



ESCOLA PIA NOSTRA SENYORA

DRONE NIARA

"AQUELLA QUE TÉ
GRANS PROPÒSITS"

ANUAR VIDAL & ARMAND DE ASÍS
TUTOR: XAVIER PERRAMON



Índex

0. ABSTRACT	5
1. INTRODUCCIÓ	6
Niara: aquella que té grans propòsits	6
2. MOTIVACIÓ I A QUI VA DIRIGIT EL PROJECTE	10
3. OBJECTIUS	10
3.1 Construcció.....	11
3.2 Demostració	11
3.3 Aprendentatge.....	11
3.4 Compromís Social.....	11
4. METODOLOGIA	12
4.1 Com hem de finançar el projecte?	12
4.2 Com hem de construir el dron i quin aspecte tindrà?.....	12
4.3 On hem de comprar els materials?	12
4.4 On buscar la informació?	12
5. CONEIXEMENTS PREVIS.....	13
5.1 Hardware.....	13
5.1.1 APM 2.8	13
5.1.2 Bateria	14
5.1.3 Power module	17
5.1.4 Comunicació	17
5.1.4.1 Telemetria	18
5.1.4.2 L'emissora de comandament	18
5.1.4.3 First Person View (FPV)	19
5.1.5 Mòdul GPS i brúixola	20
5.1.6 Sensor de velocitat	22
5.1.7 Sistemes de control aerodinàmic	22
5.1.8 Sistema d'apertura de comportes	23
5.1.9 Sistema de propulsió	23
5.1.10 Sistema d'il·luminació	26
5.2 Software	27
5.2.1 Ardupilot	27
5.2.2 Arduino	27
5.3 Normativa de vol	28
6. CONSTRUCCIÓ DEL DRON	29
6.1 Xassís	29
6.1.1 Materials i eines	29
6.1.2 Construcció	30
6.2 Modificacions al xassís inicial	34
6.2.1 Components	34
6.2.2 Materials i eines	35
6.2.3 Distribució dels cables	36

6.2.4 Distribució interna	36
6.2.5 Configuració dels servos	37
6.2.6 Transmissió i recepció de senyal	38
6.2.7 Distribució de la part frontal	39
6.2.8 Configuració de la base	40
6.2.9 Instal·lació del sistema de propulsió	41
6.2.10 Configuració de la il·luminació	41
6.2.11 Cambra d'emmagatzematge	42
6.2.12 Impressions 3D i millores estructurals	43
6.2.13 Cobertura estructural amb vinil	45
6.3 Construcció del paracaigudes	47
7. PART SOCIAL	49
7.1 Idealització	49
7.2 Promoció	52
7.2.1 Logotip	52
7.2.2 Disseny web	53
7.2.3 Twitter	56
7.2.4 Instagram	57
7.2.5 Youtube	57
7.2.6 Promoció dirigida a grans masses	59
7.3 Crowdfunding	59
7.3.1 Goteo i creació del projecte	60
7.3.2 Evolució del projecte	65
7.3.3 Recaptació dels diners	66
7.3.4 Conclusions del procés	66
8. VIABILITAT DEL PROJECTE	67
8.1 Criteris de sostenibilitat	69
9. CONCLUSIONS	70
10. BIBLIOGRAFIA	71
11. AGRAÏMENTS	77
Col·laboradors de Goteo	78

0. ABSTRACT

We have launched an initiative with unmanned aircraft to deliver medical equipment in countries where terrestrial transport is complicated. Nepal, given its topography, is the country selected to put this project "on the road". Since the precarious situation of the roads and health system complicate the medical care of many patients, especially when natural catastrophes occur. For this reason, a fleet of these drones could provide medical supplies everywhere around the territory cheaply, easily and quickly. Thanks to this, the medical center it will be able to be supplied with clean and fresh resources in a short period of time, depending on the atmospheric situation and the distance to which it is located.

It is a very efficient and versatile system that can get health help in a matter of minutes and save the lives of people who are in remote and inaccessible areas.

Because we wanted our drone to have a long range and minimize the time to reach the destination without losing efficiency, we opted for a fixed-wing drone model. This, unlike the quadcopters that we usually see today, is basically an airplane. With this we managed to increase the reach, versatility and efficiency of our drone. This would come equipped with a *GPS*, *FPV* and manual control systems. So, we could plan an optimized route according to the flight conditions and in case of any inconvenience to pass to manual control, with the ability to see our surroundings. In addition, because our drone will be able to carry enough cargo, it would be possible to add other systems such as cameras or sensors to facilitate search and rescue or scientific research.



So, the goal we want to achieve is to develop a drone capable of carrying at least a 1kg load with a range of more than 10km radius, with a flight time, in standard conditions, of 30 minutes or more. In addition, we want our model to be easy to use (that does not require highly specialized personnel) so that it can be used more widely. On the other hand, since we want our model to be used in remote and rural areas, we want our drone to be as versatile, portable and resistant as possible. For this we have the goal to be able to mount, charge and launch the drone in less than 5 minutes. In addition, we intend that the take-off mechanism is simple and that it occupies little space, without putting any person at risk when launching it. Even though, in conclusion, the "utopia" of our project, the ideal that we want to achieve is to have a fleet of these aircrafts and be able to apply this model to the real world, with the ability to modify the load of the aircraft to be able to make different operations and be able to reduce the cost, reduce the time of action and increase the efficiency of rescue work that is carried out around the world.

1. INTRODUCCIÓ

L'absència d'accés a materials hospitalaris essencials és un problema sanitari que ocasiona milions de morts cada any al món. Segons dades de l'OMS, cada hora moren al món 1.200 persones per manca d'accés a medicaments. Davant aquest problema hem posat en marxa una iniciativa amb avions no tripulats per lluir material mèdic en països on el seu transport és complicat. Nepal, donada la seva topografia, és el país seleccionat per posar en "marxa" aquest projecte, ja que la situació precària de les carreteres i del sistema sanitari compliquen l'assistència mèdica de molts malalts i sobretot quan es produueixen catàstrofes naturals. Per aquesta raó, mitjançant una flota de drons es podria proveir de material mèdic arreu del seu territori de manera barata, senzilla i ràpida. El nostre treball de recerca explica el procés que hem tingut per portar-lo de la idea a la realitat i com construir-ne un amb pocs coneixements del tema. Al llarg del document, veureu que *Drone Niara* és un símbol, un immens projecte social que s'allunya dels típics esquemes dels treballs de recerca i encara ho notareu més si veieu els diferents continguts que tenim a la xarxa (vídeos, Goteo¹...). Per entendre el veritable rang que hi ha darrere hem desenvolupat aquesta història, una que explicarà l'essència de *Drone Niara*.

Niara: aquella que té grans propòsits

No feia més de deu minuts que m'havia llevat, quan la senyora Medila, em demanà que anés a comprar el que faltava a la plaça "*Basantapur*". Vaig agafar les sandàlies i el cistell i tot seguit em vaig aventurar a realitzar la mateixa rutina. Podia haver agafat un *tuk-tuk*² però vaig anar-hi caminant. La gran pujada de preus que hi va haver va motivar-me a veure el que havia succeït de primera mà.

Serpentejant els carrers veia l'ínfima evolució de la nostra ciutat, enfonsada per aquell gran succés. De fet recordo què va passar no fa més de deu dies. El dia en què baixava per aquest mateix carrer a tota pressa puix que els meus germans de la casa es despertaven. M'encarregava d'ells, ja que soc la més gran del lloc, i havia de banyar-los. Vaig agafar el sabó, que tenia al cistell, i l'olla, que estava al carrer assecant-se. Vaig accompanyar el Bagdar, que no parava de queixar-se perquè li havia sortit el seu primer queixal. Vaig obrir l'aixeta i, com més o menys, l'aigua arribava fins a la meitat, el vaig posar dintre. Amb el sabó que havia comprat, vaig començar a ensabonar-lo, cosa que el meu germà immediatament se'n penedí. Li estava desensabonant la cara quan l'aixeta va fer un soroll molt estrany i va parar de sortir aigua. Tot seguit, vaig veure com a l'aigua de l'olla començava a ondular-se. Així mateix, van començar a vibrar els plats que teníem sobre la taula, les cadires, l'olla i finalment, el terra. Aquest va ser l'inici d'un fet que va desbaratar una vida, una comunitat i una societat des de les seves arrels més profundes, un canvi que va marcar el Nepal el 25 d'abril de 2015.

De fet, la situació en la qual vivim no dista molt des que va acabar el terratrèmol. A Katmandú³, encara no hi ha electricitat i molts dels carrers pels quals passejava ara són intransitables. Runes d'edificis mil·lenaris rodejaven la ciutat, passant a ser escombraries. La nostra vida va fer un gir de 180 graus quan menys ens ho esperàvem. Edificis mil·lenaris han passat a ser runes sense cap valor, tanmateix inunden la nostra ciutat. Cap sostre pot ser considerat un refugi, i per tant la vida únicament es troba al carrer. El que considerem "normalitat" avui dia dista molt dels nostres costums abans del terratrèmol. El caos inunda Katmandú, la gent ha deixat de ser la mateixa i únicament es preocupa per com afrontar totes les seves dificultats. Els nens que fa poc joguinejaven a futbol pel carrer, ara caminen neguitosament carregant runes d'un lloc a l'altre. El ressò de les motos que travessaven pel carrer a tota velocitat, ha estat substituït pel complet silenci. Un silenci que únicament es veu trencat per algun plor

¹ La plataforma que ens ha permès finançar aquest projecte mitjançant l'anomenat *crowdfunding*.

² És un mitjà de transport urbà.

³ Capital de Nepal.

d'alguna mare o el constant murmurar de la ràdio. De la constant bullícia que hi havia a les places on els comerciants venien productes d'arreu del Nepal, s'ha passat a un ambient esparracat on ambulàncies i policia no paren d'anar d'un lloc a l'altre. Tot i això, es respira un cert sentiment d'esperança amb la il·lusió de prosperar, evolucionar i reconstruir. Cada un ha de fer el seu propi camí per sortir-se'n i tirar endavant. Aquest és l'esperit que vull que es reflecteixi al meu dia a dia.

Per aquesta raó, volia dedicar el meu futur a alguna cosa que fos útil pels altres. Aquest fet va qüestionar totes les bases a les quals em subjectava. Em va fer veure, més que mai, la necessitat d'ajudar els altres. No tant en l'aspecte físic sinó en l'emocional. Quan les persones afronten aquests problemes es queden sense res, sense possessions, treball, personnes estimades, il·lusions, desitjos i esperances. En definitiva, perden una vida a la qual és imposta una altra molt més dura i desgraciada. En aquests moments són els que més necessiten un pilar al qual subjectar-se, un somriure enmig d'un mar de llàgrimes. Jo vull ser una d'aquestes persones.

No parava de pensar en això mentre ajudava els nostres veïns. Quan vaig acabar, vaig comentar a la senyora Medila la meva il·lusió per ser-ho. Com que estava netejant les restes del sostre de la nostra casa, vaig oferir-me. Després d'estar una bona estona donant-li la tabarra amb el tema, finalment em va recomanar parlar amb el pare Rameix. Tot i això, era complicat, ja que, tot i que abans acostumava a visitar-nos totes les tardes després de treballar, ara ni tan sols ve un dia a la setmana. Tanmateix vaig encaminar-me a la clínica per saber si avui tenia algun buit per poder parlar amb ell. En preguntar a la infermera que estava a la recepció, em va dir que probablement estava a la sala de parts d'emergències. Segons el que em va dir, el temps lliure el passen aquí pel poc personal que hi ha. Com que aquestes dones són les que necessiten una lleu, però constant atenció els metges podien descansar allà però a la vegada realitzant una tasca. Com a conseqüència, la gestió personal era molt més eficaç tot i que realment passen tot el dia treballant. En entrar a la sala vaig veure'l atenent a una patient. Després de salutar-lo, no vaig poder resistir-me a començar a transmetre tota la meva il·lusió que tenia per ser infermera i poder ajudar als altres.

Mai havia vist la Niara tan feliç, la veritat que agraeixo la seva alegria després de tants dies d'angoixa. Plena de goig i amb un somriure d'orella a orella, vaig oferir-li l'oportunitat de començar a estudiar infermeria a l'institut Yubak, un dels millors instituts de la regió de Katmandú. Va sortir de la sala donant salts d'alegria. Penso que realment li dedica molt esforç, per algun motiu es diu Niara, "aquella que té grans propòsits". La veritat que últimament no tenim tanta feina com els primers dies delsuccés.

Quedaven 3 minuts per les dotze quan la vida a la clínica va canviar totalment. Cap s'ho esperava i ens va agafar desprevinguts. Tot i això, l'edifici va poder suportar les sacsejades puit que l'estructura era forta, cosa que ens va permetre reorganitzar-nos ràpidament per afrontar la situació. Primer de tot vam intentar localitzar els diferents treballadors i conèixer el seu estat. En cas que estiguessin ferits, els vam restaurar perquè poguessin donar un cop de mà. La quantitat de persones que hi havia pels passadissons va augmentar considerablement, en conseqüència vam haver de dividir en diferents grups (segons les seves necessitats) la quantitat ingent de persones que arribava al nostre hospital. Els metges van començar a treballar sense descans d'un lloc a l'altre, amb una llista de malalts que semblava interminable. Per cada persona que estabilitzàvem n'arribaven 3 en un estat molt greu. Per aquesta raó vam haver d'optimitzar el màxim possible el temps sobre els pacients. La gran majoria de metges que treballàvem vam haver d'instal·lar-nos al mateix centre per poder treballar el màxim possible. De fet, des d'aquell dia la nostra clínica no dona a l'abast del treball que hi ha per fer. Els hospitals de les altres ciutats també estaven plens de ferits, amb múltiples fractures d'extremitats i altres lesions. Tanmateix, els ferits que es troben en un estat més greu o necessiten maquinària especial els porten cap aquesta, carregant encara més la nostra

organització. Avui porto treballant des de les 5.30 del matí i esperant un *rickshaw*⁴ que ens porta al voltant de 35 víctimes al dia.

Últimament anem curts de medicines i material quirúrgic. Conseqüentment, fa un parell de dies vaig enviar-li un e-mail al ministre de sanitat com podíem subministrar-nos, ja que el sistema està una mica desbordat. Aquest és un problema que com no se solucioni aviat ens causarà molts mals de cap. La veritat que la perspectiva amb què veig aquest panorama és totalment inhumana. En aquests moments tot el que hagués pogut aprendre a la universitat, tota l'experiència que has après al llarg de tota la vida, tota l'àtica en la qual pensaves que creies i el que et defineix canvia totalment. Son successos que et marquen no pel fet de la catàstrofe en si, sinó en les decisions que prens en conseqüència d'això. Si disposes d'una bossa de sèrum però la necessiten dues persones, a qui li donaràs el privilegi de tenir-ne? A un nen que està molt crític i que després pot perdre la vida o a una embarassada que està débil i a punt de donar a llum? Son qüestions que s'allunyen de tot el que t'has pogut haver preparat i l'àtica trontolla. Al cap i a la fi és allò en què es basa un bo metge però que mai ha estat ensenyat o examinat. Prendre decisions delicades en moments difícils sobre vides de persones que ni coneixes. Tot això has de mantenir les maneres i seguir endavant amb força i energia, per poder animar a aquells que estan passant per pitjors situacions. Al cap i a la fi, el paper del metge no és curar a una persona físicament sinó emocionalment. Mentre m'estava menjant el cap aquestes qüestions ètiques i morals, vaig rebre el missatge del ministre. Em va dir de contactar amb un tal Tulsi, qui dirigeix les accions d'una ONG que es dedica en subministrar medicaments arreu del món.

Les peticions que hi havia al missatge que vaig rebre eren bastant difícils de complir. Tot i això vaig oferir-li una furgoneta en bones condicions i els contactes que necessitava per posar-ho tot en marxa. La veritat és que, després d'aquell dia, estem coordinant diferents operacions al llarg del territori i resulta bastant complicat. Tot i això, els nepalesos, si alguna cosa tenim, és que ens ajudem uns als altres en els moments més indicats. Encara recordo com a l'instant posterior del terratrèmol tota la gent s'afanyà a ajudar a la persona més propera. Des de nens fins a persones de la tercera edat s'oferien en ajudar als altres sense esperar res a canvi. Encara que estiguessin ferides, la vida dels altres era més important que la seva pròpia. De la mateixa manera, ara les famílies s'agrupen sota una lona de plàstic donant-se suport i reconfortant-se els uns als altres. Fins i tot, mentre els seus propis aliments es fan cada vegada més escassos ells segueixen endavant amb el que tenen. Encara que la situació sigui caòtica, el benestar dels altres és un principi per tothom i això t'anima molt a seguir endavant amb la feina. D'ençà que va succeir el terratrèmol, totes les ONG estem en constant contacte per coordinar les diferents operacions de la forma més eficient possible. El treball que hem de fer és interminable i de forma conjunta fem que de mica en mica es redueixi, a més d'aconseguir reduir el màxim possible el nombre de víctimes.

Mentre pensava en tot el treball que havíem portat a terme, vaig rebre un missatge del metge. Semblava que aquesta opció era quasi impossible. Les runes de diferents edificis feien els carrers intransitables i utilitzar una furgoneta demoraria molt les recepcions de les medicines. La veritat que el mateix problema estava succeint de forma simultània arreu del territori. Vaig donar voltes al cap per intentar solucionar aquest problema, i l'única opció que hi havia era l'aèria. Tot i això era extremadament car fer-ho. Els diners i el temps que feien falta per posar a punt un helicòpter o un avió, omplir el dipòsit de gasolina i agafar el personal necessitat feien que aquesta opció s'utilitzés en casos molt extrems. Ara bé, vaig recordar un projecte que estava sent bastant nomenat a la comunitat de les ONG. El seu nom crec recordar que era Niara o *Drone Niara*. Estaven treballant en un projecte de fer un dron capaç de portar medicines, material quirúrgic o semblant a zones que no es pogués accedir fàcilment. Vaig mirar el seu web i vaig veure les funcionalitats en les quals estaven treballant. Segons el web estan dissenyant un dron capaç de portar una càrrega de fins 1kg amb un abast 10km de ràdio, de manera que sigui capaç d'anar, llançar la càrrega, tornar i ser recarregat amb noves

⁴ És un vehicle lleuger de dues rodes que es desplaça per tracció humana, bé a peu o a pedals.

bateries i material mèdic en cas que es necessiti més. A més a més, el model que estan desenvolupant sembla que és molt més versàtil i senzill d'utilitzar que d'altres disponibles al mercat (requerint personal que no sigui molt especialitzat com pilots d'avió o d'helicòpter), ja que funciona amb sistemes de ruta GPS. La veritat que és una idea bastant intel·ligent, ja que a més que el seu ús és molt barat (únicament necessita energia elèctrica per funcionar), es pot fer servir per quasi tothom que tingui alguna noció amb el tema i de forma quasi autònoma. I per una altra banda, es pot construir sense requerir maquinària especialitzada o molta mà d'obra així que la seva reparació és molt ràpida i barata. Penso que aquest projecte ens podria facilitar molt les tasques que tenim avui dia com a organització. Amb un parell de drons i unes quantes bateries podríem subministrar de forma contínua l'hospital des d'un centre que sigui fàcil de portar medicines.

