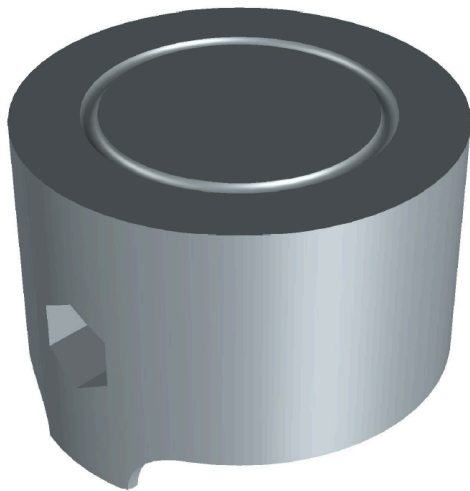
És una peça cilíndrica que es mou al llarg del cilindre i que està impulsada per l'explosió que es du a terme per la guspira provocada per la bugia. El pistó està connectat a la biela i és la que comunica el moviment al cigonyal.

El pistó ha d'estar ajustat el màxim possible al cilindre però alhora aconseguir el mínim fregament possible amb les parets per tal de no perdre potència.

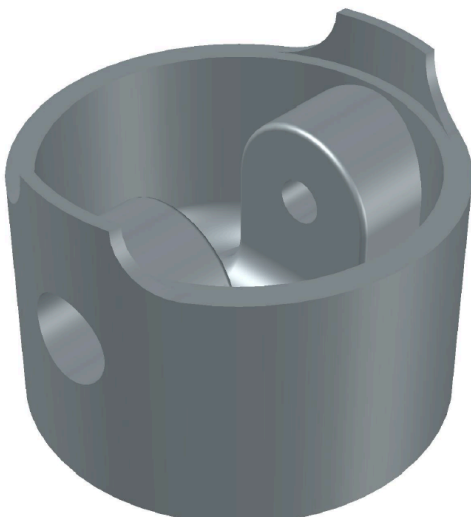
Un motor té tants pistons com cilindres, per tant el nostre motor estarà equipat amb quatre pistons.

Just a sobre el pistó s'hi troba la cambra de combustió i les vàlvules ubicades a la culata.

Per imprimir els quatre pistons s'han gastat gairebé 11 metres de filament gris i s'hi ha estat un temps total de 6 hores i 10 minuts.



Imatge del disseny del pistó on veiem la part superior i lateral.



Imatge del pistó on veiem la seva part inferior i un altre lateral.

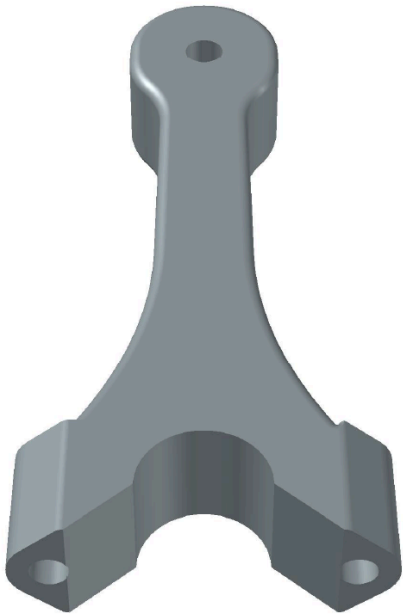
## BIELA

És una peça allargada que per un extrem està unida al pistó i per l'altre extrem a la tapa de la biela. Entre la biela i la tapa de la biela queda un espai esfèric per poder unir tot el conjunt al cigonyal.

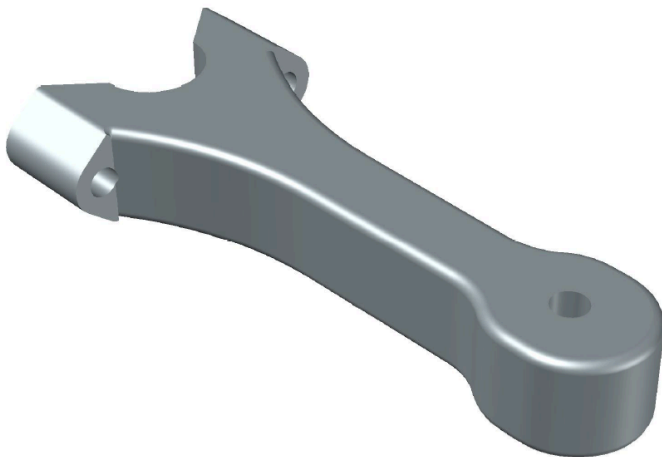
A la biela es poden distingir tres parts:

- El peu: és on està ubicat el forat de menor diàmetre i on s'unirà amb el pistó.
- El cos: és la part central que té una forma semblant a una T invertida.
- El cap: és la part que té mig forat i on s'hi ha d'unir la tapa de la biela.

En aquest cas també hem hagut d'imprimir quatre bieles, amb les quals s'han gastat uns vuit metres de filament marró i un total de 3 hores i 27 minuts.



Imatge del disseny de la biela on es veuen clarament les seves tres parts.



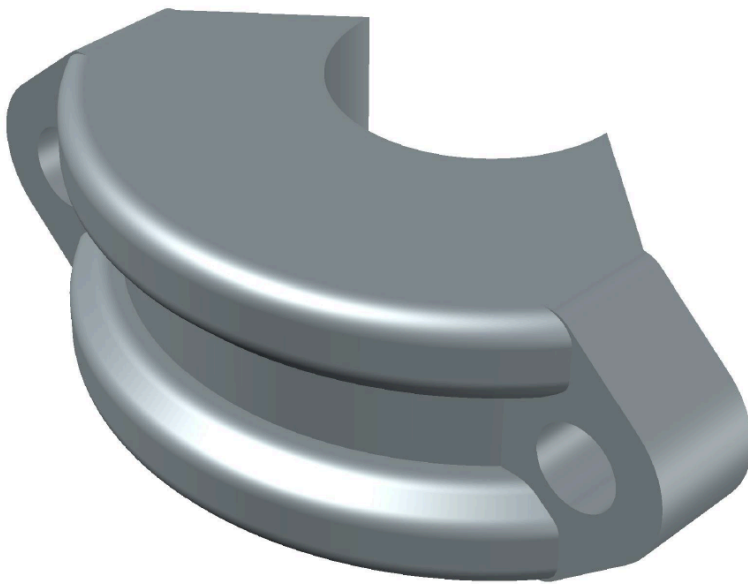
Imatge del disseny on veiem la part superior de la biela i un lateral.

## TAPA DE LA BIELA

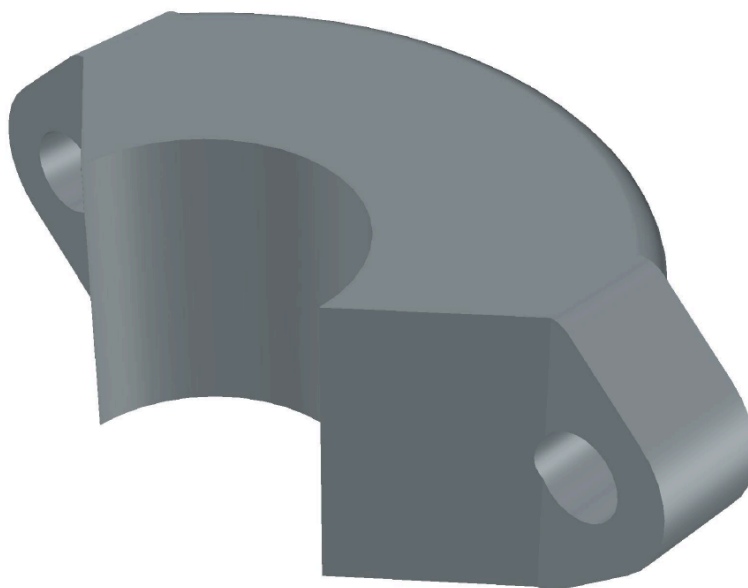
És una peça petita que té una forma de mitja circumferència i que encaixa perfectament amb el cap de la biela formant així un forat cilíndric per poder unir el conjunt biela-pistó amb el cigonyal.

Hem imprès una tapa de la biela per cada biela.

Per imprimir les quatre tapes s'han destinat uns 2,5 metres de filament marró i s'hi ha estat un temps total d'1 hora i 28 minuts.



Imatge del disseny vist des d'un lateral.



Imatge del disseny vist des de l'altre lateral.



## ARBRE DE LLEVES

És un eix que suporta les lleves que tenen una forma determinada. L'objectiu de l'arbre de lleves té la funció de transformar el moviment circular que fan les lleves amb el moviment lineal que tenen les vàlvules a l'obrir-se i tancar-se.

Està ubicat sobre la culata i gira lliurement gràcies als coixinets.