Una setmana, disposàvem de set dies per fer el treball que havíem de fer durant un més. Era un gran repte que havíem d'afrontar, ja que la situació ho demanava. De fet vam veure la notícia del desastre per algun diari, un més dels molts terratrèmols que soLEN succeir arreu del món cada any. Tot i això no ens esperàvem que ens demanarien ajuda directament. De totes maneres, com el mateix nom del projecte marca, no podem deixar que una simple data limiti els grans propòsits que té per assolir. Així que, vam veure-ho com una oportunitat de donar-lo a conèixer al món i per aquesta raó vam donar-hi tot el nostre esforç a un projecte, un que era totalment diferent del que s'havia vist. La raó d'això és perquè és un dron, però no d'un normal. Els més vists són aquells que tenen quatre o més hèlixs que propulsen l'aire cap al sòl per poder enlairar-se, en altres paraules és un quadricòpter. Tanmateix la paraula dron fa referència a una aeronau que vola sense tripulació la qual exerceix la seva funció remotament. Al nostre cas el dron té forma per dir-ho d'una forma simple "d'avió", és un model d'ala fixa. Això permet utilitzar la bateria no únicament per enlairar-se (generant sustentació a les ales) sinó per avançar horitzontalment. Això li permet incrementar el seu rang i incrementar la càrrega que pot portar. Vam haver de superar molts reptes, tot i això una setmana més tard vam aconseguir acabar el projecte. En aquest constituïen les bases per dissenyar aquest dron i entendre fàcilment com funciona. Vam enviar-lo al Tulsi perquè el pogués posar en marxa, i en res més de dues setmanes una gran flota de drons funcionava diàriament al llarg de Nepal. Diàriament arribaven caixes de medicaments arreu del món als aeroports. Però gràcies a ells les medicines podien arribar als diferents centres mèdics d'una manera molt més efectiva i barata que els medis terrestres o els aeris (com helicòpters).

Que us ha semblat? No deixa de ser res més que la peculiar introducció d'un treball de recerca, establint la idea bàsica del projecte. Tanmateix, un que s'allunya del que és típic d'un mateix buscant informació d'un tema i exposant-la. Més aviat aquest treball de recerca (tot i que creiem que catalogar-lo d'aquesta forma el subestima) tracta de com dos nous han aconseguit la confiança de desenes de persones per finançar el disseny d'un prototip que pot ajudar a salvar moltes vides i després han portat aquest disseny a la realitat amb un prototip. Un projecte que intenta donar veu i solucionar els problemes que s'han reflectit al llarg de la història. En definitiva, com *Drone Niara* esdevé una esperança enmig de dificultats, un somriure enmig d'un món pessimista i un símbol de col·laboració.

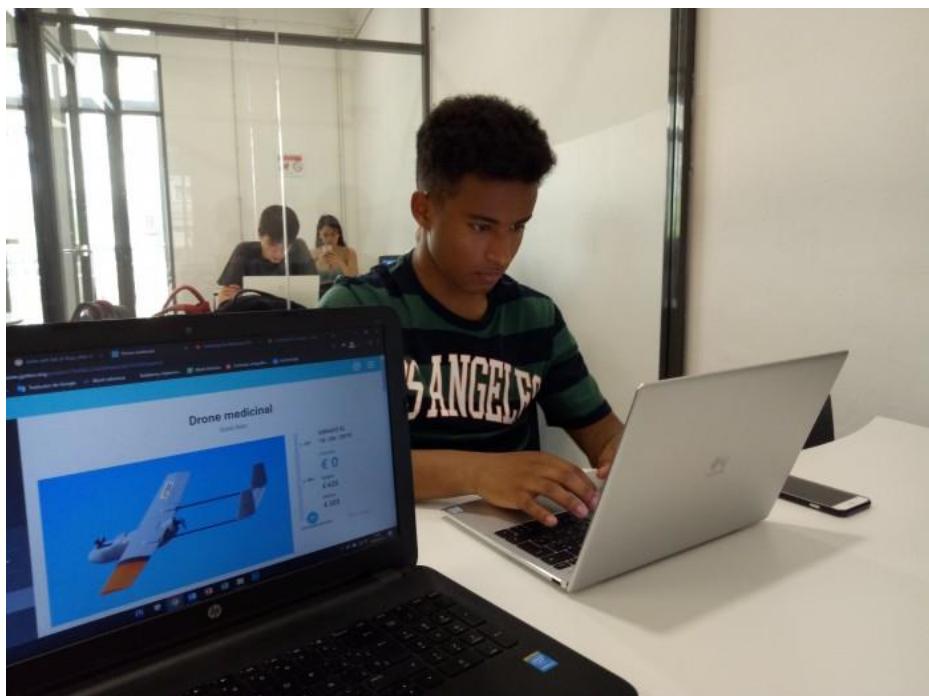


2. MOTIVACIÓ I A QUI VA DIRIGIT EL PROJECTE

El nostre món és una cosa única i incomparable en aquest infinit univers, almenys pel que sabem fins ara és l'únic planeta on hi ha vida. Per aquesta raó, és la nostra responsabilitat cuidar aquest incomparable lloc. Tot i això, veiem com cada dia se'n bombardeja amb notícies sobre com l'estem destruint. Guerres, fam, abusos, pobresa, contaminació i violència, tots aquests són tots els temes dels quals parlen contínuament els mitjans de comunicació. Aquests esdeveniments d'atrocitats, que ens arriben des de totes les direccions, són prou forts per arrossegar fins i tot a la persona més despreocupada al pessimisme sobre el futur del nostre planeta i per tant de nosaltres mateixos com a espècie.

Sabent això, veiem que el món definitivament no és un paradís. Tanmateix, això ens porta a veure què hi ha moltes coses a millorar. Com a éssers socials, la nostra major motivació amb el desenvolupament del nostre projecte és l'ajuda humanitària. Pensem que tots som artífexs d'aquest món i això ens porta a voler millorar-lo posant de la nostra part, ja que per a nosaltres és una responsabilitat. És veritat que no aconseguirem solucionar tots els problemes plantejats anteriorment, tot i això, creiem que aportant el nostre granet de sorra podem donar l'oportunitat de seguir vivint a milers de persones que no disposen de medicaments com nosaltres, que podem tenir-los a 5 minuts de casa.

Així que el nostre projecte va dirigit a aquestes persones que volen fer del nostre món un lloc millor i no troben la manera de fer-lo. És un petit projecte que, tot i que comença sent un treball final de batxillerat, volem que acabi sent un model o sistema que salvi la vida de moltes persones. Aquesta idea facilitarà en gran manera l'àrdua tasca que duen a terme organitzacions humanitàries i les tasques de rescat i salvament disminuint el nombre de víctimes causades per la dificultat d'accés a zones remotes. Veiem que la tecnologia de què disposem ha evolucionat en gran manera, i encara més en aquest últim segle. Per tant, la nostra missió és fer aquesta tecnologia accessible i eficient per a tots, sense importar on es trobin ni la situació en què puguin estar.



3. OBJECTIUS

Aquesta és una part essencial del nostre projecte. Com que és un treball de recerca molt complet, en tenim molts i bastant diversos. Per aquesta raó, és molt important tenir-los clars per aconseguir que el nostre projecte s'asseoleixi completament. Els hem dividit en diferents subapartats per concentrar-los en nuclis temàtics.

3.1 Construcció

L'objectiu principal és fer un dron que sigui capaç de portar medicines a zones de difícil accés via terrestre. En cas d'emergència, s'hauria d'apropar un vehicle amb les medicines a la zona afectada i llençar-lo des d'aquest punt. Aquest ha de ser fàcil de muntar en grup mitjançant aquest treball i poder ser utilitzat de forma autònoma. A més a més, ha de tenir les següents característiques:

- Portar fins a un quilogram de càrrega.
- Tenir un abast de deu quilòmetres efectius de radi d'acció (en total vint).
- Llançar caixes de medicaments de manera segura i precisa.
- Aconseguir que sigui versàtil, resistent i fàcil de muntar perquè pugui ser utilitzat en qualsevol entorn.
- Reutilitzable.
- Reparable de manera senzilla i que pugui ser adaptat per a altres necessitats.
- Un cost de construcció reduït respecte altres companyies comercials.
- Poder controlar-ho de manera senzilla mitjançant un sistema de ruta GPS.

3.2 Demostració

Ensenyar el que som capaços de dur a terme. Normalment aquests projectes es fan en estudis superiors o al món laboral, tot i això la nostra passió pel que fem ens motiva a dur-lo a terme. Per una altra banda, també volem demostrar el nostre gran afany per ajudar al nostre món, trencant les barreres imaginàries que de manera inconscient ens generem per ser encara molt joves. Finalment, exposar, de tot el treball que hem fet al llarg del temps, el que és més important pel projecte.

3.3 Aprendentatge

Aquest és un aspecte essencial, ja que pel nostre projecte és molt important mantenir una ment oberta. Volem saber molt més sobre aquest camp que tant ens agrada. Per tant, endinsar-nos més en el món del disseny, de la impressió 3D, dels drons, de la programació i de la construcció. Tanmateix, sobretot volem aprendre qualitats com a resoldre problemes i cultivar una forma de treball metòdic. Aquestes se'n demanaran al futur, encara que mai s'ensenyen de forma directa. Per aquesta raó els donem tanta importància.

3.4 Compromís Social

En un món amb tants problemes volem contribuir, amb el nostre gra de sorra, a millorar la situació global. Encara que sigui un petit gest, aquest pot ajudar a millorar la situació de milers de persones i donar-los les mateixes oportunitats que nosaltres. Per a això ens hem enfocat a millorar i facilitar les labors de salvament en Nepal. Coneixerem de primera mà quins són els problemes que pot haver-hi en aquella zona i com és la seva societat i cultura. A més a més, l'esperit social es reflecteix contínuament al nostre projecte exposant l'essència de *Drone Niara*.

4. METODOLOGIA

Abans de començar el treball, s'ha de tenir tot ben estructurat i orientat a una idea principal clara. Com a tot treball de base científica i tecnològica, el nostre projecte es basarà en la cerca d'informació i seguidament en l'experimentació o en la construcció. Tot seguit exposarem un conjunt de preguntes bàsiques que serviran per estructurar el seguiment del treball per part del nostre tutor i per ajudar-nos a seguir un ordre.

4.1 Com hem de finançar el projecte?

En primera estança vam pensar de fer la inversió personal, tanmateix després d'uns dies de recerca vam veure que no podíem assumir el cost total. Tot i això, gràcies el nostre tutor, hem apostat per la idea del *crowdfunding*, ja que fa uns anys va ser el tutor del treball de recerca d'un noi que ho va fer i va tenir un resultat exitós. Per aquest motiu, vam decidir d'exposar el nostre projecte per una plataforma de *crowdfunding* anomenada Goteo on la gent que creu que el projecte és prometedor pot cofinançar-nos o almenys difondre-ho per les seves xarxes socials. Però perquè la campanya resulti exitosa és necessari estructurar el projecte i donar-li un aspecte social i atractiu i una estructura de promoció potent. A més a més, per atreure col·laboradors farem un vídeo explicant el problema que volem resoldre i de quina manera ho farem.

4.2 Com hem de construir el dron i quin aspecte tindrà?

Aquesta part es pot anomenar prototipatge i s'explicarà més extensament en el treball. Tot i això, volem que tingui forma d'avió no pas de quadricòpter. Volem que es mostri molt professional i al mateix temps que tingui un aspecte atractiu. A més a més, aquest ha de ser fàcil de construir a través del nostre treball. Per tant han d'estar tots els elements ben estructurats i han de ser entenedors per aquella persona que no té molts coneixements en el tema. Per l'altra banda, com ja hem buscat un lloc on construir-ho, només hem de posar la mà d'obra, la dedicació i la passió.

4.3 On hem de comprar els materials?

Actualment hi ha moltes pàgines on pots comprar els components que necessitis. La diferència està en el fet que unes els venen més barats però triga més dies a arribar i altres més cars però amb una millor garantia. La pàgina on els comprarem dependrà del temps que disposem per construir el prototip i pels recursos econòmics que disposem. El més probable és que comprem els components per *Amazon*, *Aliexpress* o *Banggood*. Recomanem una sèrie de components (els que hem comprat per dissenyar el prototip), tanmateix es poden per canviar per altres segons la conveniència del constructor del model.

4.4 On buscar la informació?

Un dels problemes d'internet en l'actualitat és que pots trobar molta informació. Per aquest motiu, és molt important saber seleccionar la informació necessària i verídica. A l'hora de buscar informació t'adones que, abans que tu, hi ha hagut molta més gent que ha pensat amb el mateix però amb petites variacions. Tanmateix ho aprofitem per conèixer els errors que han comès i no repetir-los, buscant una altra via. Amb aquests podrem dissenyar un prototip que pugui ser útil i desenvolupat per altres persones al futur. A més a més, hem buscat a persones que tenen grans coneixements dels diferents temes que hem tractat (finançament, promoció, electrònica...) cosa que ha permès efectuar el nostre treball totalment.

5. CONEIXEMENTS PREVIS

En aquesta secció del treball trobareu la informació necessària per entendre els conceptes més tècnics, principalment els que estan a la secció de construcció. Primer trobarem la part de *hardware*, la part de *software* i finalment una secció dedicada al Reial Decret 1036/2017 regulant l'ús que es pot donar als drons a Espanya.

5.1 Hardware

La primera part que treballarem és el *hardware* de *Drone Niara*. El terme *hardware* és un estrangerisme propi de l'anglès incorporat a la llengua catalana, ja que la seva traducció literal al català no té un significat d'acord amb l'original. Segons la Gran Enciclopèdia Catalana, és el "terme emprat normalment per a designar els elements materials de les màquines informàtiques i, particularment, d'un ordinador". Per tant, el hardware és la part tangible o física d'un sistema informàtic. Al nostre cas, el hardware es compon de tots els components electrònics de *Drone Niara* que van des de la placa APM 2.8 fins al sistema d'il·luminació.

5.1.1 APM 2.8

L'APM 2.8 és la placa de control del nostre dron que actua com a cervell del sistema, es pot veure a la figura 1. Per a aquest projecte s'ha optat per aquesta placa, basada en la plataforma Arduino, per la seva compatibilitat amb el projecte de "programari lliure" d'*Ardupilot*. Aquesta tecnologia permet convertir qualsevol vehicle d'ales fixes, multirrotor, vaixells o cotxes en un

vehicle autònom amb capacitat d'executar missions preprogramades definides per una sèrie de *waypoints*⁵, usant *GPS* instal·lat a la placa, de manera que el vehicle segueix la ruta especificada segons les dades introduïdes.

Gràcies a això podem controlar la majoria de processos que es fan al dron de manera que el seu vol sigui autònom i no requereixi una gran experiència al món de l'aeromodelisme per controlar-ho. Per tant el paper que realitza és estabilitzar, convertir les ordres que rep per ràdio en moviments controlats i coherents, tenir una connexió constant amb la base⁶ per poder rebre informació del dron en directe, geolocalitzar la posició, orientar-lo en l'espai (amb la brúixola i l'acceleròmetre) i poder tenir un control segur del motor i els sistemes aerodinàmics.

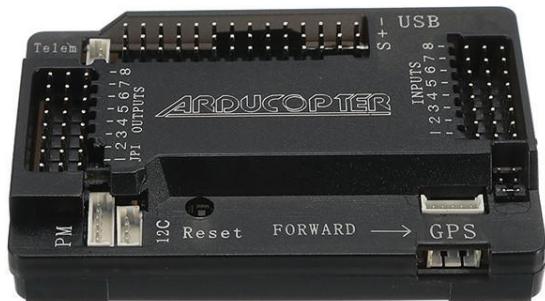


Figura 1: Placa APM 2.8

Per una altra banda, disposa d'un gran nombre de ports d'entrada i sortida que ens permeten connectar fàcilment tots els dispositius que es troben al dron. Disposa d'un port optimitzat pel *GPS U-Blox 7*, un port per la telemetria, un port pel *power module*, 8 pins d'entrada i sortida i

⁵ Punts geogràfics fixats per coordenades *GPS*.

⁶ Entenem aquest concepte com a punt que està a terra i es comunica constantment amb el dron.

uns quants pins que es poden utilitzar com a entrada o sortida, tot i això no els utilitzarem. La nova versió 2.8 a més de disposar d'un giroscopi (per mesurar la velocitat de rotació al voltant d'un eix determinat i per tant la seva orientació) i acceleròmetre (dona informació sobre l'acceleració lineal (d'un eix en concret)) de 3 eixos⁷ (6 DoF Accelerometer/Gyro MPU-6000), una brúixola interna junt amb un baròmetre d'alt rendiment MS5611-01BA03. Per una altra banda, té un Dataflash xip de 4Mb per un registre automàtic de dades, una Atmel's ATMEGA2560 per processar la informació i una ATMEGA32U-2 per controlar les funcions de connexió USB.

5.1.2 Bateria

La bateria és l'element que ens proporciona l'energia a tot el sistema, tant pels motors i l'alimentació de la placa APM 2.8 com per l'alimentació del sistema FPV a base. La unitat elegida per a aquest projecte és una bateria Li-Po ZOP POWER 14,8 V 5000mAh 70C 4S (figura 2) amb un connector XT60 al dron (al qual es podria afegir una altra bateria en paral·lel per obtenir més temps de vol) i a la base amb una altra bateria de 14,8 V però de 1200mAh. La raó per la qual hem escollit una bateria tipus Li-Po (*Lithium ion Polymer*) són els seus avantatges davant altres bateries. El seu principal avantatge és la relació energia/pes i voltatge/volum. Tenen una altíssima densitat d'energia, el doble que les NiMH, sent més lleugeres que altres tipus. A més a més tenen un alt voltatge per cèl·lula, de manera que es poden obtenir voltatges alts sense ocupar volums molt grans. Per una altra banda, tenen una taxa de descàrrega molt alta, de manera que poden donar molta energia en poc temps. I finalment en tenir una escassa resistència interna, ens permet aprofitar gairebé el 100% de l'energia emmagatzemada.



Figura 2: Bateria utilitzada al dron

Per entendre què distingeix una bateria Li-Po d'una altra i perquè hem elegit aquesta bateria descriurem breument el significat dels tres diferents paràmetres que té qualsevol bateria Li-Po. Primer definirem el concepte el nombre 4S. Aquest està relacionat amb la configuració interna de la bateria i el voltatge que pot arribar a donar. El significat d'aquest terme és que la bateria està feta per un conjunt de 4 cel·les Li-Po en sèrie. Coneixent el voltatge nominal d'una cel·la Li-Po és 3,6 V, aquesta data ens proporciona el voltatge nominal de la bateria (que al nostre cas és 14,8 V), multiplicant 3,6 V pel nombre de cel·les. El màxim de voltatge que ens dona la bateria es pot saber amb el voltatge màxim que pot donar una cel·la que és de 4,2 V. Apliquem la mateixa fórmula que l'anterior i ens dona un voltatge de 16,8 V.

Per una altra banda, definirem la capacitat d'emmagatzematge d'energia que té una bateria. Per referir-se a aquest concepte s'utilitza els mAh, així que els 5000mAh⁸ (o 5 Amperes per hora) fan referència a la capacitat nominal de la bateria. Podem convertir aquestes dades, tenint en compte el voltatge de la bateria, a Wh que és una mesura més convencional d'energia elèctrica:

$$P = I_{intensitat} * V_{voltatge}$$

⁷ El seu mesurament és tridimensional.

⁸ 1000mAh equivalen a 1Ah

Sabem que la potència és energia partida per temps, així que si multipliquem pel temps, ens queda energia i per tant sabem quanta energia podem emmagatzemar de forma elèctrica:

$$E = I_{intensitat} * t_{hores} * V_{voltatge}$$

$$E = 5A * h * 14,8V \text{ agafant el "voltatge nominal" de la bateria} = 74Wh \text{ o } 266KJ$$

Finalment definirem el terme 60C. Aquesta dada fa referència a la màxima descàrrega que pot suportar la bateria, de manera que el 1C és l'equivalent a la capacitat nominal de la bateria. És a dir, si la bateria té una capacitat de 5Ah (5000mAh) i és de tipus 1C, la descàrrega màxima suportada serà de 4A. En ser una bateria de 60C, la descàrrega màxima suportada serà teòricament de 240A. Però a la pràctica aquest número tendeix a reduir-se (per la temperatura o pels petits canvis que pot produir-se en bateries produïdes en sèrie). Per aquesta raó, és recomanable tenir almenys un marge del 25% del màxim amperatge que pot demanar el dron i l'amperatge que pot donar la bateria.