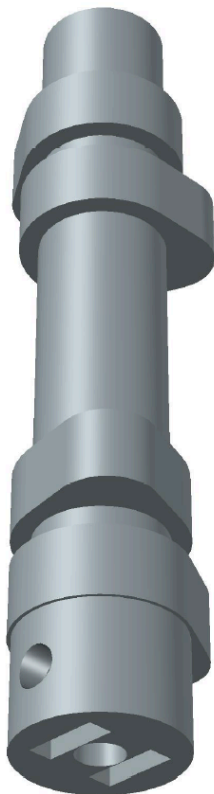
El moviment de l'arbre és gràcies al cigonyal, que li pot transmetre el moviment a través d'engranatges, d'una cadena o d'una corretja.

Al motor Toyota 22RE el moviment comunicat serà a través d'engranatges.

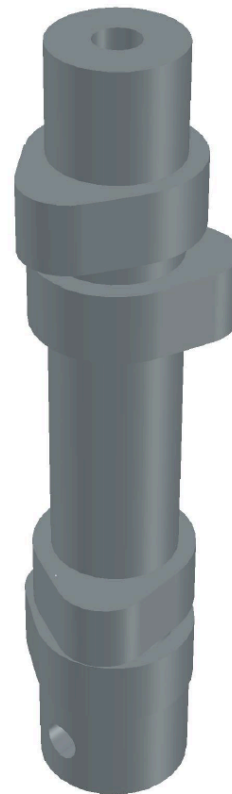
Al nostre disseny de l'arbre de lleves l'hem partit en dos parts, l'arbre de lleves 1 i l'arbre de lleves 2, els quals són gairebé idèntics però les lleves estan orientades diferent.

Per imprimir les dos lleves s'han hagut de fer servir bastants suports.

La impressió de les lleves ha durat 2 hores i 55 minuts i s'han gastat 5 metres de filament marró.



Imatge del disseny de l'arbre de lleves 1 on es veu la part inferior i el lateral.



Imatge del disseny de l'arbre de lleves 2 on es veu la part superior i el lateral.

## BALANCINS

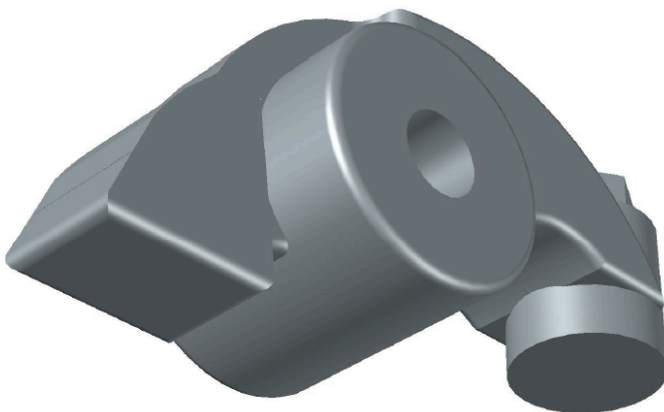
Són unes peces petites que estan en contacte amb els retenidors de la molla i l'arbre de lleves. L'arbre de lleves és el que li provoca el moviment als balancins i aquests li ho comuniquen al conjunt de les vàlvules, fent que s'obrin i es tanquin.

Un motor ha de tenir tants balancins com vàlvules hi hagi. Per tant en el nostre cas hi haurà vuit balancins.

Per la impressió de tots vuit balancins es van destinar 5 metres de filament marró i 3 hores i 14 minuts.



Imatge d'un balanci on es veu la part superior i el lateral.



Imatge del disseny on es veu la part inferior i el lateral.

## ESTRUCTURA DELS BALANCINS

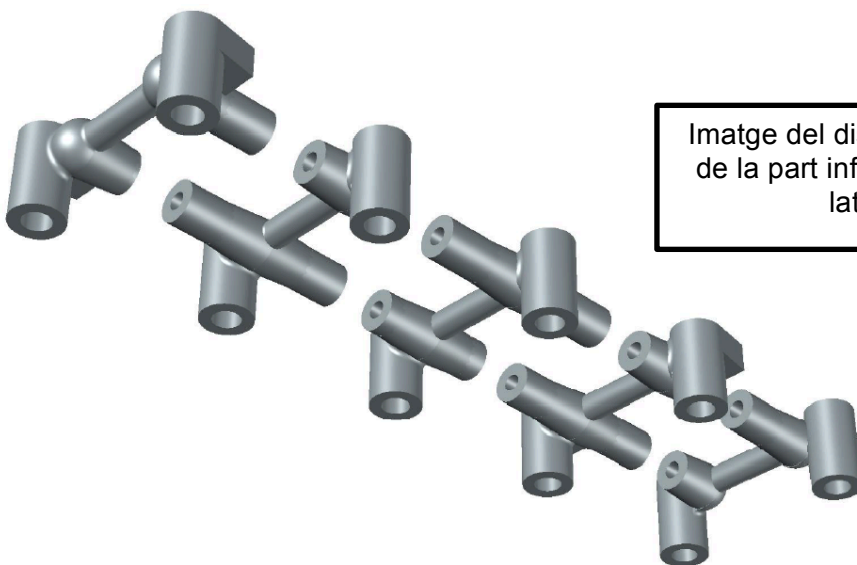
És un conjunt de cinc suports per a poder subjectar tots els balancins per mitjà d'una barra o un tub. Els suports estan ubicats a sobre la culata i estan collats a través de dos caragols M4 20mm.

L'estructura dels balancins queda amagada per la tapa de la culata.

Per imprimir l'estructura s'han destinat 8,5 metres de filament marró i 2 hores i 56 minuts d'impressió.



Imatge del disseny de l'estructura dels balancins vista des de la part superior i d'un lateral.



Imatge del disseny vista des de la part inferior i de l'altre lateral.

## MANOVELLES

Són uns contrapesos que formen part del cigonyal. Entre les manovelles hi van col·locades les bieles i les seves respectives tapes.

Tenen com a finalitat contribuir a l'equilibri que es produeix sobre el moviment circular del cigonyal.

El motor consta de tres tipus de manovelles o contrapesos:

- manovella 1: El cigonyal consta de tres manovelles 1.
- manovella 1 invertida: Hi ha solament una manovella 1.
- manovella 2: Hi ha quatre manovelles 2.

La impressió d'aquestes vuit peces ha durat 6 hores i 10 minuts i s'han destinat 18 metres de filament marró.



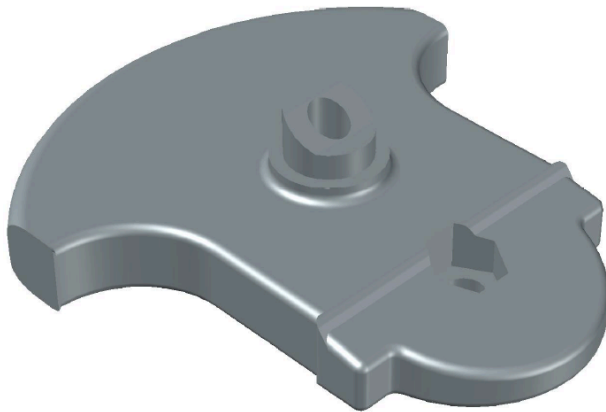
Imatge de la manovella 1 vista des de la part superior i frontal.



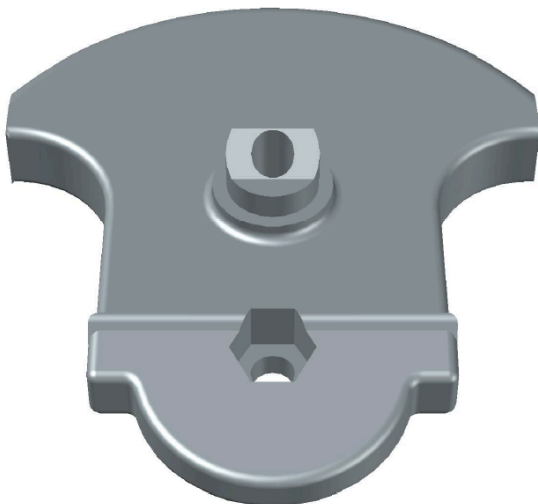
Disseny de la manovella 1 amb una visió del lateral i la part superior.



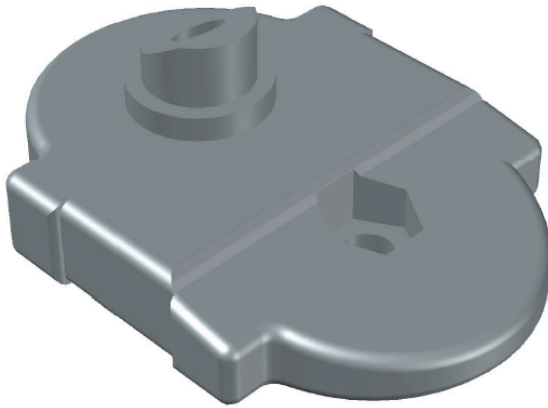
Disseny de la manovella 1  
o manovella 1 invertida  
vista per la part inferior.



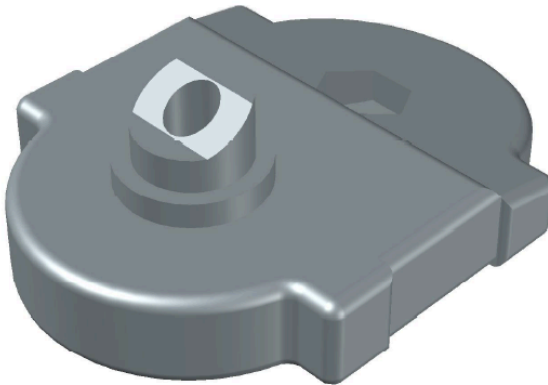
Manovella 1 invertida vista  
des del lateral i la part  
superior.



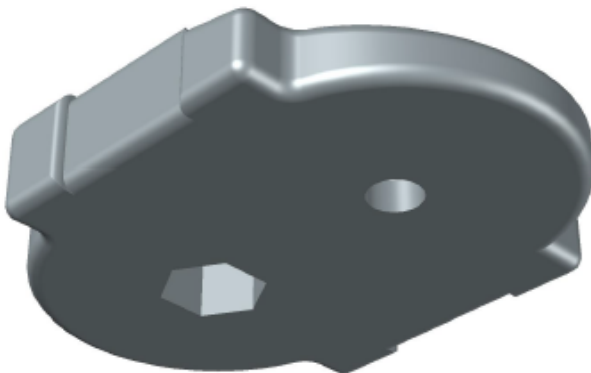
Disseny de la manovella 1  
invertida vista des de la  
part frontal i part superior.



Disseny de la manovella 2 vista des de la part superior i lateral.



Imatge de la manovella 2 vista des de la part superior i un altre lateral.



Imatge de la manovella 2 vista des de la part inferior i un lateral.

## POLITJA DE L'HÈLICE

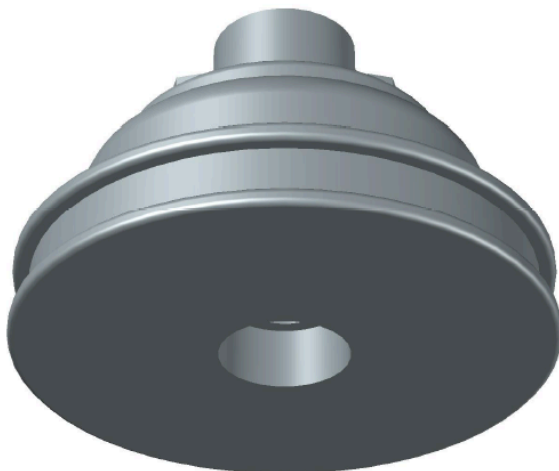
Va collada a la tapa de la distribució i està accionada a través d'una corretja connectada a la politja del cigonyal.

A la politja del cigonyal va subjectada l'hèlice i el seu suport. Pel seu interior hi passarà el separador de l'hèlice.

Per imprimir aquesta peça s'han gastat 4,7 metres de filament negre i un temps total de 2 hores.



Imatge de la politja de l'hèlice amb una visió de la part superior i lateral.



Imatge del disseny amb una visió de la part inferior i lateral.

## POLITJA DEL CIGONYAL

Va unida a l'extrem del cigonyal i és la que permet el moviment a l'hèlice gràcies al moviment circular del cigonyal.

Té una part per fer passar la corretja i l'altra part que és en forma d'engranatge. El temps destinat a imprimir la peça és de 2 hores i 50 minuts i una longitud total de 7,20 metres.



Imatge de la politja del cigonyal vista des de la part superior i el lateral.



Imatge de disseny vist des de la part lateral.



## VÀLVULES

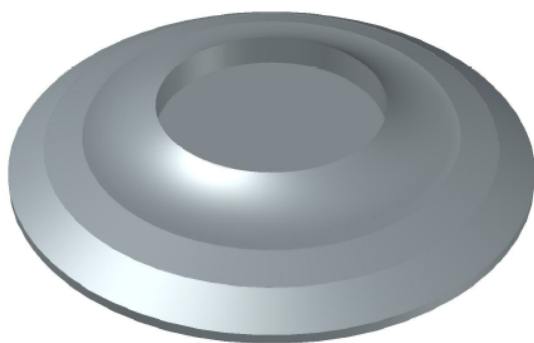
Són uns dispositius amb els quals pots regular l'admissió i l'escapament de gasos i líquids de les cambres de combustió.

Al motor Toyota 22 RE hi ha quatre vàlvules d'escapament i quatre d'admissió.

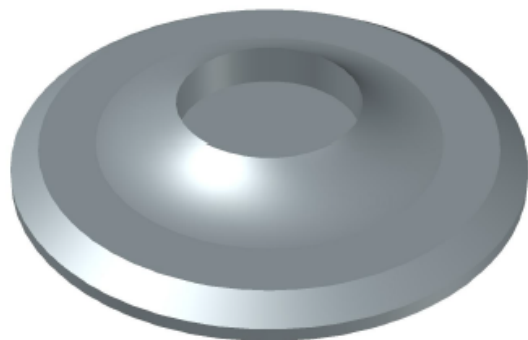
Les vàlvules d'escapament són lleugerament més grans que les d'admissió.

Totes vuit vàlvules van encaixades als espais ubicats sota la culata.

Per imprimir les vuit vàlvules s'han gastat 0,4 metres i sol s'ha estat imprimint 17 minuts.



Imatge de la vàlvula d'injecció vista des de la part superior i lateral.



Imatge de la vàlvula d'escapament vista des de la part superior i lateral.



Imatge de la vàlvula d'escapament vista des de la part inferior i lateral.

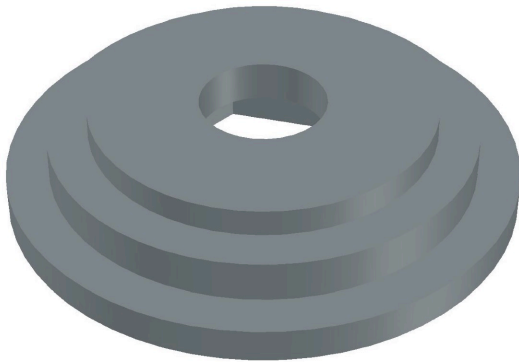
## RETENIDOR DE LA MOLLA

És una de les peces del conjunt de les vàlvules que té com a objectiu retenir la molla i deixar-la lleugerament comprimida contra la culata.

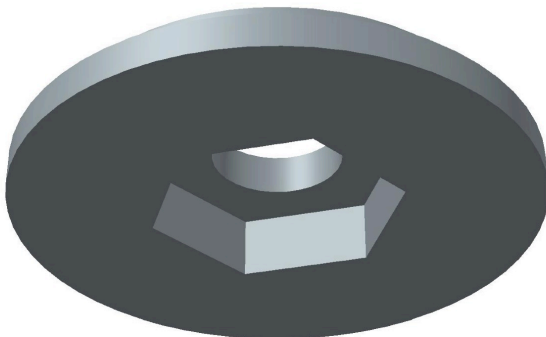
Hi ha un retenidor per cada vàlvula i per tant 8 retenidors.

La peça està composta per tres cilindres de molt poca altura perquè la molla s'hi pugui quedar clavada i un forat a la part superior per una femella.

Les peces són bastant petites i per imprimir-les totes 8 s'han gastat 0,8 metres de filament negre i el temps ha sigut de 32 minuts.



Imatge del retenidor vist de de la part superior on veiem els tres diferents cilindres.



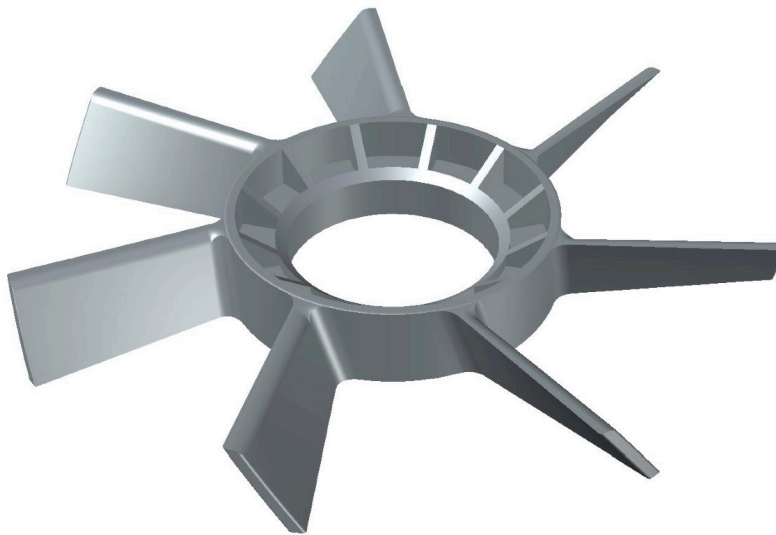
Imatge del disseny vista des de la part inferior on veiem el espai ubicat per la femella.