Capacitat	5000mah
Voltatge nominal	14,8 V
Descàrrega	60C
Pes	535g
Dimensions	34mm *48mm *155mm
Connector equilibrat	JST-XH
Connector de descàrrega	XT60

Figura 3: Especificacions de la bateria del dron

-Manteniment de la bateria Li-Po

Un gran desavantatge de les bateries Li-Po és que són més fràgils i delicades que qualsevol altre tipus de bateria (majoritàriament a l'hora de carregar-les). En tenir la capacitat d'emmagatzemar molta energia en poc espai i massa, aquest esdevé bastant inestable i perillós si no aplicuem una sèrie de mesures de precaució i manteniment. La vida d'una bateria se sol mesurar per cicles de càrrega. En cas d'aquestes bateries, poden aguantar una mica més de 300 cicles de càrrega. No obstant això, si no tenim cura bé d'ella, podem reduir la seva vida útil fins a tan sols 50 cicles. Per això ens surt molt rendible tenir cura amb cura de les cares bateries dels nostres drons.

Primer analitzarem com tractar la bateria en comprar-la. En rebre la bateria Li-Po, aquesta ja ve carregada de fàbrica, al voltant d'un 40% (el mateix passa amb els telèfons mòbils). Aquesta és la millor manera d'emmagatzemar les bateries de liti durant llargs períodes de temps. Per tant si volem emmagatzemar la bateria, és recomanable posar-la en mode *Storage* al nostre carregador, que situarà el voltatge per cel·la a 3,8-3,85V de la bateria. Per una altra banda, durant els primers vols és recomanable volar de manera suau, sense esprémer tota la potència dels motors. A més a més, és recomanable no esgotar la bateria més d'un 50%. Això ho hem de fer durant els primers 5 cicles de càrrega i descàrrega. Durant aquests cicles, notarem que les bateries van funcionant millor i emmagatzemen més càrrega.

Per una altra banda, la càrrega és un període important en la cura de les bateries. En fer-ho hem d'extremar les precaucions en aquesta fase, perquè és el procés més perillós que hi ha, ja que poden arribar a cremar-se o explotar. Per aquesta raó, conèixer les especificacions de la bateria comprada és molt important per al seu manteniment adequat, tanmateix a menys que la bateria ho indiqui hem de carregar-la a un amperatge no superior a 1C. És molt important que facis servir un carregador especialment dissenyat per carregar bateries Li-Po. Gairebé tots els carregadors moderns són balancejats (carreguen cadascuna de les cel·les de la bateria de forma independent) el que és fonamental per cuidar la teva bateria i carregar-la de la forma més segura possible.

Les cel·les de les bateries Li-Po solen funcionar entre 3,6V i 4,2 V de tensió, com ja hem mencionat. Mentre ens mantinguem entre aquest marge la nostra bateria funcionarà perfectament. Però si les descarreguem a menys de 3 V causarem danys irreversibles a les bateries; i carregar-les per sobre de 4,2 V és perillós (i més fàcil del que sembla). Si el teu carregador té opçons, selecciona Li-Po en el tipus de bateria. El carregador detectarà les cel·les i deixarà de carregar-les quan la cel·la arribi a 4,2V. Si no s'ha seleccionat el tipus de bateria Li-Po, és possible que se segueixin carregant les cel·les de la bateria a més de 4,2 V. I si les deixem una estona, s'escalfaran i començaran a cremar. Cal tenir molta cura en carregar les bateries de polímer de liti. És recomanable tenir una bossa protectora per carregar les bateries Li-Po. Són bosses dissenyades per aturar el foc produït per la combustió de les bateries Li-Po durant la seva càrrega i emmagatzematge. Són molt barates. I és millor prevenir que curar en aquest tipus d'assumptes, ja que estem parlant de la seguretat de les nostres llars.

Amb relació a la temperatura és molt important mantenir-se dins d'un marge concret, ja que afecta la vida útil d'una bateria. Mai s'han de carregar les bateries que estan molt fredes ni molt calentes. Per exemple, si a l'hivern deixes les bateries al maleter del cotxe a la nit i l'endemà al matí les vols posar a carregar; és possible que estiguin a una temperatura propera als 0 ° C i, amb això, hi ha un risc d'explosió molt alt. Tot i que les temperatures ideals per emmagatzemar les bateries estan entre els 5 i els 25 ° C, si estan molt fredes, s'han de posar a una temperatura voltant dels 20 °C abans de posar-les a carregar. Per una altra banda, quan carregues les bateries, s'ha de comprovar la seva temperatura per evitar que se sobreescalfi. Si l'estem carregant a 1C, la bateria no s'hauria d'escalfar molt. Si les carreguem al camp de vol a 2C o 3C, és possible que s'escalfin una mica (temperades), però si estan anormalment calentes és molt important disconnectar-les. Per això, com és normal que després d'haver estat volant amb una bateria estigui una mica calent, hem de deixar-la reposar uns minuts abans de posar-la a carregar.

Al cas que vulguem utilitzar la bateria els requisits són altres. En general, les bateries Li-Po funcionen millor quan estan temperades, ja que la temperatura de funcionament ideal per a una bateria Li-Po es troba entre els 30 i 40 ° C. Tot i això poden funcionar força bé entre els 20 i els 60 ° C. Per sota de 20 ° C la bateria no rendirà al 100% (a l'hivern és possible en volar el mateix dron i la mateixa bateria aquesta redueixi la seva potència i aguentí menys temps, per això és recomanable escalfar-la) i més enllà de 60 ° C la bateria comença a danyar-se.

I finalment si la nostra bateria Li-Po s'infla, és obligatori que la deixem d'utilitzar. L'origen d'això pot ser molt divers: com materials de fabricació dolents (per això és recomanable comprar-se bateries de liti de marques confiables), defecte de fàbrica (contaminació per aigua que oxida el liti), un ús incorrecte de la bateria (sobrecàrrega o descàrrega excessiva) o que s'ha esgotat el seu cicle de vida. En realitat, quan una bateria s'infla vol dir que període útil a mort, per un motiu o un altre, així que el més recomanable és no tornar a usar aquesta bateria i rebutjar-la.

5.1.3 Power module

El *power module* com el seu mateix nom indica s'encarrega de controlar la subministració d'energia a tot el sistema (figura 4). Agafa el voltatge provinent de la bateria (amb un màxim de 16,8V) i l'envia a l'*ESC* amb el mateix voltatge i amperatge que pot subministrar la bateria

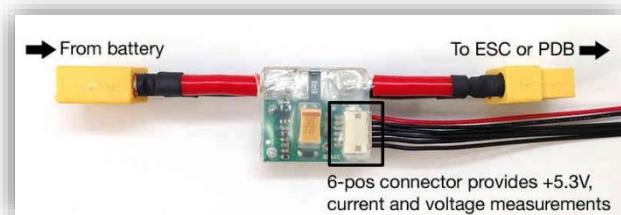


Figura 4: Esquema de funcionament del power module utilitzat

i a la placa a 5,3 V amb un màxim de 2,25A. Molts controladors de vol es poden comprar amb aquest mòdul d'alimentació analògica, ja que proporciona una font d'alimentació estable al controlador de vol (per evitar que es cremi o pateixi *undervolting*⁹ per variacions causades per l'ús de la bateria) i també admet la mesura de la tensió i el consum de corrent de la

bateria, podent saber el percentatge de bateria restant durant el vol. *Ardupilot* també ens permet monitorar dues bateries en cas que vulguem incrementar el rang del nostre dron i vulguem saber la situació d'ambdues bateries, tot i això al nostre prototip únicament n'utilitzarem una.

5.1.4 Comunicació

La comunicació és un aspecte essencial del nostre dron. Tot i que pot ser controlat de forma autònoma, és essencial per realitzar correccions o conèixer la situació del dron quan està volant. La perspectiva amb la qual analitzem la comunicació que fem diàriament com a éssers humans, ens serveix per entendre la comunicació que es produeix entre el dron i la base. Com ja sabem la comunicació és un procés d'intercanvi d'informació, en el qual un emissor transmet a un receptor alguna cosa a través d'un canal esperant que, posteriorment, es produeixi una resposta d'aquest receptor, sempre en un context determinat.

Al nostre cas el principal emissor la base on enviarem informació per controlar el dron. Després el receptor (qui rep la informació i la interpreta) principalment serà el nostre dron. Al cas del *FPV* i del *Mavlink* el dron ens envia informació a la base, per això podem dir que la comunicació entre el dron i la base és bidireccional, com qualsevol conversació humana. El canal que utilitza el dron per comunicar-se és diferent del que usem diàriament. El mitjà a través del qual es transmet el missatge és l'espectre electromagnètic que pertany a les ones de ràdio UHF (de 300 MHz¹⁰ a 3 GHz¹¹). Les freqüències que utilitzem es comprenen des de 433MHz fins a 2,4 GHz. I finalment el codi que és el conjunt de signes i regles que, formant un llenguatge, ajuden a codificar el missatge. Al nostre cas varia dependent l'instrument que s'utilitza.

⁹ El voltatge que es dona a la placa es menor del que necessita per funcionar i, per tant, no pot realitzar les funcions correctament.

¹⁰ 10^6 Hz equivalen a 1 MHz. L'hertz (Hz) és una unitat de freqüència del Sistema Internacional que equival a la freqüència d'un fenomen periòdic com una ona electromagnètica. És inversament proporcional al període del fenomen.

¹¹ 10^9 Hz equivalen a 1 GHz.

5.1.4.1 Telemetria

La telemetria és aquell sistema que ens permet tenir un flux de dades digital bidireccional, és a dir, que tant pot enviar dades sobre el vol cap a una estació terrestre (en el nostre cas, el *Mission Planner*¹²) i enviar comandes des de la base fins al vol. És a dir, permet la connexió entre un ordinador i la placa APM 2.8, a la figura 5 veiem per una banda el que es connecta a l'ordinador i el que es connecta a la placa del dron.



Figura 5: Els dos mòduls de telemetria de 433MHz

Encara que és possible controlar l'aeronau mitjançant l'únic ús de la telemetria, la majoria de persones utilitzen també el sistema RC¹³. La raó d'això és la fiabilitat superior d'aquest enllaç i la possibilitat de tenir un controlador de ràdio dedicat únicament al control manual del dron¹⁴.

Al cas de *Drone Niara*, únicament utilitzem la telemetria per obtenir informació dels diferents sensors que disposem menys la càmera. A més l'utilitzem per poder establir la ruta desitjada i realitzar canvis en la configuració del dron. La nostra telemetria

es basa en el 433 MHz¹⁵ *Telemetry Module* per APM. Disposem d'un per a la base (amb connexió USB al nostre ordinador) i un altre per al nostre dron. La banda de freqüència es troba entre els 433 MHz amb la capacitat de posar diferents canals¹⁶. El mètode de comunicació entre aquests mòduls és el següent. Primer es rep el senyal (enviat per la placa o l'ordinador) en forma digital a través del pin *rx*¹⁷ del mòdul. Més tard, el mòdul l'envia en forma d'ona de ràdio. Després el receptor transforma aquesta oscil·lació electromagnètica en un senyal elèctric digital pel pin *tx*¹⁸ i a través d'aquest port l'altre dispositiu rep la informació. Aquest procés es produeix de manera simultània als dos mòduls. D'aquesta manera es pot obtenir informació en directe del vol i poder enviar informació de la base al vol.

5.1.4.2 L'emissora de comandament

Si bé es pot controlar de forma autònoma junt amb la telemetria, n'hi ha un sistema de control manual que es basa en un conjunt d'emissora (el típic estil de comandament a distància) i receptor (que es troba a l'aeronau). Tot i que hi ha diferents sistemes d'emissió en AM, FM i 2.4 GHz i diferents mètodes de codificació PCM i PPM, l'emissora escollida té una freqüència de comunicació a 2.4 GHz i un sistema de codificació PPM¹⁹ (encara que el receptor envii la

¹² S'explica a l'apartat 5.2.1.

¹³ Típic comandament que bé amb objectes a ràdio control que funciona normalment a 2,4 GHz.

¹⁴ Per tant esdevé el segon sistema de control en cas que, al control automàtic que es duu a terme mitjançant la telemetria, deixi de funcionar.

¹⁵ Es pot agafar aquest mòdul en la freqüència de 915 MHz. Tot això, en aquesta freqüència es poden tenir possibles interferències amb els senyals de comunicació mòbils.

¹⁶ Ens permet canviar d'una forma molt petita el rang de la freqüència de comunicació per així poder tenir diferents avions volant al mateix temps amb aquest mòdul sense produir-se interferències entre ells sobre la freqüència general 433 MHz.

¹⁷ Abreviació de receptor en telecomunicacions

¹⁸ Abreviació de transmissor en telecomunicacions

¹⁹ Aquest sistema conegut té l'avantatge d'utilitzar un únic cable per l'emissió de dades de diversos canals. Els senyals analògics, que passen a través del cable de senyal, estan basats en PWM però modulats de forma diferent. El període d'actualització és més llarg (20 mil·lisegons per 6 canals). Tot i això, al nostre cas aquest sistema s'utilitza per enviar la informació de l'emissora al receptor de 2,4 GHz i a més a més per poder connectar l'emissora a l'ordinador amb un cable d'àudio i utilitzar-la com un dispositiu d'entrada.

informació a la placa amb un senyal PWM²⁰). A aquesta freqüència no rep gairebé cap interferència amb altres senyals a l'exterior (com ara el Wi-Fi). Actualment els sistemes més moderns (com el que disposa la nostra emissora) permeten negociar els canals lliures amb altres emissores per no interferir entre diversos avions (l'anomenat AFHDS²¹). En aquest cas que es produís, es podria perdre el control i portar a destruir l'avió o fer mal a persones. Tot i això n'hi ha sistemes de prevenció en cas que es produís (l'anomenat *failsafe*) que analitzarem més tard a l'annex.

Les emissores es caracteritzen per tenir diferents canals. A diferència dels canals que parlàvem anteriorment a la telemetria, aquests són el nombre de variables que es poden enviar al receptor durant el vol. Al nostre cas únicament necessitem 6 canals (és a dir, disposem de sis variables per comunicar-nos amb el dron). La nostra emissora és la "Flysky fs-i6" junt amb receptor "fs-ia6b".

5.1.4.3 First Person View (FPV)

Entrem en un tema bastant important, l'equip *FPV*. Són les sigles angleses de *First Person View* o el que seria el mateix, visió en primera persona. Així que l'utilitzem per poder dirigir el nostre dron com si estiguéssim muntats dintre. Aquest sistema consisteix en enviar quasi en directe (amb un petit retard) la imatge que està obtenint una càmera muntada al dron a la base²².

L'equip *FPV* es compon bàsicament d'una càmera, un transmissor de vídeo (vídeo *tx*) amb una antena, un receptor de vídeo (vídeo *rx*) amb una altra antena i una pantalla per a visualitzar la imatge. Nosaltres fem servir sistemes analògics, ja que els sistemes digitals de transmissió de vídeo són molt cars i tenen més retard. Per a l'equip *FPV* fem servir càmeres que són analògiques. Les TVL o línies de televisió ens ajudaran a classificar la qualitat d'imatge entre una càmera d'aquest tipus. Aquest nombre fa referència al nombre de línies horizontals a la pantalla. Per tant com més alt sigui el nombre de línies de televisió es capture més informació, obtenint una millor imatge. Com podem veure aquest sistema es basa en el vídeo compost²³, un tipus de comunicació analògica utilitzada àmpliament durant finals del segle passat i principis de l'actual.

Després trobem el transmissor de vídeo que s'encarrega de transmetre sense cap fil el senyal de vídeo que rep de la càmera. Tenim diferents freqüències que podem escollir, amb els seus avantatges i desavantatges. Les freqüències usades per *FPV* típicament són: 1,2GHz, 2,4 GHz, 5,8GHz (més alta). Per escollir entre l'una o l'altra hem de tenir en compte com afecta la freqüència a la qualitat de la imatge i al seu rang. Amb la mateixa potència d'emissió, com més baixa la freqüència l'abast és més gran (ja que com més baixa la freqüència major penetració en obstacles), però com més alta sigui l'abast es redueix (ja que té més problemes té per penetrar a través en obstacles). Per una altra banda, com més baixa sigui la freqüència, antenes més grans es necessiten per rebre millor el senyal (per tant son específiques per una freqüència en concret), com més alta antenes més petites són. A més a més, com més baixa la freqüència, menor amplada de banda i, per tant, menor qualitat d'imatge. Com més alta, més amplada de banda i major qualitat d'imatge, però sempre amb els límits de les

²⁰ El senyal és analògic, on el la longitud del pols és el que ens transmet la informació. L'amplitud és la mateixa (el voltatge és contant) però el temps no. La durada del pols és de 1000µs (microsegons) i 2000µs, sent 1000 el mínim i 2000 el màxim. El període d'actualització és cada 2000µs, l'anomenat *duty cycle*.

²¹ Automatic Frequency Hopping Digital System

²² Encara que es podria fer mitjançant la telemetria, hem preferit dividir-lo en dos sistemes per evitar sobrerrecarregar amb molta informació la telemetria.

²³ És un senyal de vídeo que s'utilitza en la producció de la imatge. Aquest senyal elèctric és un senyal analògic en què es codifica la imatge en els seus diferents components de llum i color afegint informació necessària per a la posterior reconstrucció en una imatge. El senyal de vídeo compost consta de les següents components: crominància, que porta la informació del color d'una imatge; luminància, que porta la informació de llum (imatge en blanc i negre) i sincronismes que indiquen les característiques de la reconstrucció de la imatge. El "vídeo compost" sol estar codificat en formats estàndards com NTSC o PAL.

retransmissions analògiques. Així que en definitiva, tenint en compte les grans dimensions i el rang que volem que tingui hem optat per un sistema de 1,2 GHz (també per evitar problemes amb l'emissora de 2,4 GHz). Com a la telemetria cada freqüència té una sèrie de canals que els fabricants han fixat. Hi ha emissors que poden transmetre en més canals sobre una mateixa freqüència que altres. Per exemple, en 5.8GHz hi ha transmissors de 32 canals. Això ens permet córrer més gent alhora en el mateix rang de freqüència però en diferents canals puix que no es superposi el senyal de vídeo.

Un altre factor a tenir en compte és la potència d'emissió. Sense entrar a valorar les antenes (hem escollit les antenes dipol²⁴ per la seva versatilitat i capacitat de recepció, tot i que també recomanem conservar les que venen les de stock²⁵ amb monopol), mentre més gran sigui la potència d'emissió més lluny podrem anar amb el nostre dron sense perdre el senyal. Com ens interessa fer distàncies llargues aconsellem fer servir una potència d'emissió alta. Tot això, fa que els transmissors siguin més grans, consumeixin més i s'escalfin més.

5.1.5 Mòdul GPS i brúixola

El GPS i la brúixola són imprescindibles si volem realitzar un vol autònom, ja que ens permet saber en directe, la seva GEO localització i la seva orientació respecte a el pol nord magnètic. El mòdul *UBlox GPS + Compass* és el GPS més utilitzat per als controladors de vol compatibles *Ardupilot*. Hi ha moltes versions d'aquests mòduls disponibles per a diversos fabricants, tot i això hem agafat el *UBlox M7* per la seva relació qualitat-preu.