## HÈLICE

Està unit amb el suport de l'hèlice i tindria l'objectiu de refrigerar el motor. El moviment de l'hèlice està accionat pel cigonyal. Per tant, com més revolucionat estigui el motor, més ràpid girarà el cigonyal i més ràpid girarà també la peça.

Està composta per set pales.

Per imprimir l'hèlice s'han gastat 9 metres de filament negre i un temps total de 4 hores i 17 minuts.



Imatge del disseny de l'hèlice vist des de la part lateral i superior. Es poden veure les set pales i el forat del mig on anirà l'acoblament de l'hèlice.

## ACOBLAMENT DE L'HÈLICE

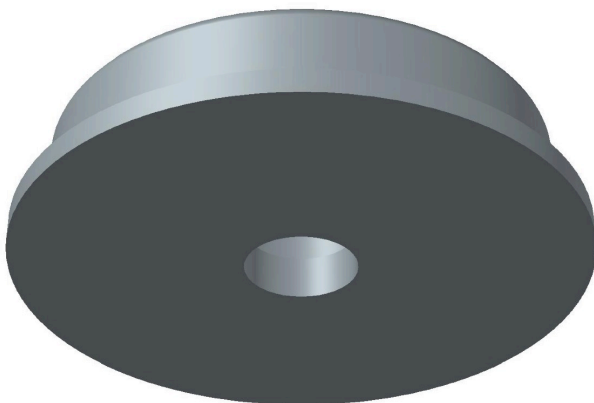
És una peça cilíndrica que passa pel forat central de l'hèlice i queden totalment acoblats.

Per una banda queda unit amb la politja de l'hèlice i per l'altra amb l'hèlice mateixa.

El temps per imprimir aquesta peça és de 36 minuts i s'hi han destinat 2,9 metres de filament negre.



Imatge del disseny amb una visió de la part frontal i superior.



Imatge de l'acoblament amb una visió de la part frontal i inferior.

## TAPA DELS BALANCINS

És una tapa que s'encarrega de protegir els balancins i la seva estructura i està ubicada a sobre la culata. A sobre la tapa hi ha escrit TOYOTA i a un dels extrems hi anirà col·locat el tap de la tapa.

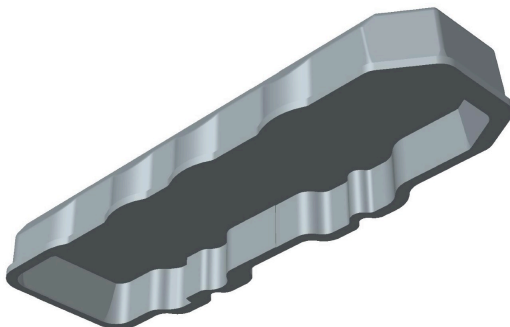
El temps d'impressió ha sigut de 5 hores i 12 minuts i s'hi han gastat 32 metres de filament negre.



Imatge de la tapa dels balancins vista des de dos costats i des de la part superior.



Imatge de la tapa dels balancins vista des dels dos altres costats i des de la part superior.



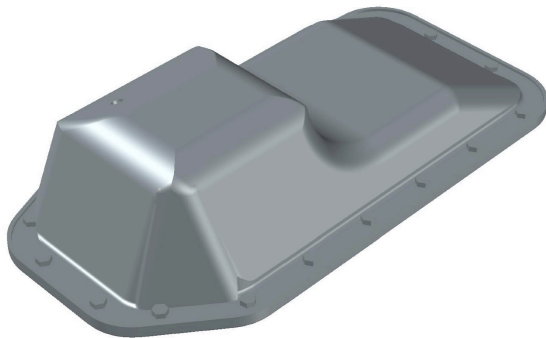
Imatge del disseny vista des de dos costats i des de la part inferior.

## CÀRTER

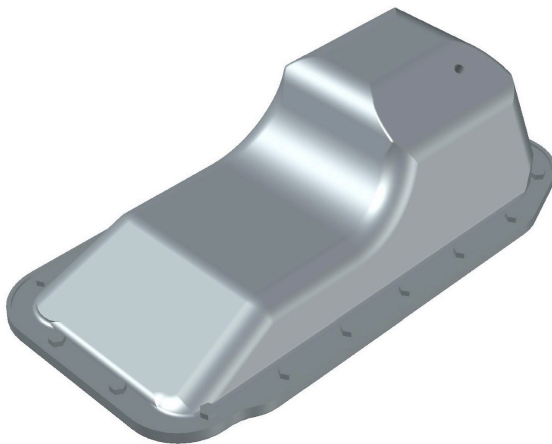
És una caixa que conté l'oli per lubricar el mecanisme i els protegeix de l'exterior.

Està ubicat a sota el bloc del motor i té un forat per poder treure l'oli o canviar-lo.

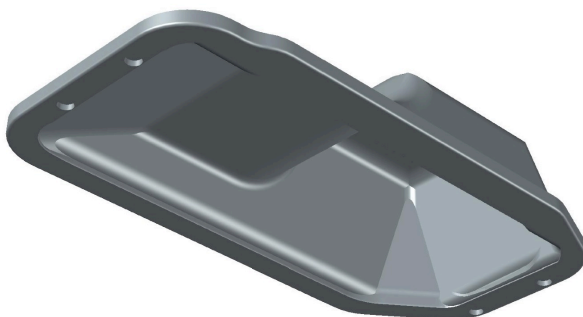
És una peça bastant gran, el que implica una impressió de 8 hores i 46 minuts i 38,7 metres de filament negre.



Imatge del càrter vist des de fora i des d'un lateral.



Imatge del càrter vist des de fora i des de l'altre lateral on es veu el forat per buidar-lo.



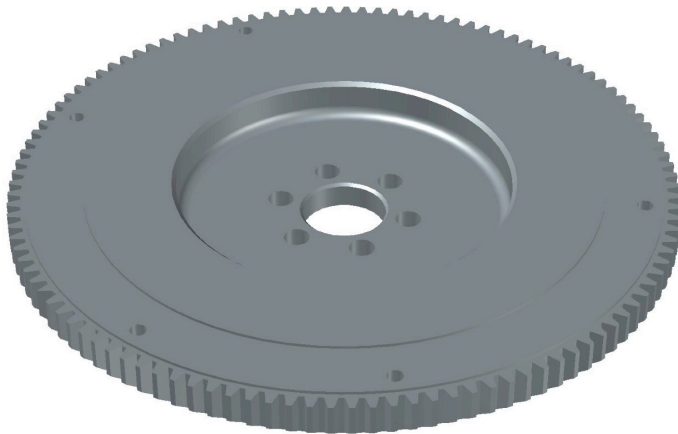
Imatge del disseny on es veu l'interior de la peça.

## VOLANT D'INÈRCIA

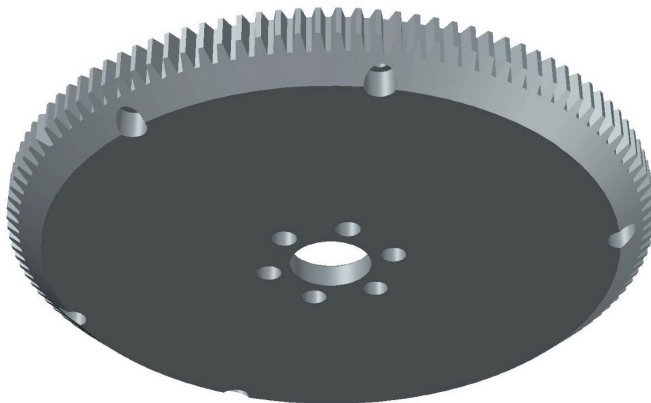
És un disc de grans dimensions que està a l'extrem del cigonyal i aporta al sistema una inèrcia addicional que li permet emmagatzemar energia cinètica.

Té molta energia cinètica pel fet que és una peça bastant pesant. A conseqüència de la gran energia també tindrà molta més inèrcia.

Per imprimir el volant d'inèrcia s'han utilitzat 16,7 metres de filament gris i un temps de 3 hores i 45 minuts.



Imatge del volant d'inèrcia vist des de la part superior i del lateral.



Imatge del disseny del volant vist des de la part inferior i del lateral.

## ENGRANATGES

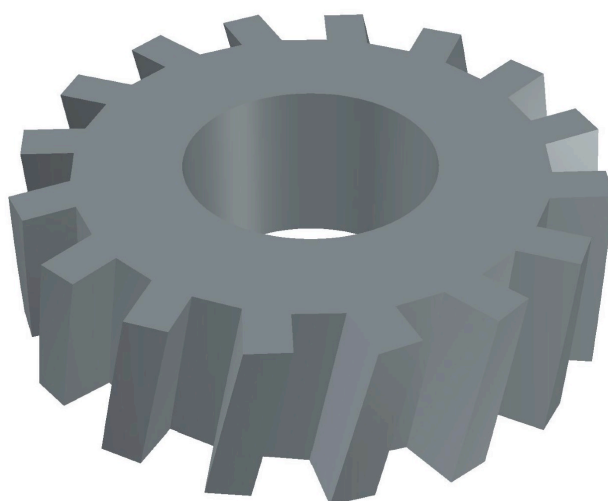
El motor disposa de cinc engranatges, tots cinc en forma helicoidal, i són els encarregats de transmetre el moviment del cigonyal a l'arbre de lleves. Li transmeten el moviment a través de l'anomenada cascada d'engranatges (tots els engranatges en una mateixa columna).

Tots els engranatges han estat impresos amb filament marró.

Els cinc diferents engranatges són:

- **Engranatge helicoidal 16**

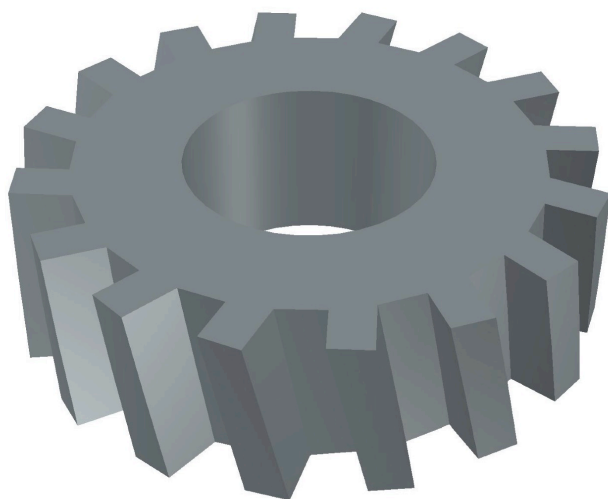
S'han utilitzat 0,65 metres de filament i el temps ha estat de 18 minuts.



Imatge del disseny on es veu la part superior i lateral i les seves 16 dents.

- **Engranatge helicoidal 16R**

Tant el temps com la quantitat de filament és idèntic a l'anterior, ja que és la mateixa peça però invertida.



Imatge del disseny on es veu la part superior i lateral.



- **Engranatge SW**

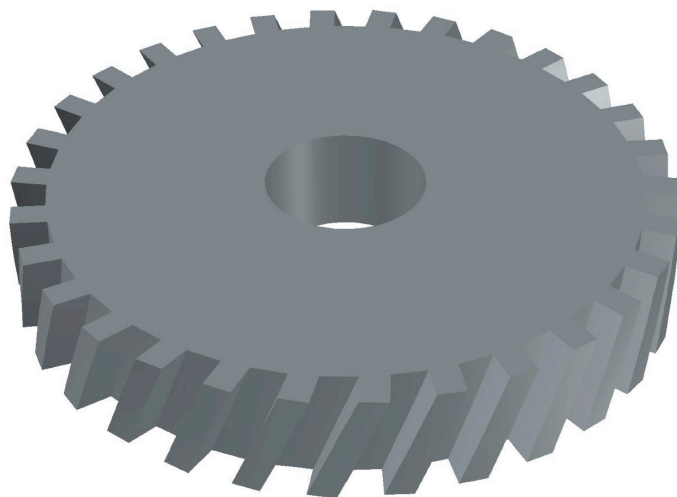
S'han consumit 0,7 metres de filament i la impressió ha durat 20 minuts.



Imatge de l'engranatge SW on es veu la seva part superior i lateral.

- **Engranatge helicoidal 30**

S'han gastat 2 metres de filament i el temps ha sigut de 34 minuts.



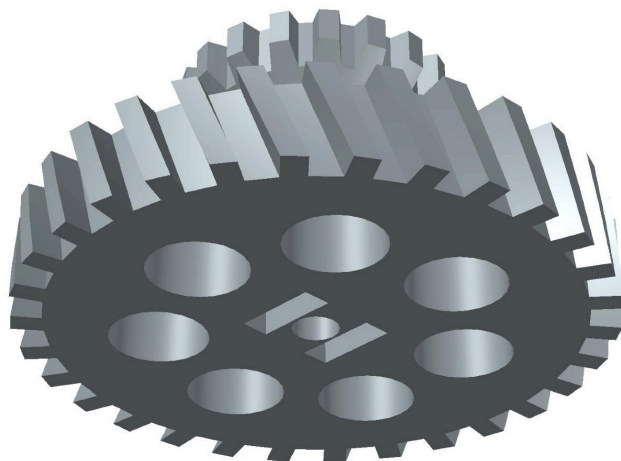
Imatge de l'engranatge helicoidal 30 on es veuen les seves trenta dents.

- **Engranatge lleva T30**

S'hi han destinat 3 metres de filament i 1 hora i 15 minuts.



Imatge de l'engranatge lleva 30T on veiem l'engranatge helicoidal i l'altre que no ho és.



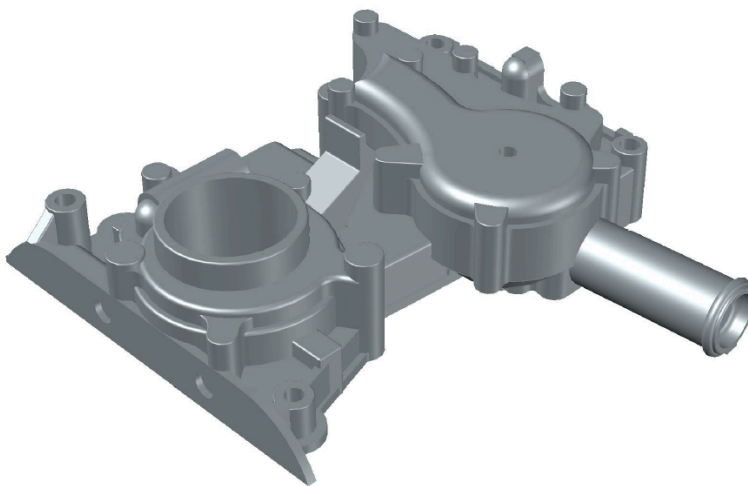
Imatge de l'engranatge on veiem els dos espais per a posar les femelles M3 i el forat central per passar-hi el tub de l'arbre de lleves.

## TAPA DE LA DISTRIBUCIÓ

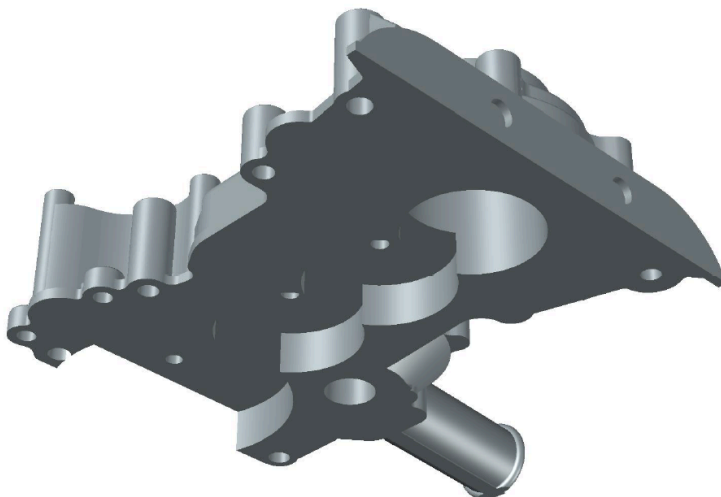
La tapa de la distribució torna a ser una de les peces principals del motor. Aquesta va unida a la part frontal del motor i s'encarrega de tapar els engranatges que van collats al bloc del motor.

De la tapa de la distribució en surt l'hèlice, la seva politja, el separador i el suport de l'hèlice. També en surt la politja del cigonyal, que està connectada al cigonyal.

Per a imprimir la tapa de la distribució s'han destinat un total de 23 metres de filament gris i el temps total ha sigut de 8 hores i 52 minuts.



Imatge del disseny de la tapa de la distribució on es veu la part superior de la peça i un lateral.



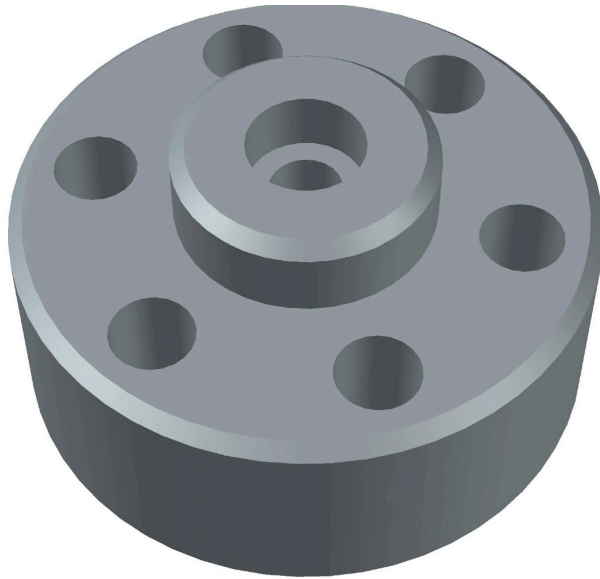
Imatge on veiem la part inferior on hi ha tres espais circulars habilitats pels engranatges.