Per una banda analitzarem el sistema de GPS. Tot i que n'hi ha de diferents tipus tots aquests es basen en una mateixa idea. Al voltant de la terra existeixen un nombre de satèl·lits a una determinada orbita. Cada satèl·lit GPS emet un missatge de navegació continuat amb una freqüència d'aproximadament de 1.600 MHz. Aquesta proporciona la salut del satèl·lit, la seva hora atòmica (en temps UTC²⁶), la seva posició a l'espai (entre d'altres) al nostre receptor GPS. Mitjançant un procés anomenat trilateració es determina la posició d'aquest. Grosso modo, cada satèl·lit indica que el receptor es troba en un punt a la superfície de l'esfera, amb el centre al seu propi satèl·lit i la ràdio la distància total fins al receptor de GPS. Amb la informació de dos satèl·lits queda determinat en una circumferència que es produeix quan s'intercalen les dues esferes en algun punt del qual es troba el receptor. I finalment, tenint informació d'un tercer satèl·lit, eliminarà l'inconvenient de la falta de sincronització entre els rellotges dels receptors GPS i els dels satèl·lits. I és en aquest moment quan el receptor GPS pot determinar una posició exacta en 3D (latitud, longitud i altitud). Com més satèl·lits estiguin connectats amb el dron, amb més precisió es podrà determinar la seva posició i més estable serà el senyal GPS. Per això es recomana abans de voler tenir la connexió d'almenys 6 o 10 satèl·lits GPS per evitar que en mig del vol perdi la connexió amb tots els satèl·lits i no es pugui determinar la seva posició. Però el problema d'aquest sistema és la velocitat amb la qual obté tota aquesta informació des de l'espai per després realitzar els càlculs per situar-lo geogràficament. Per això depenen les circumstàncies n'hi ha tres tipus d'inicis que ens indiquen el temps que tardarà a tenir una posició de GPS verídica:

Primerament, tenim el *hot start* al qual el dispositiu GPS recorda la seva última posició calculada, els satèl·lits a la vista, el temps UTC i l'almanac²⁷. Amb això, fa un intent de fixar-se als mateixos satèl·lits i calcular una nova posició en funció de la informació anterior. Es

²⁴ És una antena de ràdio emprada per transmetre o rebre ones de radiofreqüència. Al nostre cas utilitzem una antena dipol en V invertida. Els dos braços han estat doblegats amb la forma d'una V invertida. Aquesta és summament apreciada pels radioaficionats que utilitzen ones de ràdio per comunicar-se en expedicions, ja que és una antena transportable, lleugera, i poc voluminosa.

²⁵ Fa referència a l'antena que ens és donada al comprar dispositiu.

²⁶ *Universal Time Coordinated*, és a dir, Temps Universal Coordinat

²⁷ Són les dades transmeses pel satèl·lit. Inclou informació sobre l'òrbita de tots els satèl·lits, correcció del temps i paràmetres atmosfèrics que interfereixen amb el temps que tarda a arribar el senyal al dispositiu.

tracta de la fixació més ràpida del GPS, però només funciona si es troba aproximadament a la mateixa ubicació que hi havia quan es va apagar el GPS per última vegada.

Després, tenim el *warm start*. En aquest, el dispositiu GPS recorda la seva última posició calculada, l'almanac utilitzat i el temps UTC, però no quins satèl·lits estaven a la vista. A continuació, realitza un *reset* i intenta obtenir els senyals dels satèl·lits i calcular una nova posició. El receptor té una idea general de quins satèl·lits han de buscar perquè coneix la seva última posició i les dades d'almanac ajuden a identificar quins satèl·lits són visibles al cel. Això triga més que un inici calent, però no sempre que un inici fred.

I, finalment, tenim el *cold start*. En aquest, dispositiu GPS no té cap informació, per tant, intenta localitzar satèl·lits per després calcular una fixació del GPS. En aquest tipus d'inici es triga més temps perquè no es coneix cap classe d'informació. El receptor GPS ha d'intentar fixar un senyal de satèl·lit des de qualsevol satèl·lit disponible, bàsicament el que fa és sondejar el senyal de l'espai que l'envolta. Com a resultat, triga molt més que saber quins satèl·lits cal buscar i per tant aquesta fixació del GPS és la més lenta (fins a 10 o 15 minuts des de l'encesa del dron).

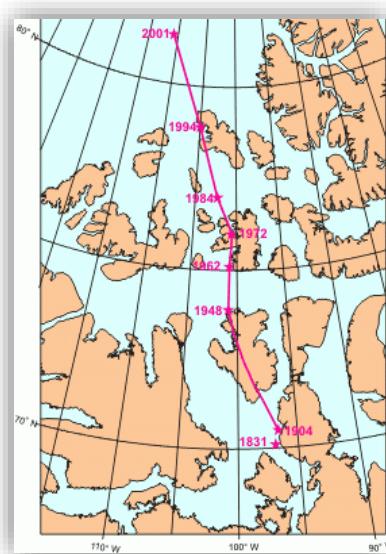


Figura 6: Variació del pol nord magnètic

Per una altra banda, tenim el que ens indica la direcció del dron respecte al nord magnètic de la terra (l'entenem com al punt diferent a l'entès nord real que correspon amb el punt de l'hemisferi nord de la terra que està a l'eix de rotació del planeta). Així que a part de la posició GPS podem saber en quina direcció i sentit es mou el dron respecte al camp magnètic de la terra. Aquest aparell es compon d'un magnetòmetre i un acceleròmetre. El magnetòmetre detecta el camp magnètic terrestre en relació amb la brúixola i l'acceleròmetre detecta una orientació en 3 eixos. Així que l'APM combina la informació dels dos sensors per obtenir la direcció i sentit respecte al nord magnètic de la terra. Per entendre-ho d'una forma fàcil, el magnetòmetre fa la major part del treball. Però ens dona on es troba el nord sense cap sentit de l'orientació i és aquí on l'acceleròmetre entra en acció. S'ha de marcar que aquest dispositiu ens marca una orientació diferent al pol nord que es correspon a l'eix de rotació de la terra. El magnètic canvia cada cert temps i això s'ha de tenir en compte. Tanmateix si mantenim actualitzada l'APM no hi haurà cap problema.

5.1.6 Sensor de velocitat

Aquest sistema és vital en l'aeronàutica actual, ja que ens permet saber la nostra velocitat respecte a l'aire que ens envolta a l'hora de volar. Es compon d'un tub Pitot²⁸, tubs de plàstic i el sensor de pressió *Pressure Board v20*. La forma en què funciona aquest sensor de velocitat és per la diferència de pressions al tub pilot. Té dues entrades d'aire amb una sortida recte i una altra inclinada. La primera es connecta amb l'entrada frontal del tub pilot i mesura la pressió de l'aire corresponent amb la velocitat de l'aire i l'altra es connecta al lateral i mesura la pressió de l'ambient. Com que la velocitat de l'aire varia amb l'arrel quadrada de la diferència de pressions, es pot saber quina és la seva velocitat respecte a l'aire.



Figura 7: Tots els elements utilitzats a aquest sistema

Per obtenir mesures reals és imprescindible assegurar-se que els forats del costat del tub no estiguin tapats i evitar que els tubs de plàstic es dobleguin perquè aquesta pressió es redueix. Hauria de tenir el tub Pitot almenys un centímetre fora del nas. En cas que el nostre dron utilitzes un sistema de propulsió frontal (amb una hèlix al nas) el tub Pitot ha de ser muntat en una ala per estar fora del cabal que es produeix en moure l'hèlix. Aquest sensor és vital pel vol autònom, ja que ens ofereix moltíssima informació. Amb aquest podem saber a quina velocitat ha d'anar el motor perquè el dron no perdi sustentació, ja que la direcció i sentit del vent podria afectar a l'eficàcia del sistema autònom sense aquest sensor. En cas que tinguéssim vent de cua hauríem d'anar més de pressa per no perdre sustentació i en cas de tenir-ho de cara no sobrecarregar el motor per obligar-lo a anar a una certa velocitat basada en el GPS. Així que viem la importància i la necessitat per al vol autònom d'aquest component.

5.1.7 Sistemes de control aerodinàmic

Per poder maniobrar el nostre dron, hem utilitzat tres motors *EMAX ES08MA II 12g*, amb la capacitat de fer un parell d'uns 2 kg*cm amb l'extensió estàndard de dos centímetres. El seu rang d'operació és de 60º (tot i que pel senyal PWM que li enviem és de 30º) i la seva estructura interna metàl·lica ens permet modificar la seva aerodinàmica per poder moure el dron sense cap problema. El sistema de comunicació analògica es basa en el PWM, el mateix tipus de senyal que envia el receptor de 2,4 GHz. Els dos eixos de moviment que disposa la nostra aeronau són el de balanceig i el de capcineig. El primer es controla amb els dos motors que se situen a les ales i el segon amb el motor que se situa a la cua de l'avió.

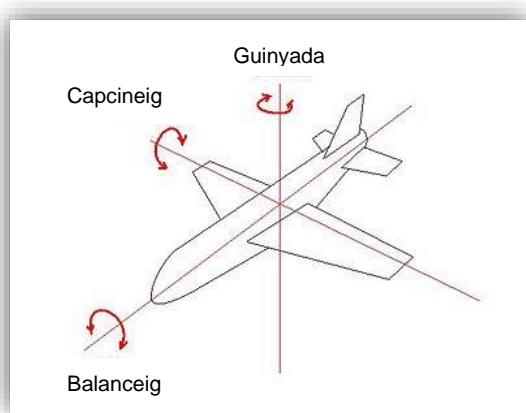


Figura 7: Eixos de gir d'un avió

Amb aquest parell podem fer tots els moviments necessaris. Per evitar afegir molt pes i pel seu curt rang d'acció en aquest tipus d'aeronau no disposa d'un sistema de gir en l'eix de guinyada.

²⁸ Aparell de metall que té amb una entrada d'aire frontal a l'exterior i una lateral a l'interior, permet saber la diferència de pressions.

5.1.8 Sistema d'apertura de comportes

Per poder obrir i tancar la comporta que disposa el nostre dron per deixar les medicines, hem utilitzat dos motors EMAX ES08MA II 12 grams, amb la capacitat de fer un parell d'uns 2 quilograms per centímetre*cm amb l'extensió especial allargada per poder tenir més obertura a les comportes. El seu rang d'operació és de 60° i la seva estructura interna metàl·lica ens permet carregar bastant massa al dron sense cap problema. El sistema de comunicació analògica es basa en el PWM, el mateix tipus de senyal que envia el receptor de 2,4 GHz. Com que no es pot invertir el seu sentit de gir de forma digital (sense haver d'obrir el motor), ho hem disposat com les fotografies a l'apartat 6.2.11 per facilitar el seu ús i reparació i evitar que ocupa un gran volum. Es connecta la comporta amb el motor mitjançant les extensions que us venen d'stock i les connectem amb un filferro resistent i poc flexible.

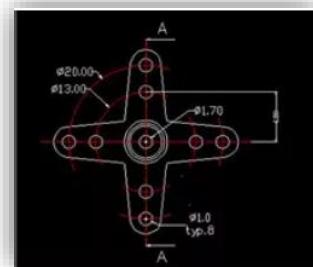


Figura 9: Peça que es posa a la porta

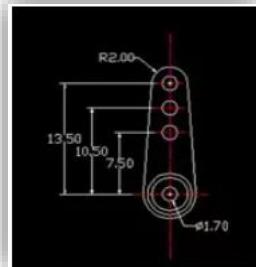


Figura 10: Peça que es posa al motor

5.1.9 Sistema de propulsió

El nostre sistema de propulsió es fonamenta en un motor elèctric que mou una hèlix doblegable per propulsar aire per poder moure l'avió. El motor que hem utilitzat és *brushless* (sense escombretes). Per començar, aquesta és una classe de motor que està compost per una part mòbil que fa part del rotor, lloc on estan situats els imants permanents, i també d'una part fixa la qual és denominada com estator, que és on estan disposats els bobinats del fil conductor. Quan un corrent elèctric passa per les bobines de fil es genera un camp electromagnètic que interacciona amb el camp magnètic que és creat pels imants permanents de rotor. Això fa una força que provoca els girs en el rotor i el funcionament d'aquest.



Figura 11: Característiques del motor

²⁹ Unitat de mesura de gir que equival a les revolucions fetes per un minut.

³⁰ Electronic Speed Controller, és a dir, controlador elèctric de la velocitat.

a menys que augmentem el voltatge, tot i que cada motor està pensat per a un rang de voltagutge determinat.

Com podem veure a la figura 11, aquest motor permet aconseguir un gran rendiment i una gran potència a canvi d'un gran consum. A causa d'això, hem d'utilitzar la bateria Li-Po, ja que poden lliurar moltíssima potència. Això és necessari perquè el motor *brushless* que utilitzem (*Sunnysky X2820 920KV*) necessita 14,8 volts a 45,2 amperes de màxim amb l'hèlix *Mayatech 1380 13*8* polzades. Les raons per les quals hem agafat aquest tipus de motor són les següents: major eficiència (menys perduda per calor), major rendiment (major durada de les bateries per a la mateixa potència), menor pes per a la mateixa potència (essencial si volem portar una càrrega), requereixen menys manteniment, ja que no tenen escombretones (aconseguim més vida útil i menys reparacions), la relació velocitat / parell motor és gairebé una constant, major potència per la mateixa mida, millor dissipació de calor, rang de velocitat elevat (ja que no té la limitació mecànica generada escombretones) i menor soroll electrònic (menys interferències en altres circuits a bord del dron). Per una altra banda, el cost de construcció és major, el control és mitjançant un circuit car i complex i sempre cal un control electrònic perquè funcioni (*ESC*), que de vegades duplica el cost.

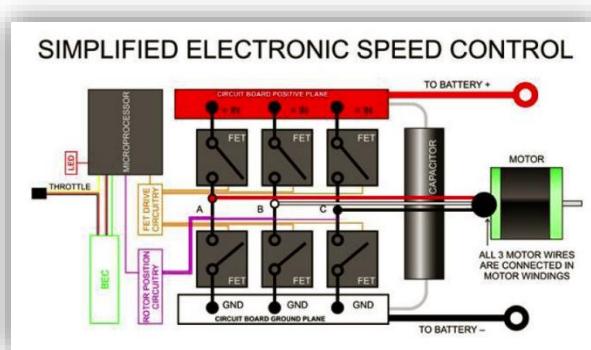


Figura 12: Esquema de funcionament d'un ESC

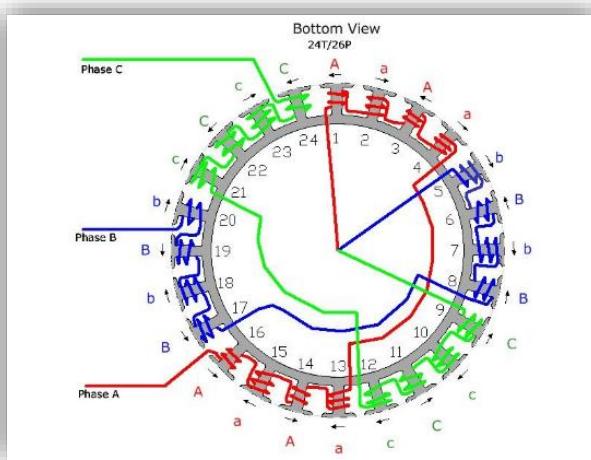


Figura 13: Les tres fases del motor brushless

Aquest *ESC* és un circuit electrònic amb l'objectiu principal de moure un motor elèctric *brushless* a diferents velocitats podent canviar el seu sentit de gir (junt amb una gran diversitat de funcions al cas del nostre *ESC*). Interpreta la informació que arriba de la placa en la senyal analògica PWM i el transforma en el tipus de corrent necessari per moure el motor d'acord amb aquesta informació.

El seu funcionament bàsic per als motors *brushless* trifàscics³¹ és bastant senzill. Primer trobem el microprocessador que és el cor del regulador. Aquí dintre es troba el programa de control que cada marca dissenya per al funcionament d'aquesta. Al cas de l'*ESC* que hem escollit (*FMS Predator 40A*) té la capacitat de ser programada (límits de tall de baixa tensió, temporització, acceleració, frenada i el sentit de rotació). Aquest microprocessador controla una sèrie de Transistors FET (un tipus concret de transistor) per cadascun dels tres pins (o fases A,B,C) del motor *brushless*. De manera que transforma el PWM original en un senyal dividida en les tres fases del motor, de manera que amb un senyal també de PWM es controlarà la velocitat d'aquest motor. Per saber a quina velocitat gira aquest s'utilitza el sistema *Back EMF*³².

³¹ Es compon de tres fases. Simplement són tres cables enrotllats a la bobina. Aquests pertanyen als tres cables que es necessiten connectar-lo al nostre dron. A la figura 13 es pot veure com està fet.

³² És la tensió (o força electromotriu) que s'empeny contra el corrent que la induceix. En aquest cas es causa per inducció magnètica que es produeix pel gir dels imants que es troben al rotor a les bobines del estator. La polaritat d'aquesta tensió és en tot moment inversa a la tensió d'entrada.

El que està pintat de lila a la figura 11 correspon amb el sistema del sensor de posicionament del rotor. Mitjançant la força contraelectromotriu generada per aquest *Back EMF* es pot saber la velocitat i el sentit de gir del motor. Aquesta informació es passa al microprocessador per calcular els senyals que cal aplicar al motor i tenir una velocitat continua amb un senyal concret.

Els *ESC* es caracteritzen en funció de la màxima corrent que poden suportar. A més corrent que aguantí major serà el seu preu. A l' hora de triar-ho és recomanable optar per un que es trobi per sobre de la demanda del conjunt motor i hèlix del nostre dron. Si el motor demanés més pot danyar l'*ESC* en ple vol i fer que el dron es quedi sense propulsió o sense cap control. Al nostre cas hem agafat un *ESC* que pot donar 45 A de forma contínua, 50 A durant 50 s i 55A durant 10 segons com a màxim. A més hem de veure si el nostre *ESC* és compatible amb el nombre de cel·les de la bateria que utilitzem, cosa que el nostre és capaç de fer.

Per una altra banda, la majoria dels *ESC* moderns incorporen un circuit *BEC*³³. Serveix per subministrar un voltatge estabilitzat a 5 V, eliminant la necessitat d'haver de portar una bateria extra al model a aquest voltatge. Així que, com podem veure, són capaços de fer la funció del *power module*, encara que amb aquest sistema no podríem mesurar el voltatge i l'amperatge de la bateria. Els *BEC* té dos sistemes de funcionament que generalment són els lineals o els commutats. El nostre *ESC* disposa d'un sistema commutat per la seva millor eficiència respecte al lineal. Té la capacitat de donar 3A a 5V de forma continuada. Aquest tipus de sistema *BEC* canvia el voltatge amb una alta freqüència per a baixar-lo de manera més efectiva. D'aquesta manera, s'aconsegueix reduir el voltatge sense generar calor o malgastant energia de la bateria. Algun d'aquests variadors ofereixen la possibilitat de regular el corrent que li arriba al nostre receptor de 5 a 6 volts. Per una altra banda, és recomanable utilitzar aquest tipus de variador per a bateries amb 4 o més cel·les (com la que utilitzem amb el dron).

Battery Voltage	Linear BEC			Switching BEC		
	Battery Current	Wasted Power	Efficiency	Battery Current	Wasted Power	Efficiency
2s lipo (7.4v)	3A	4.2w	81.0%	2.797	2.7w	~85%
3s lipo (11.1v)	3A	15.3w	54.0%	1.865	2.7w	~85%
4s lipo (14.8v)	3A	26.4w	44.4%	1.399	2.7w	~85%
5s lipo (18.5v)	3A	37.5w	32.0%	1.119	2.7w	~85%
6s lipo (22.2v)	3A	48.6w	27.0%	0.954	2.7w	~85%

figura 14: Eficiència dels diferents tipus de BEC

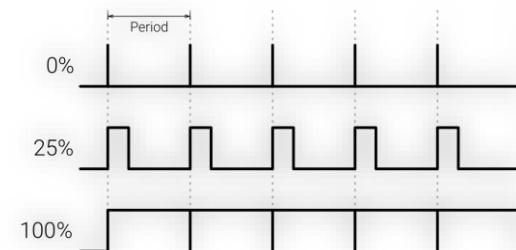


figura 15: Pulsos que s'envia al motor en PWM

³³ Battery Eliminating Circuit

5.1.10 Sistema d'il·luminació

El nostre sistema d'il·luminació és controlat per una Arduino Uno, ja que és menys susceptible a les interferències electròniques que es generen pel motor *brushless* i és fàcilment programable. Aquest sistema s'alimenta de la placa base *Ardupilot* amb un voltatge de 5V.