## EXTREM DEL CIGONYAL

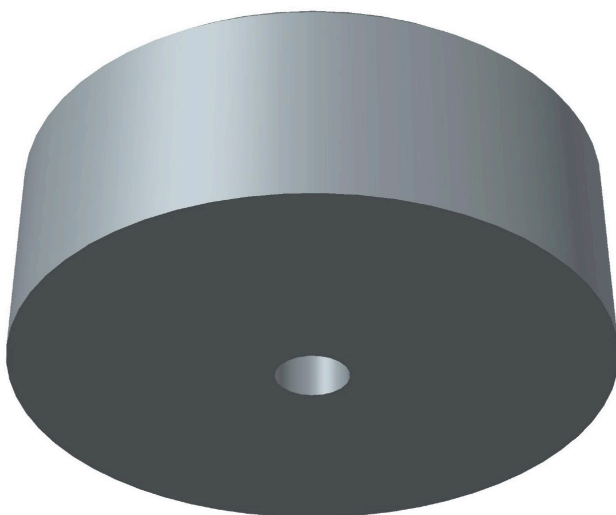
És l'última peça del cigonyal, està oposada al volant d'inèrcia i travessa la tapa posterior.

La peça és bastant senzilla, consta d'un cilindre central i després un altre de més petit a sobre.

El temps d'impressió ha sigut de 37 minuts i s'hi han gastat 1,95 metres de filament marró.



Imatge de l'extrem del cigonyal on es veu la seva part superior i lateral.



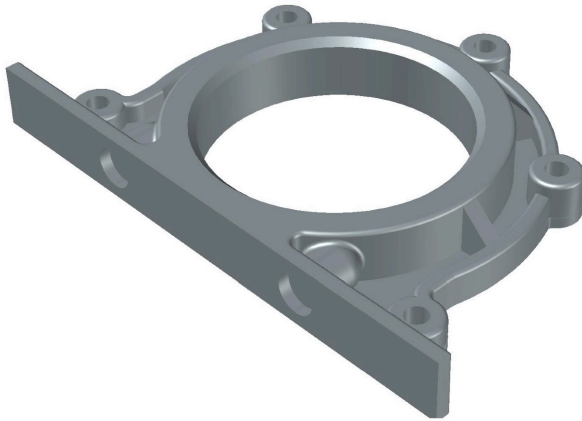
Imatge de la peça del on es veu només la seva part inferior i lateral.

## TAPA POSTERIOR

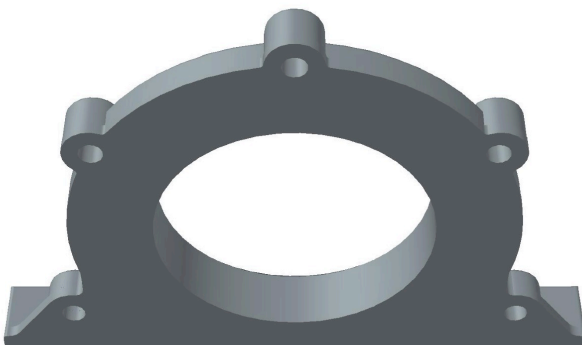
És una tapa que va collada a la part posterior del motor, al costat oposat de l'hèlice.

Té un forat central per on en sobresortirà lleugerament l'extrem del cigonyal.

La peça no és gaire gran, la impressió ha durat 40 minuts i s'hi han gastat 2,3 metres de filament gris.



Imatge del disseny de la tapa posterior on se'n veu la part superior i part de la lateral.



Imatge de la tapa vista des de la part inferior.

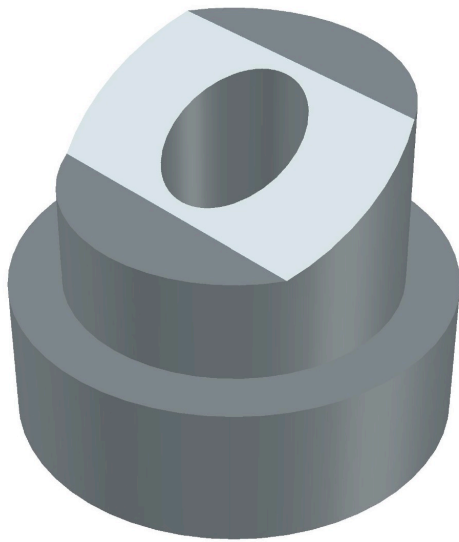
## SEPARADORS

El motor consta de tres separadors diferents:

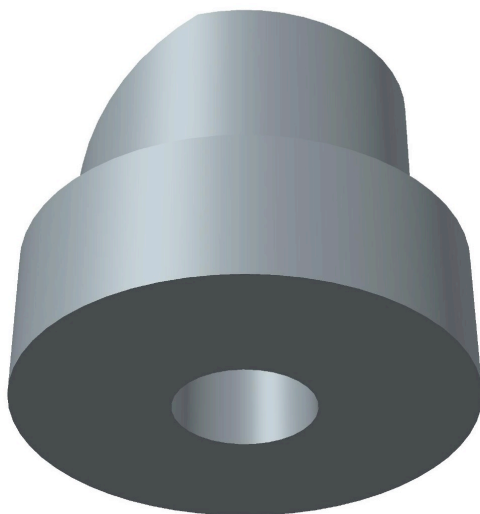
- **Separador 125**

Està al cigonyal i té una forma específica per poder encaixar amb l'última manovella del lateral oposat a la politja del cigonyal.

Aquesta peça és molt petita, el temps d'imprimir ha sigut de 8 minuts i s'han gastat 0,2 metres.



Imatge del separador 125 on es veu el forat central i la forma concreta perquè encaixi amb la manovella.



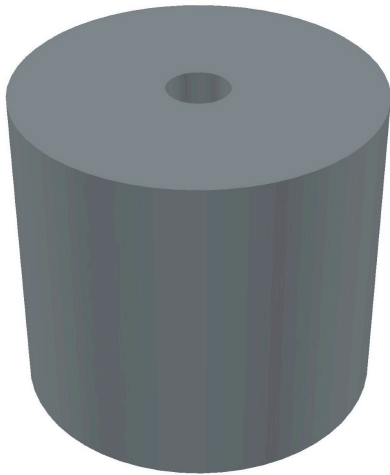
Imatge del disseny on se'n veu el lateral i la part inferior.

- **Maneta separadora**

Aquest separador també es troba al cigonyal i separa l'engranatge SW de la politja del cigonyal.

Té un disseny molt simple.

Per imprimir-la s'hi han destinat 1,5 metres de filament marró i el temps per imprimir-la ha sigut de 33 minuts.



Imatge del disseny de la maneta separadora on se'n veu la part superior i lateral.

- **Separador distribució**

Es troba al conjunt de la distribució i passa per dins la politja de la distribució.

El temps total d'impressió ha sigut d'11 minuts i s'han utilitzat 0,25 metres de filament negre.



Imatge del senzill disseny del separador de la distribució on se'n veu la part lateral i la superior.

## FIXADOR DE L'ARBRE DE LLEVES

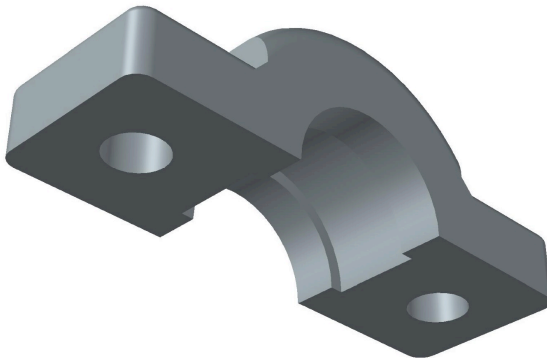
Queda fixat a la culata i s'encarrega de fixar l'arbre de lleves permetent però que pugui girar lliurement.

Hi ha un total de tres fixadors, dos ubicats a cada extrem de la culata i l'altre al centre.

El temps total per imprimir les tres peces ha sigut d'1 hora i 18 minuts i s'hi han gastat 1,7 metres de filament gris.



Imatge del fixador on es veu la part lateral i superior.



Imatge del disseny on es veu la part lateral i inferior, que té una forma per poder-se adaptar a l'arbre de lleves.