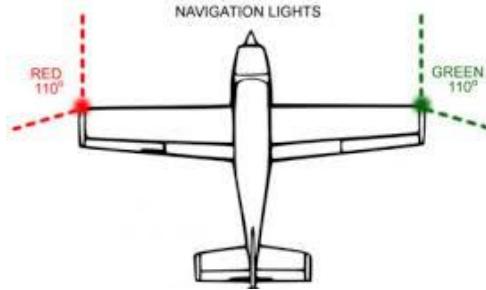


Figura 16: Sistema de llums de navegació estandarditzat

Bàsicament es compon de 3 leds disposats en paral·lel de color vermell i verd respectivament amb una resistència de 330 ohms al pin GND dels leds (per donar-los més vida útil). En correspondència al codi de llums dels avions, disposem els 3 led vermells a l'extrem de l'ala esquerra i els 3 verds a l'extrem de l'ala dreta. Això ens permetrà situar el sentit de l'avió en cas que fem un vol visual i evitar que altres objectes puguin topar-se amb el nostre durant vols nocturns. Per donar-li un millor aspecte i donar una llum més multidireccional i no tan focalitzada vam dissenyar un model 3D en *Solidworks*³⁴ per després imprimir-lo en 3D amb un material plàstic translúcid que deixi passar la llum.

³⁴ Programa d'edició 3D.

5.2 Software

La segona part que treballarem és el *software* de *Drone Niara*. El *hardware* del dron per si mateix no pot fer res, ja que és el *software* qui interacciona i utilitza tots els components electrònics per fer unes determinades tasques, mitjançant una sèrie d'instruccions. Així que són quasi infinites les aplicacions que li podem donar a un mateix *hardware*. El terme *software* és un anglicisme que traduït al català significa programari. Segons la Gran Enciclopèdia Catalana, és el "terme emprat normalment per a designar l'art de servir-se d'un ordinador, en contraposició a maquinari". Per tant, el *software* és la part intangible d'un sistema informàtic que determina el que han de fer tots els components per realitzar una tasca en concret. Al nostre cas, el *software* que utilitzem al nostre dron és *Ardupilot*, i al cas del sistema d'il·luminació un programa bastant senzill en llenguatge Arduino (molt semblant al C++³⁵) que hem dissenyat nosaltres.

5.2.1 Ardupilot

Ardupilot és un programa obert capaç de controlar de forma autònoma drons multirotor, avions d'ala fixa, helicòpters, vaixells... Va ser originalment desenvolupat per aficionats per controlar aeronaus i ròvers ha evolucionat fins a un pilot automàtic complet i fiable que utilitza la indústria, organitzacions de recerca i aficionats.



Figura 17: Interfície del programa Mission Planner

La flexibilitat el fa molt popular en àmbits molt diferents. El quadricòpter Solo 3DRobotics, per exemple, utilitza *Ardupilot* per la gran varietat de funcions que ofereix. La flexibilitat permet suportar una gran varietat de tipus i mides de fotogrames, diferents sensors, quadres de càmera i transmissors de RC depenent de les preferències de l'operador.

El codi original del programa s'emmagatzema i gestiona a GitHub, amb gairebé 400 col·laboradors totals. Aquest codi d'*Ardupilot* consta de dues parts.

Primer d'un programari de navegació que és el *software* que s'instal·la al microcontrolador, que al nostre cas és l'*APM*, per tal que funcioni el vehicle. El segon és el programari de la base, que al nostre cas el *software* que utilitzarem és el *Mission Planner*. A la figura 17 hi és la interfície del programa. Aquest permet a l'usuari configurar, programar, utilitzar o simular *Ardupilot* fàcilment amb finalitats com ara mapatge, cerca i rescat i àrees de vigilància.

5.2.2 Arduino

Arduino és una companyia de desenvolupament de programari, així com una comunitat internacional que dissenya i manufactura plaques de desenvolupament de maquinari per construir dispositius digitals i dispositius interactius. El llenguatge de programació d'Arduino està basat en C++ i encara que ha patit uns quants canvis. Les diferents funcions disponibles al llenguatge es poden veure al web.

³⁵ Un tipus de llenguatge de programació.

5.3 Normativa de vol

La normativa de vol canvia a cada país, des d'estar prohibit d'entrar un dron al país fins a poder utilitzar-lo sense cap problema. A Espanya s'han fet regulacions importants sobre l'ús de drons amb la finalitat de protegir tant a l'usuari, així com el benestar físic, residencial i ambiental de tercers. Aquests canvis van tenir lloc específicament el 30 de desembre de 2017, quan va entrar en vigor la publicació del Bolletí Oficial de l'Estat (BOE) per a regular l'ús civil dels drons en territori espanyol. La nova normativa de drons a Espanya es va inclinar a favor dels usuaris, alleugerint una mica les restriccions anteriors. Els vols de drons amb finalitats recreatius no requereixen complir amb exigències tan altes com en el cas dels vols en l'àmbit professional. No obstant això, per a manejar-los de manera segura s'han establert restriccions importants que s'han de complir. Ara per ara, la nostra intenció és usar el dron amb finalitat recreativa, ja que no tenim els medis necessaris per poder volar-lo professionalment. La majoria de limitacions es centren majoritàriament en l'ús del dron i no en la mida o capacitats d'aquest (per tant el nostre dron es pot utilitzar en els dos àmbits)

A continuació, esmentem les vigents actualment en la llei espanyola de drons per vols d'aquest tipus. El primer aspecte a tenir en compte és la distància de vol respecte a aeroports. S'ha establert 8 quilòmetres com a distància mínima de proximitat respecte a qualsevol aeroport o aeròdrom. Aquestes són àrees controlades i restringides. La finalitat és de mantenir un perímetre de seguretat adequat per a l'enlairament i aterratge d'avions o helicòpters. El segon és l'altura i distància de vol. Aquesta no ha de sobrepassar els 120 metres respecte el sòl o respecte de l'obstacle més alt que es trobi en un radi de 150 metres de l'aeronau teledirigida. Aquest tipus de vol ha d'estar dintre de l'abast visual, així que no potser allunyar-te més d'una distància de 500 metres. El tercer són les condicions de vol. Per a una experiència de vol més segura es recomana volar el dron de dia sota bones condicions meteorològiques a fi d'evitar accidents. Anteriorment estava prohibit el vol nocturn, no obstant això, les noves normes ho permeten. El dron no ha de pesar més de 2 quilos i ha de tenir suficient il·luminació per a la seva ubicació. De nit el vol no ha d'anar per sobre dels 50 metres d'altura.

Per una altra banda es recomana tenir una assegurança de responsabilitat civil. Aquest tipus d'assegurança no és obligatori per a volar amb finalitats recreatives. No obstant això, en vista dels possibles riscos de causar danys a tercers, és recomanable posseir-ho. I finalment n'hi ha diferents àrees permeses per a fer vols recreatius. Els drons són considerats aeronaus pel fet que entren a l'espai aeri, el qual no ens pertany. Per tant, és necessari saber que no totes les àrees són permeses per a realitzar vols amb drons³⁶. No respectar les zones de vol controlat o restringit pot donar peu a l'aplicació de multes a l'usuari per part de les autoritats. A la figura 18 es pot veure el mapa complet d'Espanya amb clares senyalitzacions de les àrees controlades, dividides en diferents categories.



Figura 18: Mapa de les zones permeses on es poden volar els drons

³⁶ Recomanem visitar la pàgina web <https://drons.enaire.es/> per trobar més informació.

6. CONSTRUCCIÓ DEL DRON

En aquest apartat parlarem del procés que hem realitzat per muntar les diferents parts del dron i les modificacions que hem introduït a l'estructura bàsica. A més a més, incloem recomanacions per algun grup que estigui desenvolupant el dron a partir de la nostra memòria. Per l'altra banda, s'indicarà la posició dels diferents sensors i components electrònics, tot i això la configuració i la connexió dels diferents components es marcarà a l'annex. Per tant, recomanem primer posar tots els elements al dron i allargar els contactes fins al lloc on situem l'APM 2.8 i després connectar-los.

6.1 Xassís

El xassís és l'estructura bàsica que sosté i dona forma a un dron. És la base a partir de la qual es disposen les altres parts, com les electròniques, les estètiques... Així que és la part que ens dona rigidesa al conjunt, condicionant la forma i dinàmica final del dron. Tanmateix també ha de ser resistent, flexible (per no trencar-se en produir-se diferents tensions durant el vol) i resilient (per estar preparat davant diferents situacions atmosfèriques).

En l'actualitat, el concepte clau en el disseny i fabricació dels xassisos d'avions i drons està relacionat amb el desenvolupament de materials que disposin d'aquestes característiques. Gràcies a materials com l'alumini, els aliatges entre diferents metalls i els materials composts, com la fibra de carboni, ha estat possible augmentar la grandària dels avions i drons sense comprometre el seu pes. Amb aquesta mena de materials lleugers i resistents s'aconsegueix millorar la resistència estructural de l'avió o dron al mateix temps que es redueix el seu pes. Com a resultat, es necessita menor longitud de pista necessària per enlairar-se o aterrjar i n'hi ha un menor consum d'energia.

Malgrat això, tenint en compte els limitats recursos que teníem per poder obtenir i manipular aquests materials, vam decidir que el xassís seria de porexpan i fibra de carboni. El dron estaria fet majoritàriament del primer, aportant flexibilitat i lleugeresa, i una petita part feta de fibra de carboni, aportant una certa rigidesa a l'estructura (per evitar que es deformi molt l'estructura en fer maniobres). Aquesta distribució ens permet obtenir un esquelet suficientment resistent i, sobretot, poder manipular-lo de manera senzilla. Finalment vam comprar el xassís d'una marca que oferia un disseny que s'adaptava molt a les nostres necessitats. Això ens va treure de molts problemes i facilitaria la seva producció per grups interessats a construir el dron.

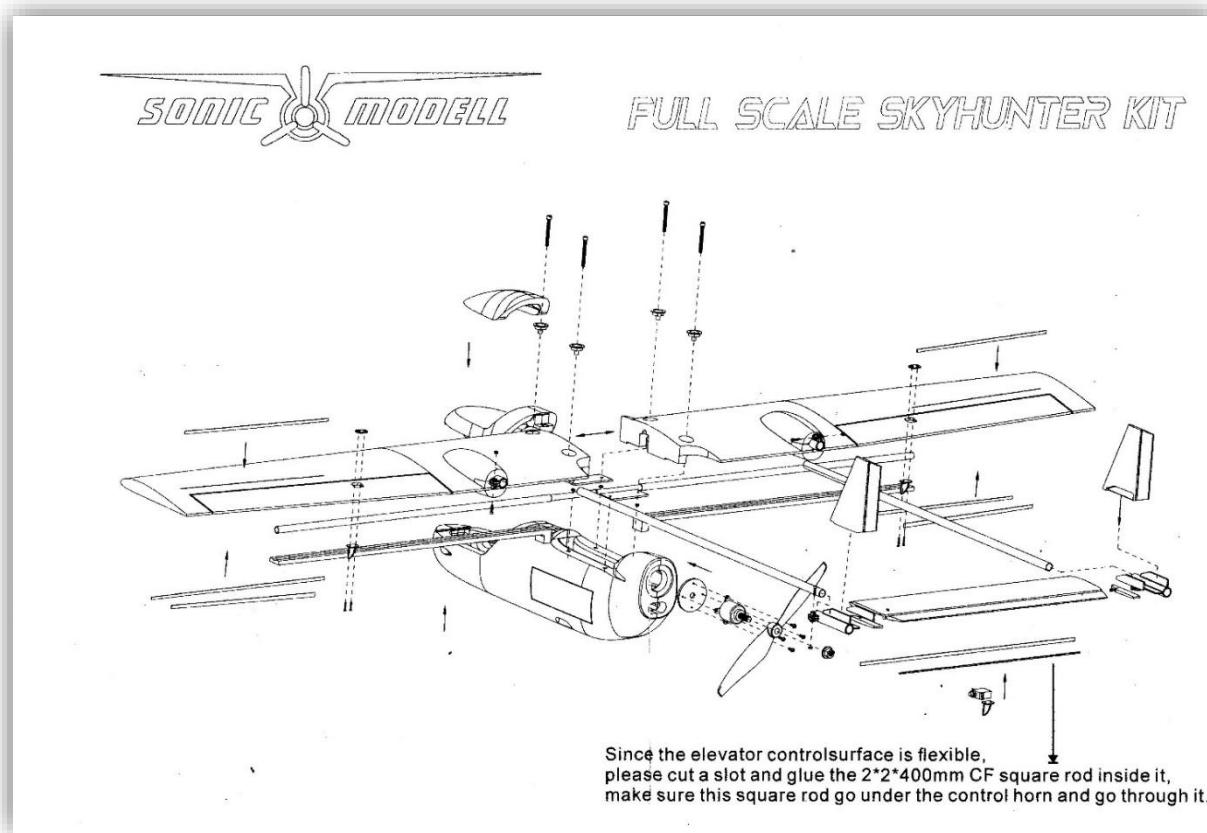
6.1.1 Materials i eines



- 1. Tisores**
- 2. Serra dentada**
- 3. Llima**
- 4. Cúters de diferents mides**
- 5. Regle**
- 6. Aletes**
- 7. Aletes de tall o punta plana**
- 8. Adhesiu especial per poliestirè expandit** (no pot atacar al material, ja que el pot fondre)
- 9. Espàtula**
- 10. Tornavisos de diferents mides**
- 11. Llapis i retolador**
- 12. Cinta de doble cara**
- 13. Cintes adhesives de paper de diferents mides i una de fibra interna**

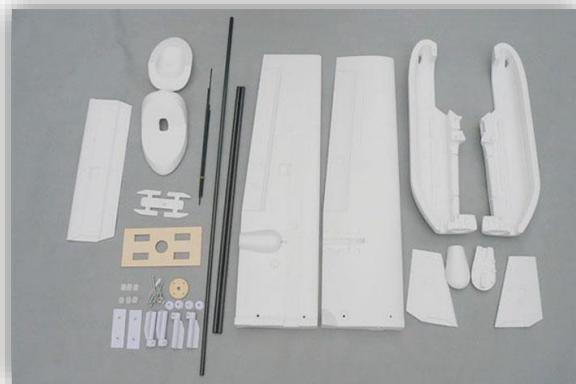
6.1.2 Construcció

En aquesta part, com que el xassís ha estat comprat, seguirem les instruccions del fabricant majoritàriament. Tot i això, hi ha moltes coses que s'han de fer amb cura i vigilar de no cometre cap error. Per tant, la següent seqüència de passos volen complementar les instruccions ja existents i també a ajudar-vos a no cometre els mateixos errors que vam fer. Amb aquest procés creareu l'estructura bàsica la qual serà modificada al següent apartat per adaptar-la a les vostres necessitats.

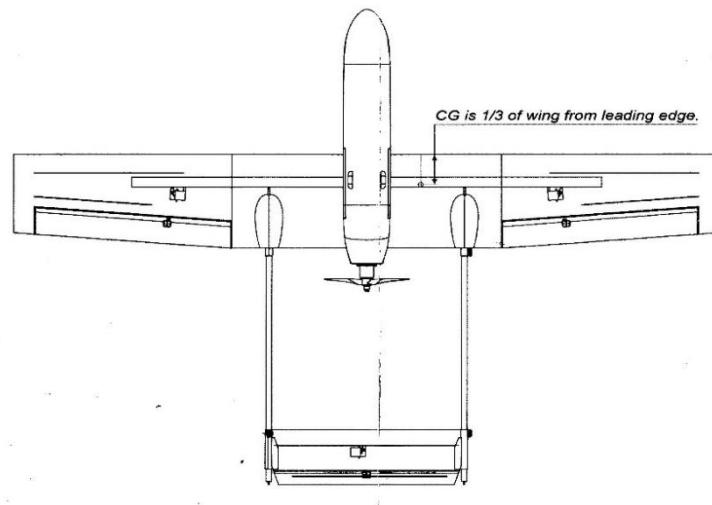


Esquema bàsic de construcció proveït pel fabricant

D'aquesta manera ens va arribar el xassís. Heu d'obrir la caixa amb el cúter i dins podreu observar totes les parts envoltades de plàstic de bombolles, per protegir-les. També trobareu un plànol on se us indica pas a pas com muntar el xassís. No és imprescindible seguir les instruccions però és recomanable.



Un cop oberta la caixa heu de trobar les següents parts. És molt important assegurar-se que no falta cap peça. En el nostre cas, ens faltava una de les barres negres que van a la part inferior de l'estructura. Tanmateix no era una peça imprescindible. A l'hora del muntatge nosaltres recomanem començar per les ales. A més a més, recomanem organitzar les parts per saber on estar totes les peces, i guardar les més petites en un recipient.



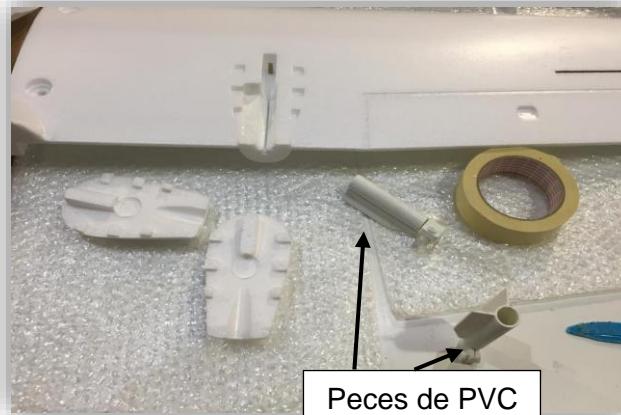
Vista del dron desde la planta

Abans de posar la cola, és important delimitar les zones on operareu, ja que d'aquesta manera us estalviareu haver de netejar tota la cola sobrant. Nosaltres vam utilitzar cinta adhesiva, ja que un cop acabes és molt fàcil de treure. Cal remarcar que s'ha de llegir les instruccions del fabricant de l'adhesiu per obtenir els resultats desitjats. Al nostre cas vam haver d'aplicar-lo i esperar un cert temps abans de posar en contacte les dues superfícies.



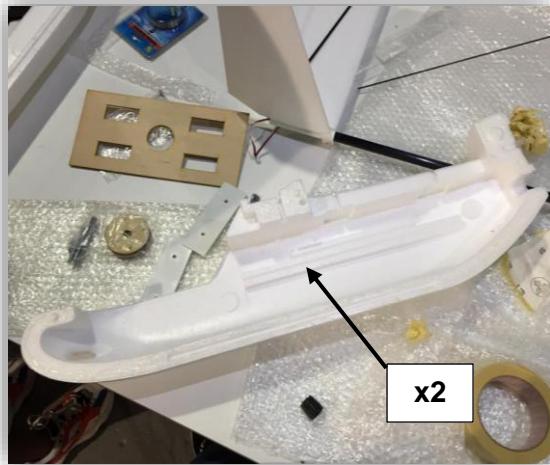
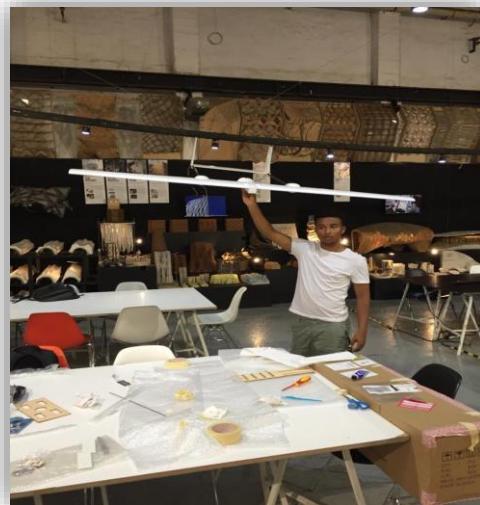
El següent pas és començar a muntar les ales i la cua. Abans de tot, heu de posar els suports de fibra de carboni per reforçar l'estructura. Per fer-ho, heu de posar cola tant a les ranures com a les barres per tal que hi hagi una millor adhesió. Nosaltres vam utilitzar l'espàtula per escampar millor la cola perquè pogués arribar a totes les cantonades. També podeu fer servir un ganivet de plàstic.