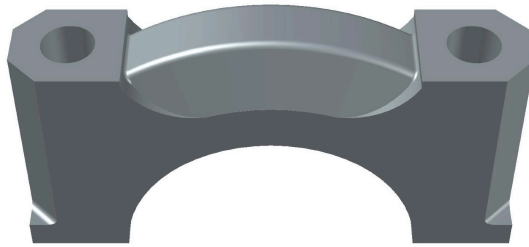


## SUPORT DEL CIGONYAL

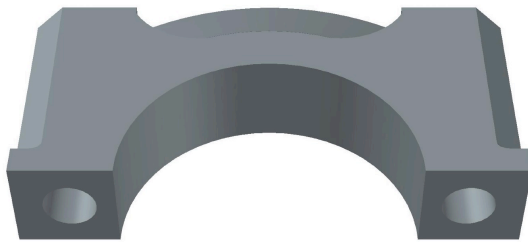
Són els suports que uneixen el conjunt del cigonyal amb el bloc motor i li permeten moure lliurement amb l'ajuda dels coixinets.

Hi ha un total de cinc suports i queden collats a la part inferior del bloc

Per imprimir totes les peces s'han gastat 5,8 metres de filament gris i ha trigat un temps d'1 hora i 40 minuts.



Imatge del suport on es veu la part lateral i la superior.

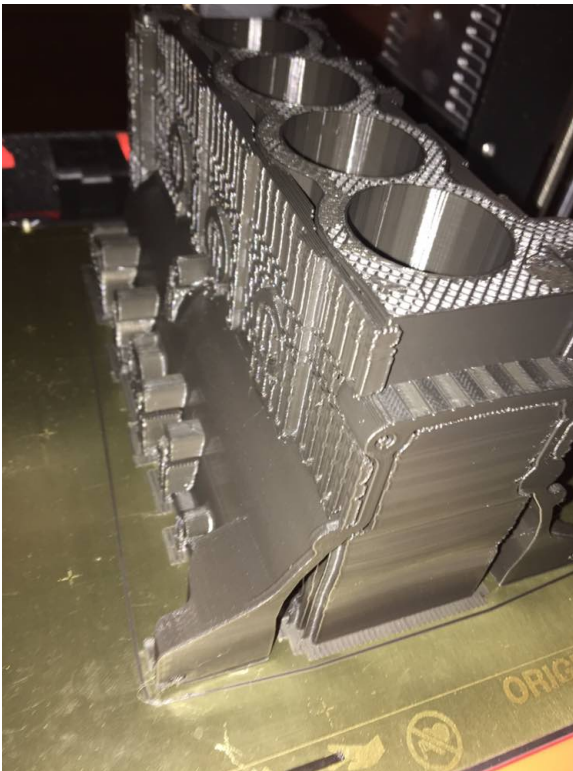


Imatge del disseny on es veu la part lateral i la inferior.

# GALERIA D'IMATGES



Foto de totes les peces del motor menys el seu bloc.



Imatge del bloc motor durant la seva impressió.



Foto del muntatge del cigonyal i dels caragols utilitzats per a muntar el motor.



Imatge dels quatre pistons units amb les respectives bieles.

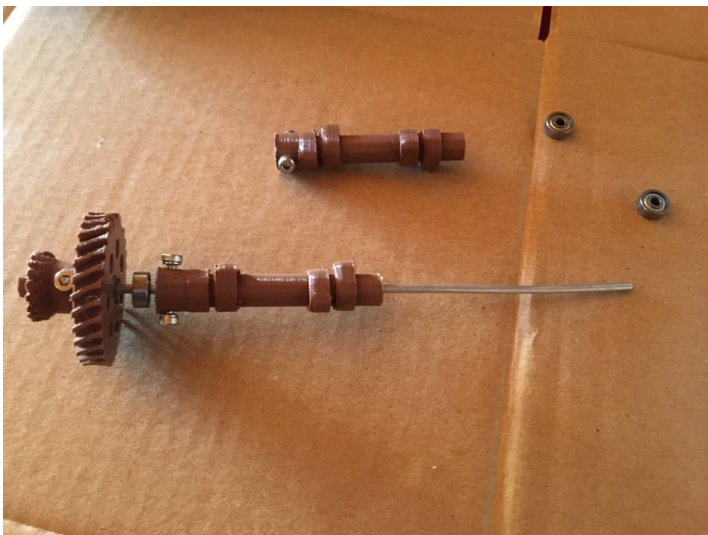


Foto del muntatge de l'arbre de lleves.

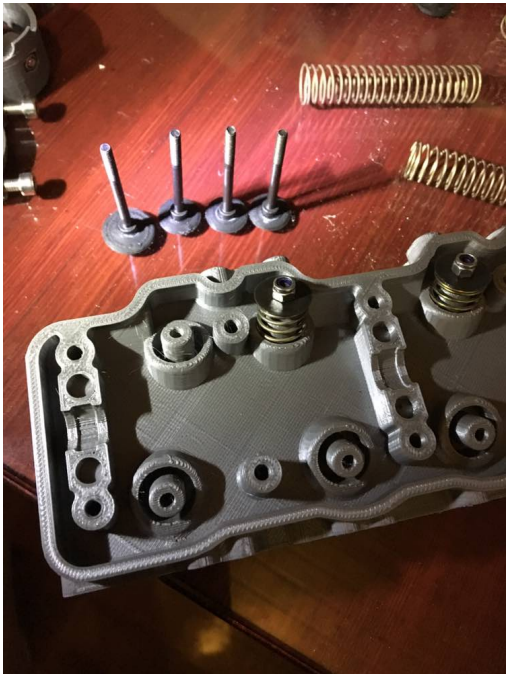
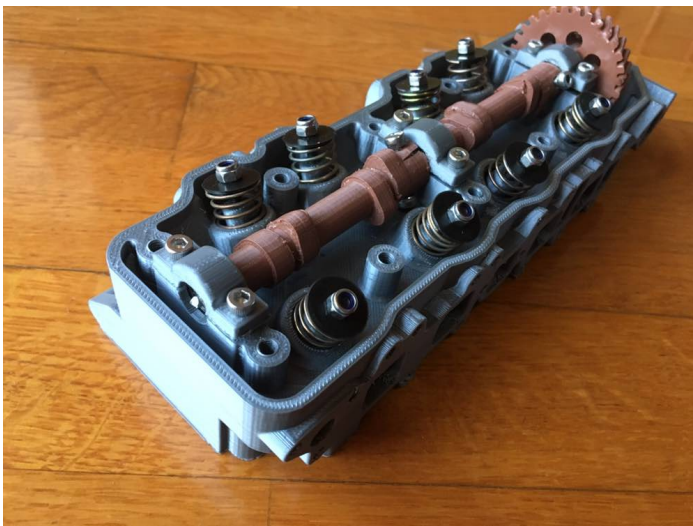


Foto del muntatge del conjunt de la vàlvules a la culata.



Imatge de la culata amb el conjunt de les vàlvules i el seu arbre de lleves.



Imatge del material necessari per poder muntar l'estructura dels balancins.





Foto de la unió del conjunt dels pistons al cigonyal a través de la tapa de la biela.

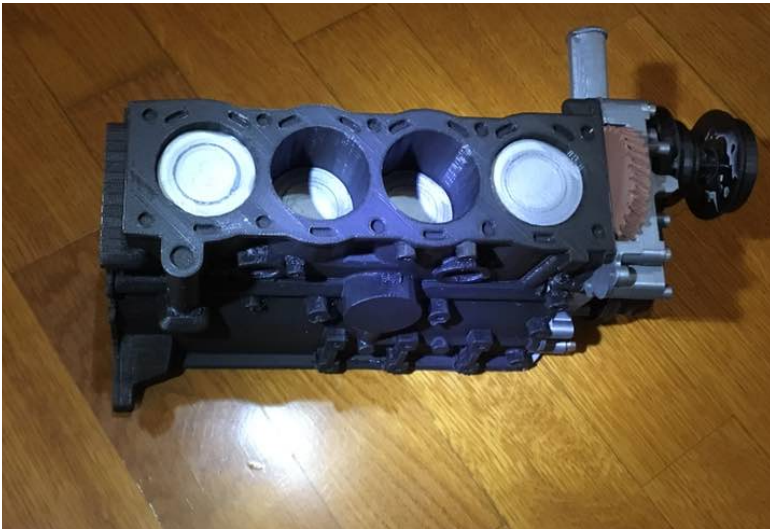
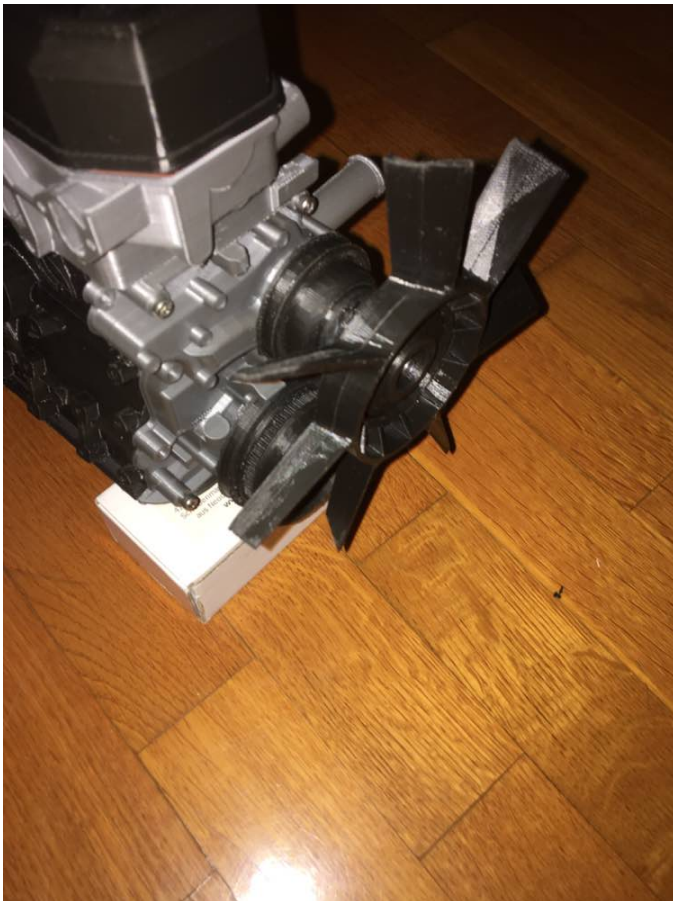


Foto del bloc motor amb els pistons , la tapa de la distribució i els engranatges ja muntats.