Més tard, heu d'unir les dues ales amb les dues barres que les ajunten amb la cua. En aquesta part és essencial passar el cablejat (del servo del control de cua) per dins dels tubs abans d'enganxar qualsevol cosa. Fer-ho a la inversa pot resultar desastrós i una pèrdua de temps. Un consell que podem donar aquí és llimir la superfície per a una millor adhesió del PVC.



Després d'haver enganxat les parts indicades de les ales i les parts de la cua, heu de posar la barra de fibra de carboni a les ales per unirlas. Més tard, heu d'unir-les la cua amb les ales amb una altra barra. Seguidament, heu de caragolar els pocs caragols que us venen en aquest *kit*. Per aquest raó, a nosaltres només ens va caldre un tornavís de punta d'estrella. En aquesta part us recomanem no collar gaire fort els caragols, ja que després necessitarieu poder moure les parts subjectades per treballar correctament amb les modificacions al xassís que heu de fer.

Amb l'anterior pas heu acabat la part de les ales. Doncs el producte hauria de ser molt semblant al següent. Ara heu de deixar aquesta part a banda i començar amb el cos principal del dron on aniria tota l'electrònica central. En aquesta part no hi ha gaire marge d'error, per aquest motiu heu d'anar amb molt compte.



Primer, cal enganxar les dues parts del cos del xassís que us han de quedar amb molta cura i precisió. Aquest portarà un gran pes i patirà una gran quantitat d'esforços, per aquesta raó és important fer-ho bé. Heu d'unir les dues parts del cos amb molta cura i esperar el temps que necessiti l'adhesiu perquè s'adhereixi totalment (al nostre cas eren 30 min). A continuació heu de preparar tant les ales com el cos per unir-los. Aquesta s'aconsegueix gràcies a quatre caragols que entren per la part superior del cos principal i surten per dins amb unes peces de plàstic.

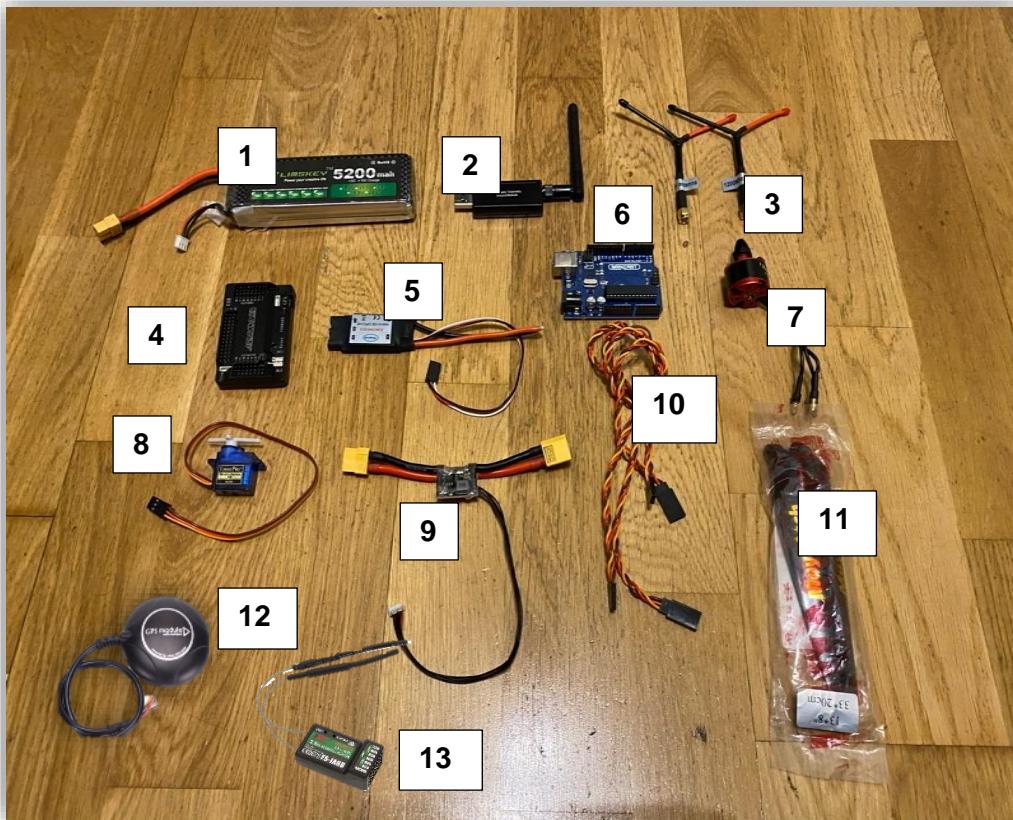
Ara ja tindríeu l'esquelet principal muntat. No obstant això encara us queda una part de gran importància per enganxar. La peça que es veu a la fotografia s'ha de fixar molt bé, ja que és la que suportarà tot el pes i vibracions del motor. Un error que vam cometre nosaltres, va ser que el vam enganxar sense haver comprovat inicialment si els forats que duia de fàbrica encaixaven amb els del motor. Degut això vam haver d'augmentar la mida del forat un cop ja enganxada la peça. Aquest error va fer que perillés l'estructura. Per tant, abans de enganxar-la heu d'augmentar la mida dels forats. Finalment, amb això el procés s'hauria finalitzat.



6.2 Modificacions al xassís inicial

En aquesta part parlarem del muntatge realitzat dels components que donen vida a aquest dron. A més a més, explicarem les diferents modificacions que hem introduït al xassís inicial i la distribució que hem fet de l'espai que disposem al dron.

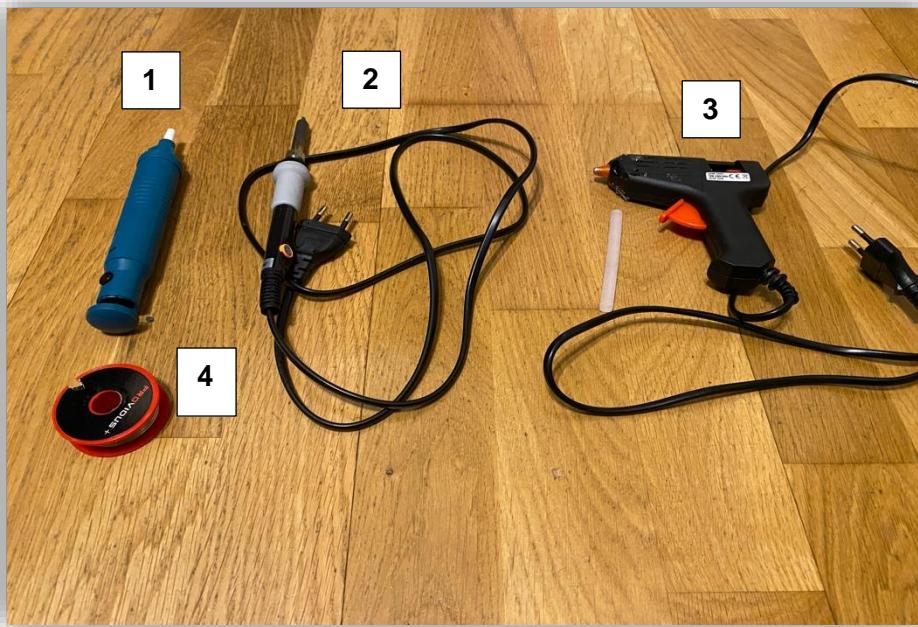
6.2.1 Components



1. **Bateria** (5000 mAh a 14,8v)
2. **Telemetria**
3. **Antenes**
4. **Placa APM 2.8**
5. **ESC**
6. **Placa Arduino**
7. **Motor**
8. **Servo** (x6)
9. **Power Module**
10. **Cables**
11. **Hèlixs** (13*8 cm)
12. **GPS**
13. **Receptor del controlador manual**

6.2.2 Materials i eines

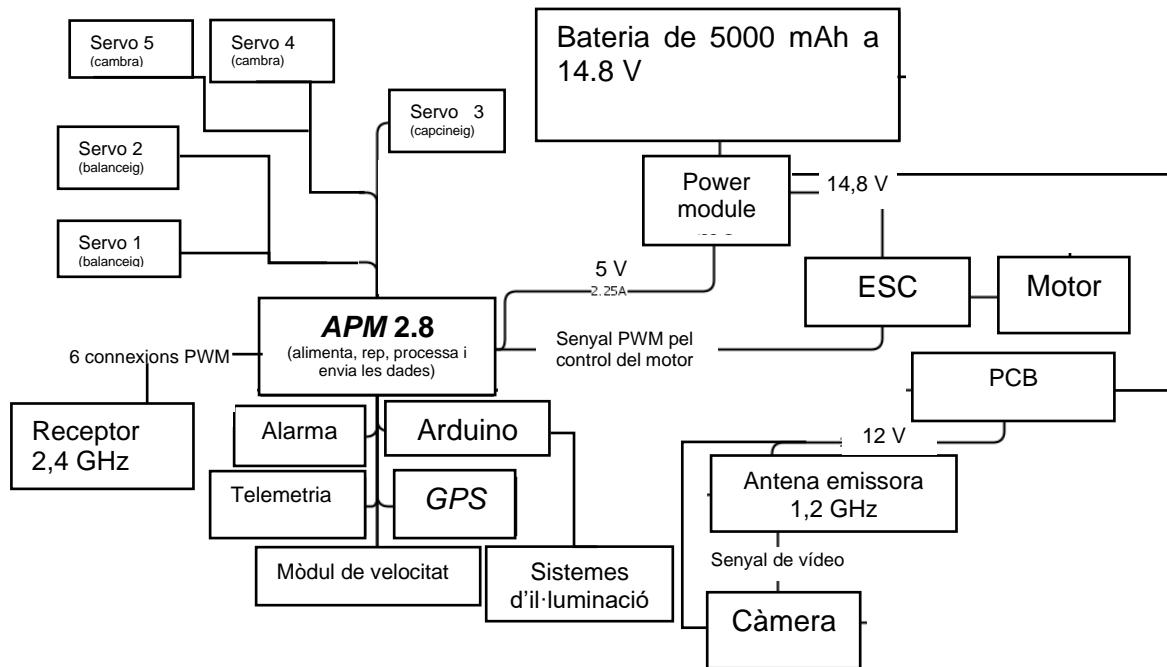
Les eines 1,2 i el material 4 les utilitzareu per unir cables (soldant-los) en el cas que necessiteu allargar-los. Tanmateix principalment s'utilitzaran a l'annex, on connectareu tots els cables correctament. Principalment en les modificacions que fareu al xassís inicial en aquest apartat seran amb l'eina 3, la pistola de silicona.



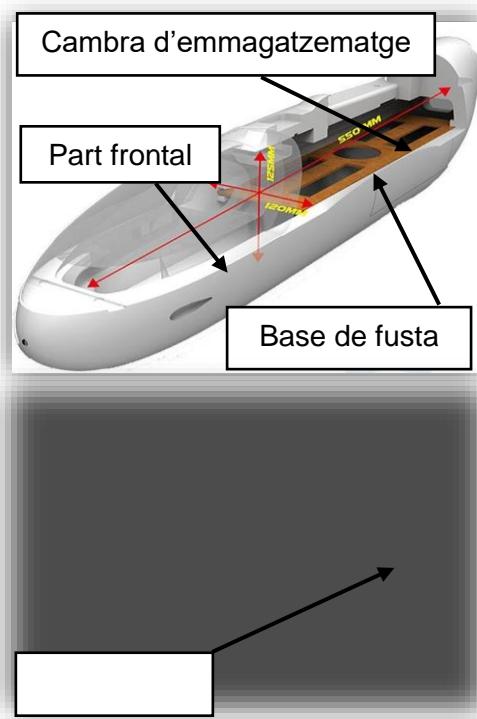
1. **Succionadora o bomba**
2. **Soldador**
3. **Pistola de silicona**
4. **Rotlle d'estany**

6.2.3 Distribució dels cables

Per aquesta part no tenim cap classe de manual per part de l'empresa. Per aquest motiu, abans de muntar qualsevol cosa us recomanem fer un esquema on pugueu visualitzar amb claredat les interconnexions i poder situar els cables d'una manera lògica. A més a més, heu de mesurar tots els espais per tal de poder gestionar bé la distribució dels components del dron i situar els cables que es connectaran a prop i catalogats (quina funció realitzen). A l'annex explicarem com i on connectar els cables concretament, ara únicament els situarem.



6.2.4 Distribució interna



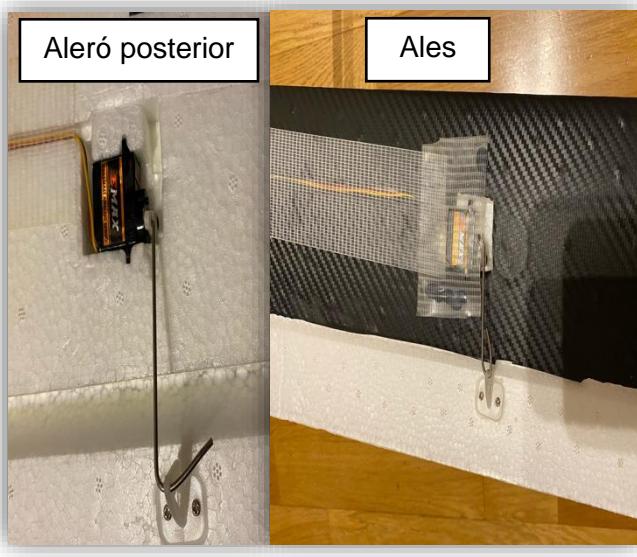
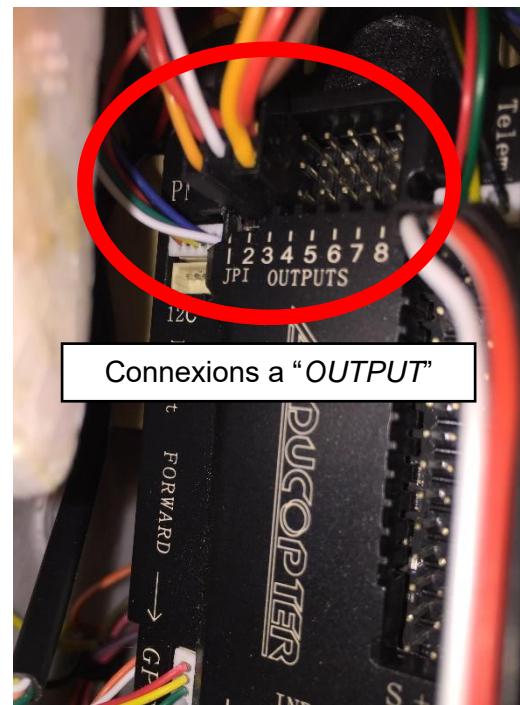
Tenint en compte que volíem un espai on emmagatzemar medicaments, vam decidir posar tots els components a la part frontal del cos del xassís. El primer que heu de fer és tallar la base de fusta (de les dues que venen) per la meitat. Seguidament, cal posar l'APM 2.8 sobre la fusta amb un llit d'antivibració. Recomanem posar la placa al centre del xassís mitjançant unes vies laterals que hi ha a la cambra (sense enganxar-la), ja que farà més estable el control automàtic. Cal remarcar que fa falta controlar el centre de gravetat. Aquest és el punt imaginari d'aplicació de la resultant de totes les forces de gravetat. Per veure on està, heu de subjectar el dron amb una marca que hi ha ambdues ales. Si no es manté en equilibri, heu de posar més pes a un dels dos extrems. Si no ho feu bé, l'aeronau serà incapàc de volar.

L'altra part de la fusta l'heu d'utilitzar per fer de separador entre la part frontal i la cambra d'emmagatzematge. I l'altra peça l'heu d'utilitzar com a subjecció de la bateria en la part frontal (uniu la bateria amb la peça amb dues vetes adherents). Aquestes dues peces les heu d'enganxar amb el xassís amb l'adhesiu especial.

6.2.5 Configuració dels servos

Per aquest projecte nosaltres vam utilitzar cinc servos. Dos pel control de balanceig, un pel capcineig i dos per obrir i tancar les comportes de la cambra d'emmagatzematge. Per poder funcionar correctament els servos han d'estar connectats a la placa APM 2.8 per les sortides "OUTPUTS". Tot i això, s'explica amb més detall a l'annex.

Per portar els cables del lloc on els heu de situar fins a la placa necessiteu guiar-los per les ranures que hi ha a les ales. En el cas del servo de la cua l'heu de connectar a l'extensió que hi ha dins del tub de fibra de carboni que la connecta amb les ales. Fent això s'evita que modifiqui l'aerodinàmica de l'avió. Una vegada realitzat, heu de fer dues petites obertures al costat del casc del dron seguint la línia de les ranures (permetent que els cables entrin dintre). Els servos de la cambra d'emmagatzematge s'expliquen posteriorment a l'apartat 6.2.11.



El següent pas és situar i enganxar els servos que tenen a veure amb l'aerodinàmica. En el moment de posar-los en les ranures indicades s'ha de tenir en compte el sentit amb el qual els situem. Pel que fa al capcineig s'ha de moure en sentit antihorari per pujar l'aleró. I per l'eix de balanceig, el dret ha de girar en sentit horari i simultàniament l'altre ha de girar en sentit antihorari per girar l'avió en sentit horari. Per aconseguir que els servos no es moguin en el mateix sentit cal invertir la posició normal del servo, bàsicament donar-li la volta. S'explica la connexió a l'annex. Per altra banda, també heu de fer

el calibratge perquè parteixin des dels zero graus (punt mort) i puguin fer els +-15°. Abans d'enganxar-los, heu de col·locar l'accessori de plàstic i connectar el servo al receptor del canal, que utilzeu per a aquest moviment, amb l'emissora encesa. Llavors heu de canviar la posició de la peça perquè estigui perpendicular al motor. Una vegada fet heu de posar el caragol amb el motor apagat. Després cal ficar el motor de manera que pugui fer el moviment sense tocar amb el material (potser és necessari treure una mica de porexpan per fer el moviment sencer). Després heu de pegar el motor amb l'adhesiu especial traient els adhesius del servo. Més tard, heu d'unir les dues peces de plàstic que s'enganxen a les superfícies de control aerodinàmic amb un altre caragol, de manera que els forats de les peces estiguin el més a prop del motor. Finalment heu d'agafar el filferro de metall (també inclòs) i unir els forats del mig de les dues peces de plàstic. Heu d'intentar que, quan el servo motor estigui en punt mort, la superfície de control sigui uniforme amb l'estructura.

6.2.6 Transmissió i recepció de senyal

Després de l'anterior us toca ubicar la telemetria. Està composta per dues parts, una que s'ha de posar al dron i l'altra amb un port USB que ha d'estar connectada a l'ordinador (base). Doncs, simplement heu de fer una obertura sobre una de les ales (per evitar interferències) amb el cúter i seguidament posar la telemetria enganxada amb silicona. D'aquesta manera ens va quedar molt fixada. Seria molt recomanable que la part que sobresurt la cobriu amb algun vinil per evitar que la forma quadrada del component ofereixi resistència a l'aire. Per una altra banda, el que heu de fer és allargar els cables per fer que arribin a la placa (situant els cables per la ranura que hi ha a les ales). És molt important connectar els cables de forma correcta per no cremar el dispositiu (unint els cables del mateix color). Finalment, heu de posar material aïllant termoretràctil per protegir els contactes.



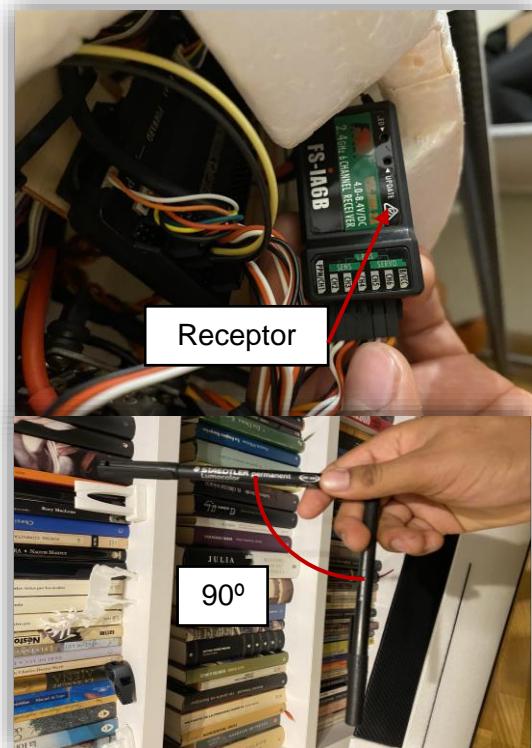
Seguidament és el torn del *GPS*. Aquest és un mòdul senzill que us permet enviar el dron a una ubicació concreta. A l'hora d'ubicar-lo vam decidir dissenyar una base i imprimir-la amb impressora 3D. Aquesta base l'allunyaria dels altres components electrònics com el motor que poden fer interferència. Per imprimir, nosaltres vam utilitzar un material que es diu *PLA*. Aquest és un material molt adient per començar en el món de la impressió 3D. Ofereix una gran resistència a la tracció i és, fins a un cert punt, elàstic. Més endavant es parlarà del disseny d'aquest.

Per una altra banda, si decidiu posar la base, és important unir el mòdul de *GPS* amb el suport correctament. Heu de posar la fletxa de la brúixola del *GPS* amb el mateix sentit i direcció del front del dron. Si no ho feu, el vol autònom es veurà afectat. A més a més, és important que el cable no estigui molt tens a l'hora de posar-lo en la posició, ja que això podria trencar-lo i generar molts problemes. Una vegada posat bé, l'heu d'enganxar amb silicona calenta.

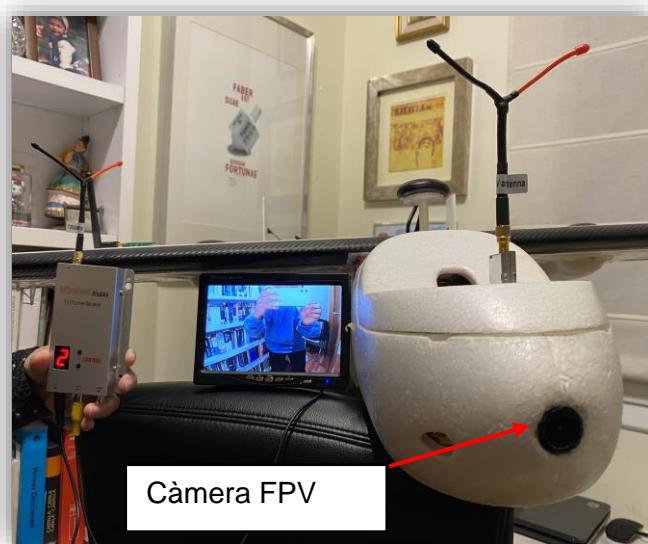
A partir d'aquí recomanem organitzar tots els cables amb brides (sense estar molt collades) i així saber a què part pertany cada cable. Amb això facilitareu la posterior connexió dels elements i les tasques de reparació.

Ara heu de situar el receptor de 2,4 GHz. Amb aquest podeu controlar el dron de forma manual. Aquest component disposa de dues antenes, en el cas del que vam comprar. Respecte a la ubicació, recomanem posar-lo prop de la placa APM 2.8, ja que els cables estàndards que s'usen per a la connexió són molt curts.

Després d'informar-nos vam decidir que les antenes s'havien de posar formant noranta graus perquè d'aquesta manera el receptor rebria millor el senyal entrant. La recepció del senyal d'una antena d'aquest tipus és la mateixa que la d'un toroide. Si disposem les dues en 90°, obtenim una recepció aproximadament d'un cercle. A l'hora de manipular les antenes heu de vigilar de no deformar-les molt, ja que són molt delicades. Definitivament, vam posar una antena al costat del GPS i una altra perpendicular a les ales a la cabina. Us recomanem fer-ho, ja que les antenes queden més protegides i aconseguiu rebre el senyal en cercle.



6.2.7 Distribució de la part frontal



En aquest apartat mostrarem com vam col·locar els elements de la part frontal. Primerament heu d'instal·lar el sistema FPV. Està compost per una càmera, un emissor al dron, una pantalla i un receptor a la base. Per instal·lar la càmera heu de fer un forat al davant. Després, amb tot el sistema en funcionament, heu d'orientar-la (de manera que es vegi l'horitzó recte) i enganxar-la amb silicona per fixar-la. Heu de tallar el cable d'alimentació de la càmera i de l'emissor i les heu de soldar al *power module* addicional (tenint en compte la polaritat). Per evitar que faci un curtcircuit amb un

altre contacte recomanem envoltar-lo amb material aïllant. S'han d'evitar les connexions exposades per evitar cap problema durant el vol (curtcircuits). Per una altra banda, també heu d'instal·lar el sistema de mesura de la velocitat de l'aire. Primer heu d'instal·lar el tub Pitot (traient la base del mòdul) pel forat de la cabina situat a la dreta, de manera que quedí perpendicular a les ales. Heu de fer que sobresurti uns 1 o 3 cm del forat i l'heu d'enganxar amb silicona. Seguidament cal unir el tub Pitot amb el sensor utilitzant els tubs de plàstic (els heu de tallar amb una mida aproximada de 5 cm de llargària) evitant que el tub estigui deformat per algun objecte extern (per evitar variar la pressió que rep el sensor).

Respecte a la ubicació de l'emissor FPV, vam decidir posar-lo a la part frontal pel simple fet que el cable només arribava el lloc indicat des d'aquest punt. Per això només heu de fer un tall a la part frontal amb la mira indicada i després l'enganxeu amb silicona calenta. És recomanable situar-lo fora de l'estructura, ja que és un component que s'escalfa molt. Fins i tot vam haver de posar-li un difusor amb pasta tèrmica per ajudar a refredar-lo.

Encara que el sistema és capaç de transmetre àudio únicament vam utilitzar el vídeo, per tant recomanem també aïllar els altres contactes si no l'utilitzeu.

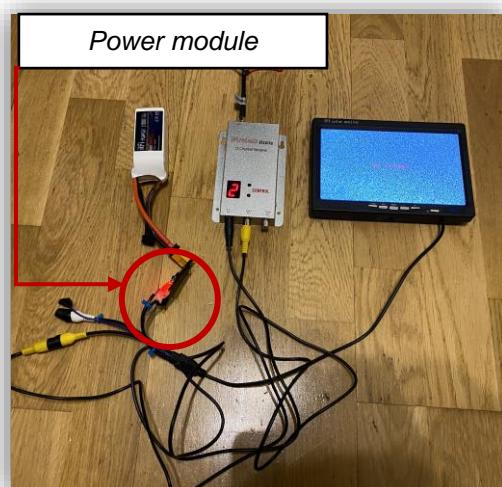


6.2.8 Configuració de la base



Pel que fa a la base, perquè el receptor pugui rebre millor el senyal vam decidir posar-ho sobre un trípode que el puja un parell de metres sobre el terra i evita que elements prop del terra generessin interferència. Simplement amb una cinta de doble cara l'heu d'enganxar al lloc on se situa la càmera. És molt important no connectar ni el transmissor ni el receptor sense l'antena (es pot cremar). Tot i que venen dues antenes per defecte us recomanem comprar unes dipol en V invertida per augmentar el seu rang. Sobretot us heu d'assegurar que estigui dissenyada per la freqüència amb la qual esteu treballant (1,3 GHz).

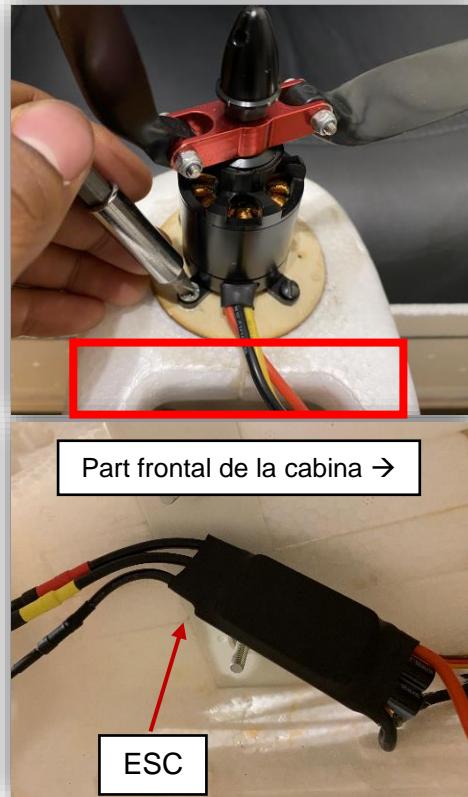
Aquí podeu observar la connexió dels dispositius. Tots dos components són alimentats per una bateria de 14,8 V amb una capacitat de 1300 mAh. Podeu alimentar-los amb una bateria d'11,8 V, tot i això volíemaprofitar aquesta bateria. Com el receptor s'alimenta amb 12 volts necessitàrem una placa que fos capaç de transformar el voltatge inicial amb el necessari. Les connexions són senzilles, ja que a cada component venen indicades. En el cas de l'alimentació heu de tallar els cables d'aquest i soldar-los a la placa seguint els pols en cas que sigui de 16,8 V o soldar-los a un connector XT60 mascle per anar directament a una bateria de 12 V. Recomanem també protegir els contactes.



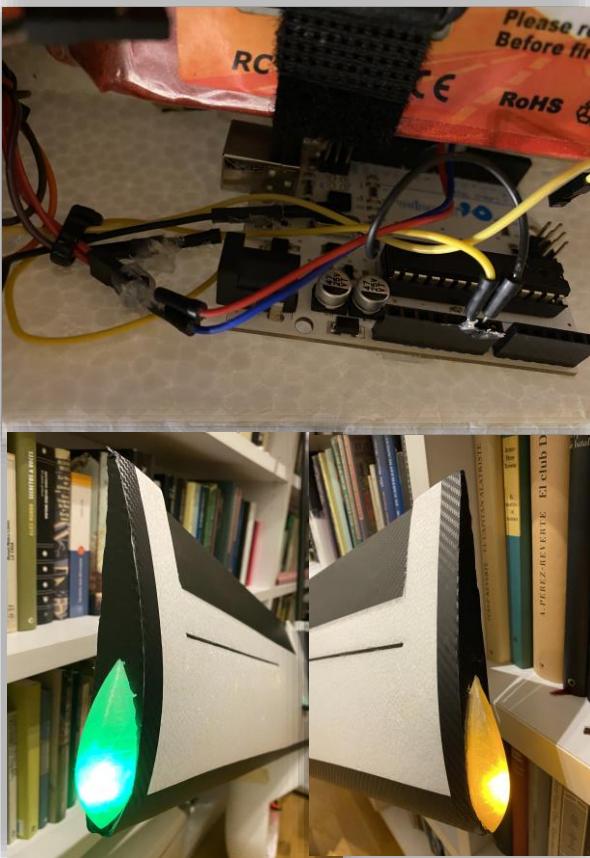
6.2.9 Instal·lació del sistema de propulsió

El motor és una part essencial del dron. Respecte a la ubicació, normalment se situa a la part frontal. No obstant això, nosaltres vam decidir de posar-lo a la part darrera, un motor *pusher*. Ubicant-lo en aquesta part heu de tenir en compte la posició de les hèlixs. Perquè el motor impulsi el dron cap endavant, hem d'invertir la posició de les hèlixs. Com són plegables, recomanem que els caragols que uneixen les hèlixs amb l'estructura de metall estiguin una mica fluixos per permetre un cert moviment de l'hèlix. Per instal·lar-lo heu de posar quatre caragols que ja venen de fàbrica. Una vegada fet heu d'unir el motor amb els 4 caragols de manera que quedi ven fixat i els cables estiguin en direcció al forat que queda per sota del motor.

Per altra banda, per poder controlar el motor necessiteu un ESC. Com s'escalfa molt és recomanable posar-li un difusor de calor. El vam enganxar a la part superior de la cambra d'emmagatzematge, tanmateix si es sobreescalfa el podeu posar en la part exterior del casc.



6.2.10 Configuració de la il·luminació



Com a gran projecte nostre que és, no podia faltar una bona il·luminació tant en l'aspecte simbòlic aeri com el decoratiu.

Per poder dur a terme la il·luminació que nosaltres volíem, vam escollir fer-ho amb una placa Arduino. Amb aquesta és més senzill programar les funcions, ja que els dos tenim coneixements i experiència prèvia en el llenguatge que utilitza. Aquesta s'alimenta de l'APM i es connecta als llums per encendre-les depenent el programa.

Cadascuna d'aquestes llums té tres leds connectats entre si situats a un extrem de l'ala. És important que poseu els leds taronges o vermellos a l'esquerra i els verds a la dreta per seguir el protocol estandarditzat. Per protegir-los vam dissenyar i imprimir amb la impressora 3D una tapa amb PLA transparent. Doncs aquesta tapa a més a més de protegir també té la funció de dispersar la llum i augmentar l'angle de visió.

6.2.11 Cambra d'emmagatzematge

Un cop tingueu muntat tant el xassís com els components, heu de començar a marcar amb un llapis el que serà la cambra d'emmagatzematge. Nosaltres vam escollir d'altura una la línia inferior d'un rectangle que ve marcat al costat i de llargària des d'on està la placa separadora fins a on es comença a corbar-se el material verticalment. Amb això aprofitàvem tot l'espai que teníem sense debilitar excessivament l'estruatura interna. Recordem dibuixar les línies el més recte possible per tal que no us surtin les comportes torçades. Després d'haver delimitat l'àrea, heu de començar a tallar amb un cùter. S'ha d'anar amb compte de no tallar cap cable que pugui passar per sota.



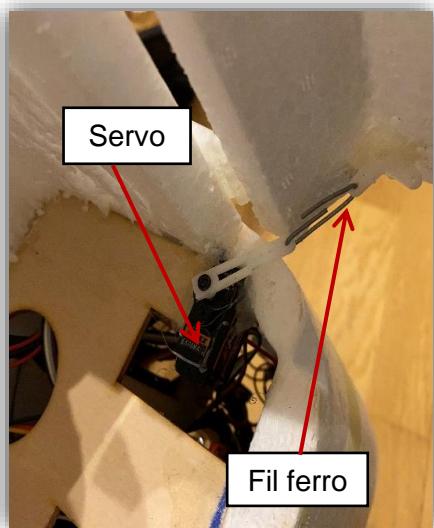
Un cop tingueu tallat les comportes, necessitareu un mecanisme que us permeti obrir i tancar-les sense contribuir negativament a l'estètica i a l'aerodinàmica del dron. A nosaltres se'n va acudir dissenyar i imprimir unes frontisses blanques que es camuflaven molt bé. Per posar-les vam utilitzar la mateixa cola que per la resta del dron.

Després ens vam assegurar que obrissin. Els dos estan molt junts per aquesta raó. Com que just després començava una corba, vam posar-lo just abans d'aquesta per permetre el moviment.

El tall que havíem fet el per les comportes no ens havia quedat del tot el recte. Per aquest motiu vam agafar la llima i vam començar a llimir les vores suavament per facilitar la seva obertura. Nosaltres vam utilitzar una llima de metall mitjanament suau però recomanem, millor, usar paper de vidre, ja que la fricció que acostumen a produir no és tan agressiva com les de metall. Tot i això, es poden utilitzar les dues. En cas que tinguin una certa dificultat per tancar-se o obrir-se heu de fer el mateix.

Després heu de comprovar que les comportes encaixen correctament. Si no és així, heu de seguir llimant.



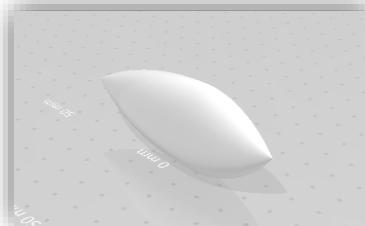
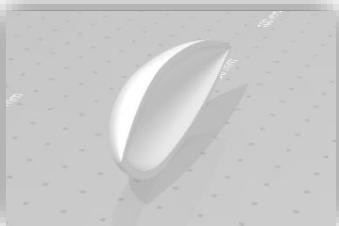


Ara havíem d'inventar un sistema, a través d'un mecanisme, que ens permetés obrir i tancar les comportes prement un botó des de la base de control o automàticament. El que se'n va acudir va ser posar dos servos, un per cada porta, i unir aquests amb cada una de les respectives comportes amb fil ferro. Aquest unia dues peces de plàstic incloses als servos, una enganxada al motor (amb un caragol) i l'altra a la comporta (fent una ranura i unint-la amb silicona calent). Com també hem explicat a l'apartat de la construcció de les ales, si voleu que els servos facin de mirall un a l'altre, haureu d'invertir un d'ells. Simplement heu de donar-li la volta per tal que els dos facin moviments en sentits opositats. Recordem que el fil ferro ha de ser suficientment fort per aguantar el pes dels medicaments i no doblegar-se i de fer el calibratge dels servos però utilitzant el punt mort als -15°.

6.2.12 Impressions 3D i millores estructurals

Com ja hem fet menció anteriorment, el xassís que hem utilitzat per construir el dron no l'hem construït nosaltres sinó que el vam comprar. Doncs aquest, duia algun defecte estructural que contribuïa que el dron no fos tan robust com caleria. Per aquest motiu ens vam posar a dissenyar petites peces que ens van ajudar a millorar-lo. Per l'altra banda, també vam dissenyar algunes peces amb una intenció estètica.

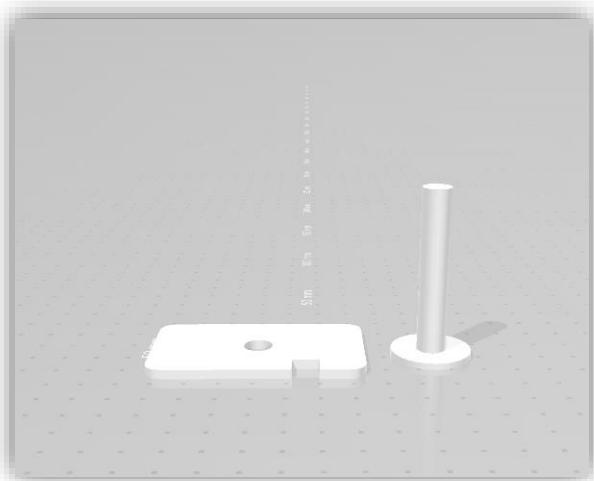
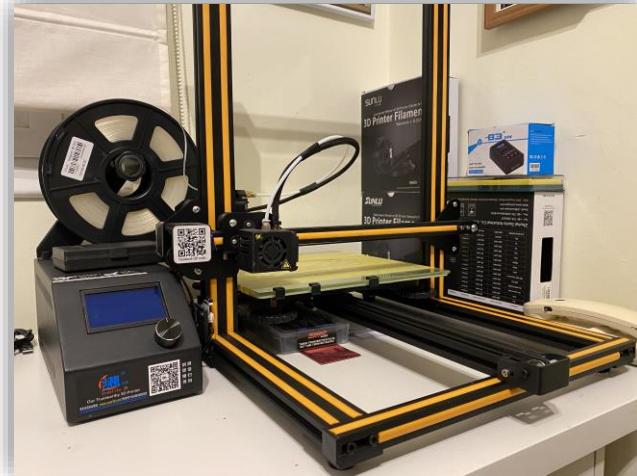
Per poder dissenyar aquests components vam utilitzar la plataforma *SolidWorks*. Vam escollir la aquesta perquè, gràcies a la nostra escola i el nostre tutor, vam tenir l'oportunitat de fer un curs de disseny amb aquesta plataforma. S'ha de dir que aquesta plataforma no és de les més senzilles d'usar, però és de les que tenen més eines. Principalment és utilitzada per tècnics com enginyers i dissenyadors industrials. Tanmateix, si no teniu molta experiència en disseny 3D, hi ha dissenys semblants que es poden descarregar de la pàgina www.yeggi.com.