Foto del motor totalment muntat vist des del lateral esquerre.



Imatge del motor vist des de la part frontal, on tenim l'hèlice en primer pla.



Foto del motor on es pot llegir les lletres de Toyota.

# CONCLUSIONS

Després de moltes hores de dedicació a aquest treball, sobretot redissenyant cada una de les peces del motor, he aconseguit completar els meus dos objectius que tenia plantejats en un principi.

Respecte al primer, he pogut informar-me i fer bastant recerca de què és la impressió 3D, els diferents mètodes per dur-la a terme i la seva història entre d'altres. Els meus coneixements sobre el món 3D abans de començar el treball els podríem considerar nuls, el que m'ha implicat molta recerca. També he pogut fer el mateix amb el motor i el seu funcionament. En aquest cas ha sigut una mica diferent respecte la impressió, ja que des de ben petit que he estat molt interessat per la mecànica i els meus coneixements sobre aquest tema no partien des de zero com en el cas anterior. Tot i així també he hagut de fer bastanta recerca, sobretot amb les prestacions específiques del motor Toyota 22RE.

Pel que fa a l'objectiu principal del treball, estic molt satisfet d'haver aconseguit dissenyar cadascuna de les seves parts. Per ser sincer, al primer moment no m'esperava que em portes tanta feina, però un cop vaig començar a treballar-hi vaig veure que el que em pensava que resultaria més senzill s'allargaria molt més del que m'havia pensat. Però gràcies a la motivació i les ganes de veure resultats, vaig tirar endavant amb els dissenys i després d'unes 200 hores d'Autocad (totes durant l'estiu) vaig aconseguir acabar-los.

Del resultat final també n'estic content, ja que he pogut imprimir totes les peces que havia fet i han encaixat totes correctament, el que demostra que els dissenys estan ben fets. El temps total d'impressió ha sobrepassat les 120 hores.

Pel que fa a la hipòtesi inicial, demostra la possibilitat de tornar a dissenyar les peces i que aquestes encaixin, la qual cosa demostra que els errors en prendre mesures i en el dibuix de les peces no han sigut gaire elevats.

Per acabar les conclusions, crec que el meu treball de recerca m'ha servit per endinsar-me en l'àmbit de la impressió 3D i el funcionament del motor i també m'ha fet agafar una molt base amb el disseny assistit per ordinador, que espero que em resulti de gran ajut a l'hora de fer una carrera universitària. També el



treball de recerca en general m'ha servit per veure i aprendre com es du a terme un treball i preparar-me pel futur.

També remarcar la satisfacció final de veure els resultats després de moltes hores de dedicació.

En resum podria dir que estic molt content d'haver fet aquest treball, m'ha agradat la manera per on el vaig enfocar, i el més important, que he après moltes coses sobre aquests àmbits i m'he quedat amb ganes de conèixer-ne més.

# AGRAÏMENTS

Primer de tot voldria agrair al meu primer tutor del treball de recerca Fernando Alonso que m'ha portat el treball de recerca fins aquests darrers mesos i que m'ha anat aclarint tots els dubtes que m'han anat sortint durant el treball, inclús quan ja no era el meu tutor. També donar-li les gràcies per haver-me sabut animar en tot moment a seguir amb el treball i ha confiat amb jo en tot moment. Vull donar les gràcies també al meu segon tutor Víctor Morató, que ha seguit amb la feina del Fernando i m'ha sabut encarrilar en aquesta recta final del treball que ens ha servit per acabar-lo de perfilar.

Per últim també voldria donar les gràcies al meu tiet per haver-me proporcionat material com els caragols, les femelles i els coixinets perquè pogués fer el muntatge del motor de forma adequada.

# BIBLIOGRAFIA

¿Qué es un motor 22R? Automotriz. <http://www.automotriz.mobi/coches/cars-trucks-autos/other-autos/116794.html> [Consulta: 3 febrer 2018]

LUQUE, Berta. *Motors d'explosió*. LuqueBerta3rD. <https://sites.google.com/site/luqueberta3rd/3-motors-d-explosio> [Consulta: 7 febrer 2018]

*Breve historia de la impresión 3D*. Impresoras3d <https://www.impresoras3d.com/breve-historia-de-la-impresion-3d/> [Consulta: 15 gener 2018]

WAGNER, Rob. *Historia del motor Toyota 22R & 22RE*. Puro Motores. <https://www.geniolandia.com/13125351/historia-del-motor-toyota-22r-22re> [Consulta: 3 febrer 2018]

*Impressora 3D*. Viquipèdia. [https://ca.wikipedia.org/wiki/Impressora\\_3D](https://ca.wikipedia.org/wiki/Impressora_3D) [Consulta: 13 gener 2018]

OCAMPO, Claudia *La historia de las impresiones 3D* <http://bitacora.ingenet.com.mx/2013/09/la-historia-de-las-impresiones-3d/> [Consulta: 15 gener 2018]

*La historia de la 22R y 22RE Toyota Motor*. Automotriz.xyz. <http://www.automotriz.mobi/coches/car-enthusiasts/car-makes-models/100314.html> [Consulta: 3 febrer 2018]

*Las especificaciones para el motor de Toyota 22RE*. Automotriz.xyz. <http://www.automotriz.mobi/coches/cars-trucks-autos/trucks/142451.html> [Consulta: 5 febrer 2018]

*Motor de quatre temps*. Viquipèdia. [https://ca.wikipedia.org/wiki/Motor\\_de\\_quatre\\_temps](https://ca.wikipedia.org/wiki/Motor_de_quatre_temps) [Consulta: 7 febrer 2018]

*22RTE-Trucks*. SMF <http://www.22rte-trucks.com/simplemachinesforum/index.php?topic=128.15> [Consulta: 9 febrer 2018]

SÁNCHEZ, Alba. (2018). ¿Cómo surgió el mundo de la impresión 3D? Impresión 3D antes de RepRap | DIWO. Retrieved from <http://diwo.bq.com/impresion-3d-historia/> [Consulta: 16 gener 2018]

TORROJA, Mario. *¿Qué es el turbo del coche y para qué sirve?*. El blog de Endado. <https://www.endado.com/blog/que-es-el-turbo-del-coche-y-para-que-sirve/> [Consulta: 7 febrer 2018]

*Toyota 22RE Engine Specs*. HCDMAG.COM. <http://www.hcdmag.com/toyota-22re-engine/> [Consulta: 5 febrer 2018]

*Toyota R engine*. Viquipèdia. [https://en.wikipedia.org/wiki/Toyota\\_R\\_engine#2R](https://en.wikipedia.org/wiki/Toyota_R_engine#2R) [Consulta: 3 febrer 2018]

LOCKER, Anatol. *9 tipos de impresoras 3D, Guía de tecnologías de impresión 3D*. All3DP. <https://all3dp.com/es/1/tipos-de-impresoras-3d-tecnologia-de-impresion-3d/> [Consulta: 18 gener 2018]

DIEGO, Juan. *El proceso de Impresión 3D*. Wwhat's new. <https://www.whatsnew.com/2015/02/18/el-proceso-de-impresion-3d/> [Consulta: 19 octubre 2018]

*Impresora 3D timeline*. Timetoast. <http://www.timetoast.com/timelines/impresora-3d-77d16a37-3c06-45ed-a87d-d14be8b70ae0> [Consulta: 15 gener 2018]

*La evolución de la impresora 3D*. Cromo. <https://www.cromo.com.uy/la-evolucion-la-impresora-3d-n1177517> [Consulta: 15 gener 2018]

HARRELL, Eric. *Toyota 4 Cylinder Engine 22RE*. Thingiverse. <https://www.thingiverse.com/ericthepoolboy/about> [Consulta: 22 gener 2018]