Aquestes peces, les vam fer per protegir els leds que s'encarreguen de la il·luminació de les ales del dron. Per subjectar-les, les vam enganxar amb silicona calenta. En estar fetes d'un material semitransparent, es distorsiona la llum canviant la seva direcció inicial. Amb això els colors dels leds es veuen en un angle més gran.

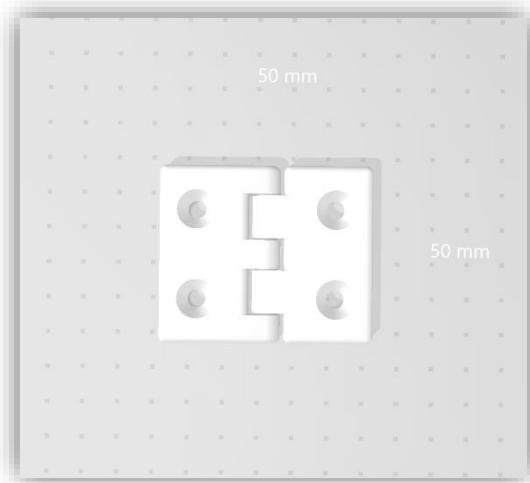


Per imprimir les peces vam utilitzar la impressora *Creality CR10*, que és una de les millors impressores qualitat-preu. Vam tenir la sort que un de nosaltres tenia una, cosa que ens va permetre fer assajos i proves. Per tant, només vam fer les impressions necessàries només pagant el preu del filament. La veritat, portar les peces algun lloc que us ho imprimeixin us pot sortir bastant car. Recomanem que la qualitat d'impressió sigui la més alta per assolir la màxima rigidesa del component.



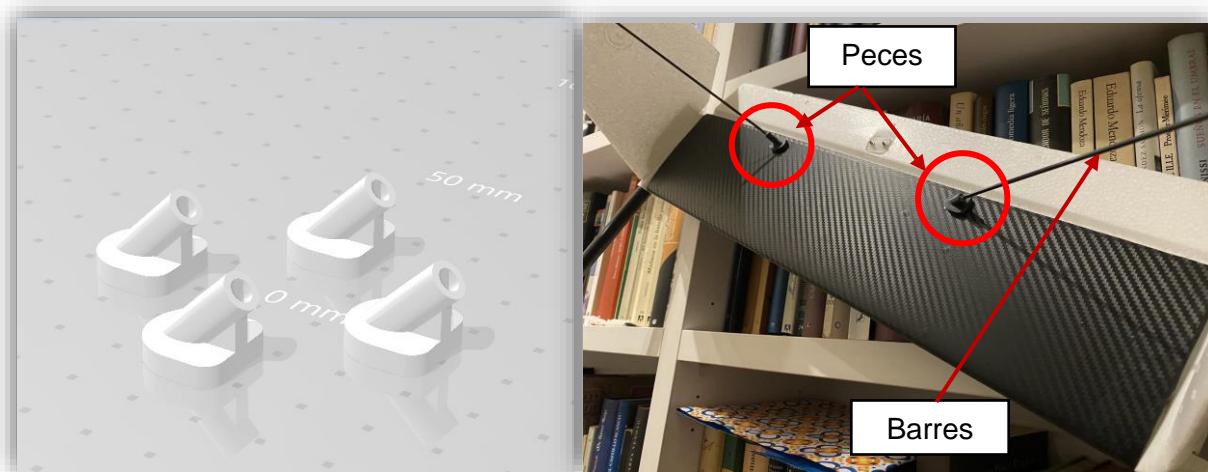
Una altra peça que vam dissenyar, com ja hem fet menció anteriorment, va ser un suport pel *GPS*. Aquest aparell, per poder funcionar correctament, no pot ser tapat o cobert per cap altra peça o coberta. Doncs aquesta peça està formada per dues parts que simplement vam unir amb un adhesiu plàstic. D'aquesta manera vam aconseguir que el *GPS* se situés a un punt alt i, com a conseqüència, tingués una millor connexió amb els satèl·lits. Simplement l'heu d'imprimir i enganxar al lloc corresponent.

Aquesta altra peça la vam dissenyar perquè necessitavem un sistema el qual permetés que les comportes de la cambra d'emmagatzematge es poguessin obrir i tancar amb més facilitat. Doncs aquest ens proporcionava les funcions esmentades i al mateix temps permetia que les comportes tinguessin un grau d'obertura considerable. Per tant, al moment del llançament dels medicaments, aquests no tindran cap problema per sortir. Únicament els heu d'imprimir i enganxar als llocs corresponents.



Un dels reptes que ens van sorgir durant la construcció va ser que havíem de solucionar la feblesa dels alerons de la cua. Aquests, quan engegàvem el motor i el posàvem a una certa velocitat, començaven a trontollar. Aquest es produïa per dues raons la primera era la feblesa de la cua. Necessitavem dissenyar unes peces que ens ajudessin a subjectar els alerons i així aconseguir que es tornessin més robustos. Les peces, després d'haver-les dissenyat i imprès, les vam enganxar amb cola i dins d'aquestes vam col·locar unes barres. Aquestes eren de fibra de carboni i va solucionar en gran manera el problema que teníem. Únicament els heu d'imprimir i enganxar als llocs corresponents i podeu agafar una barra de fusta o metall lleuger en cas que no tingueu de fibra de carboni.

La segona raó era que les hèlixs no estaven equilibrades. En certa manera n'hi ha un partit marge d'error en la fabricació d'aquestes que poden fer que les dues pesin diferent. Per solucionar-ho heu de posar el motor en un equilibrador d'hèlix i anar posant cinta adhesiva en un costat o l'altre per aconseguir-ho. Una vegada fet, us heu d'assegurar que estigui ben enganxat. Amb tot això, el problema hauria d'estar totalment solucionat.



6.2.13 Cobertura estructural amb vinil

En el seu moment l'aspecte del dron no era molt atractiu. Doncs havíem de fer alguna cosa per canviar-ho. Al principi vam decidir cobrir-lo de fibra de carboni sense ser gaire conscients del gran cost que aquest tenia. Després, vam decidir optar cap a una solució més econòmica, el vinil de fibra de carboni. Aquest està fet de plàstic però amb unes característiques semblants pel que fa a la protecció i la decoració. Aquest és un apartat optional, però us ho recomanem, ja que millora la seva durabilitat.



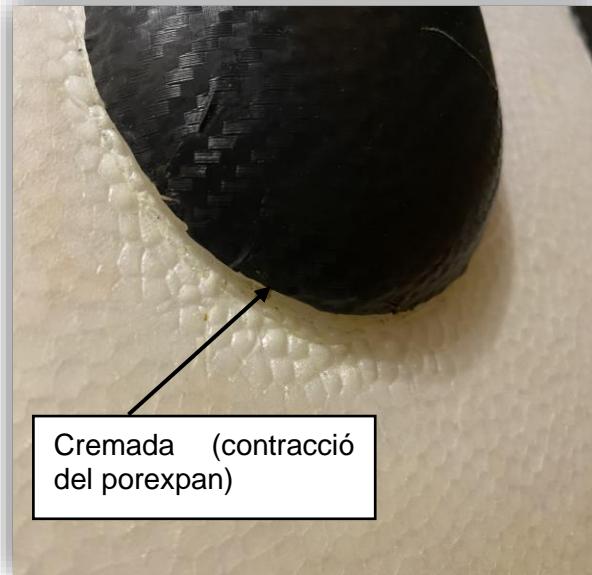


Per fer-ho heu de comprar un parell de rotllos per cobrir les ales, els alerons posteriors, la cua i algun lloc més que considereu. Tanmateix heu de deixar els dos forats frontals i el darrer de la cabina oberts per mantenir la ventilació dels components sense haver d'utilitzar una refrigeració interna (com un ventilador).

Un altre dels motius pel qual el vam triar va ser per la facilitat d'aplicació. Només l'heu d'estendre per sobre la superfície indicada i anar enganxant-lo a poc a poc. Com és lògic, també heu d'evitar que es formin bombolles d'aire i per això heu d'anar empenyent l'aire cap a fora alhora que aneu enganxant el vinil.

En aquesta part, amb el vinil, vam cometre un error que després no vam poder arreglar.

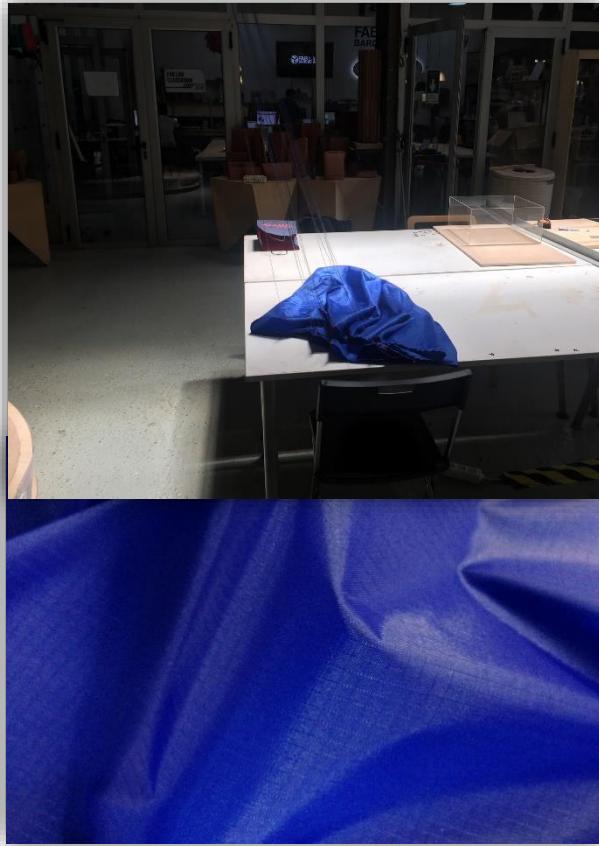
Nosaltres sabíem que si volíem que el vinil ens quedés més adherit l'havíem d'aplicar calor. Per fer això, necessitavem un assecador industrial o un que fos suficientment potent, cosa que no teníem. No obstant vam trobar un que no feia exactament el que volíem però era acceptable. Tanmateix no ens havíem adonat del potent que era i el vam apropar massa al porexpan. En conseqüència vam cremar una part. Tot això únicament suposa un problema estètic. Vosaltres ho podeu fer amb un assecador.



Un detall que no podia faltar en aquesta construcció era posar el logotip del projecte al nostre dron, *Drone Niara* (en el vostre cas podeu posar el vostre logotip). Com ja el teníem dissenyat només l'havíem de portar a un centre gràfic per la seva impressió. Pel que fa al seu format, havia de ser una imatge “*png*” o “*jpg*”. Els de la botiga es van encarregar de la resta. Nosaltres vam demanar que ens ho imprimissin amb un paper especial el qual estava format per una part de paper i una altra de plàstic adhesiu.

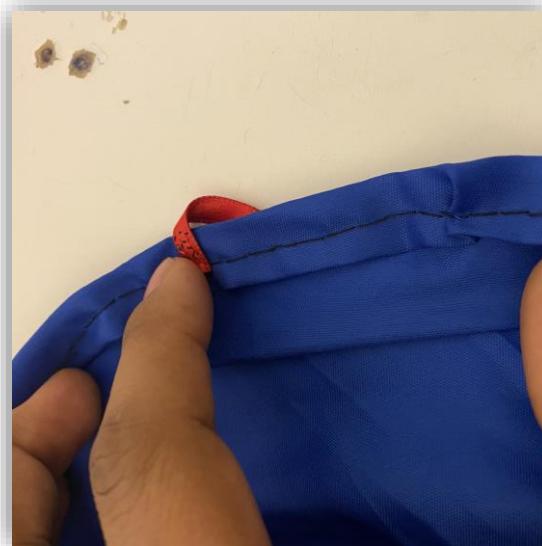
Un cop el teníem imprès, només vam tallar la silueta del logotip i tot seguit el vam enganxar el lloc indicat. Vam fer el mateix amb els donants majors de 50 €, ja que era una recompensa (s'explica amb més detall en l'apartat 7.3.1). Amb tot això ja tindríeu el disseny del dron.

6.3 Construcció del paracaigudes



Una de les nostres idees per enviar medicaments fou llençar-los des de l'aire subjectats per un paracaigudes. Aquest no els havia de sustentar a l'aire sinó reduir la velocitat d'impacte. Per poder fer aquesta funció, aquest havia d'estar fet d'un material, que fos capaç de fer resistència a l'aire. Per això vam decidir utilitzar un material que es diu *ripstop*. El *ripstop* és el teixit de tela idoni per a construir cometes per les seves característiques. Pot ser de niló o de polièster. És molt lleuger perquè està teixit amb fils molt fins, però alhora és molt resistent perquè cada cert nombre de fils s'intercalen un de més gruixut. Una característica important d'aquesta tela és el gramatge o pes en grams per metre quadrat. Com menor sigui el gramatge menys pesarà el paracaigudes i més pes podrà portar. Vam decidir comprar un metro per un metro cinquanta d'aquest material, ja que volíem que tingüés un radi de seixanta-cinc centímetres. Si no teniu experiència prèvia, també us recomanem agafar aquestes mesures.

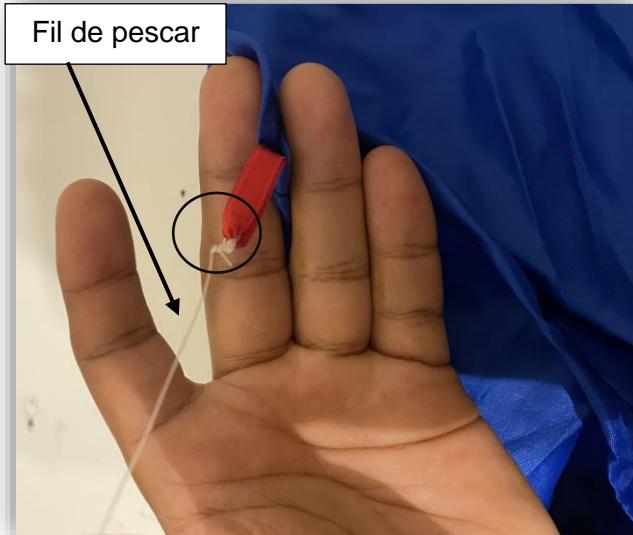
Per començar amb el procés heu de dibuixar una circumferència amb un compàs casolà que ara us explicarem. Bàsicament consisteix d'un fil cordat a un retolador. Una persona s'ha de posar al centre amb el fil. La llargària d'aquest ha de ser la distància que voleu de radi. Després una altra persona mou el retolador al voltant d'aquest centre (és molt important que no es mogui) perpendicularment respecte del teixit. Si ho feu correctament ha de resultar un cercle. A continuació heu de retallar el perímetre marcat. Després cal cosir les bores de tal manera que quedi una superfície resistent per aguantar el pes de la càrrega que vulgueu portar.





Un cop cosides les vores de la superfície retallada i brodada, heu de cosir unes tires on posteriorment aniran les cordes. S'ha de tenir en compte de posar un nombre suficient de tires perquè el pes dels medicaments es reparteixi per tota l'estructura. Per tant, és recomanable cosir-los el millor possible perquè les tires aguantin el pes sense fatiga. Si no sabeu com cosir, hi ha molts vídeos a la plataforma YouTube on surt gent explicant pas a pas com es fa.

Com ja hem dit anteriorment, les tires són l'intermediari que uneix les cordes amb la tela. Un error que vam cometre va ser utilitzar fils de cosir com a cordes cosa que aquest no aguantaven tant el pes com pensàvem. Vam haver de pensar en un altre material, que va ser el fil de pescar. Aquest es caracteritza per una alta resistència a la tensió i per la seva resistència al nus. Això us permetrà posar fins a un 1 kg de càrrega sense que es trenqui.



Doncs ara només us queda unir totes les cordes en una sola ramificació. No obstant això, heu de tenir en compte la mesura de les cordes, totes han de tenir la mateixa longitud respecte al paracaigudes per no sobrecarregar un fil. Per alinear-les només cal marcar a tots els fils una distància determinada i fer el nus justament a aquest punt.

Ara només us toca fer unes petites proves per veure si funciona amb una determinada càrrega. Heu d'unir el paracaigudes a la capsula mitjançant un forat i un nus i el procés de construcció del dron estaria finalitzat.

7. PART SOCIAL

Aquesta part és essencial pel nostre projecte, ja que sense aquesta no haguéssim pogut desenvolupar-lo del tot. Com que la nostra intenció principal era ajudar a la gent, hem pensat que *Drone Niara* hauria de tenir una gran influència social per arribar a aquest objectiu. Per tal de fer-ho vam fer possible la participació en el nostre projecte mitjançant *crowdfunding*³⁷. Aquest junt amb la part de promoció i idealització del projecte esdevenen la part social del projecte. Per tant, en aquest apartat es veurà reflectit com dos nois de 17 anys han portat aquest projecte a la realitat, junt amb tots els problemes que se'ls van presentar.

7.1 Idealització

La idea de *Drone Niara* va sorgir entre nosaltres dos a 3è de l'ESO. Tot i que dista molt del projecte actual, vam definir la base. A partir d'aquí va anar evolucionant fins al que és avui dia. Simplement vam tenir la idea de fer un avió a radiocontrol que pogués portar càrrega. A diferència dels coneguts quadricòpters que es van popularitzar durant l'any 2016, aquest tipus de dron podia portar material d'una forma més eficient amb un rang de funcionament més gran. Puix que el nostre dron aprofita l'energia de la bateria per dues coses. No únicament per lluitar en contra de la gravetat (ho fa mitjançant la sustentació) sinó que també per avançar horitzontalment a una gran velocitat. Això el feia molt més eficient. Com a resultat la mida del dron no havia de ser extremadament gran per portar una càrrega. La idea es va quedar aquí fins que a 1r de batxillerat vam considerar que el treball de recerca podria ser la nostra oportunitat per portar aquesta idea a la realitat.

A partir d'aquí el projecte va patir un profund canvi. Teníem clar que volíem desenvolupar aquest tema, tot i això veiem que era un argument de poc pes per fer un treball de recerca de certa qualitat. No podíem presentar simplement una avorrida construcció d'un dron com els mil que hi havia per les xarxes, la televisió o internet. Havia de ser una cosa diferent de tot el que l'envoltava perquè esdevingués un projecte únic. A més a més, volíem saber el que érem capaços de fer. Per aquesta raó, vam intentar donar-li aquest aspecte social (un dels punts més forts del nostre projecte). Vam veure que durant les catàstrofes naturals o zones de difícil accés terrestre, el fet de poder tenir l'abast a medicines (un dret que tothom hauria de tenir) es veu totalment reduït. Com a conseqüència, segons dades de l'OMS, "cada hora moren 1200 persones per la falta d'accés a medicaments". Això genera una gran injustícia que veiem que podia ser solucionada amb el nostre dron. En poder accedir fàcilment de forma aèria (sense requerir un gran equip o molt capital) es podria subministrar a particulars o a empreses de medicaments en cas d'emergència. Amb això es podrien salvar moltíssimes vides i podria esdevenir un model de funcionament per diferents ONG que s'encarreguen d'aquesta tasca però amb altres vies més lentes o poc rentables. El model de funcionament es basa en el següent exemple:

Si alguna instal·lació mèdica necessités medicaments o material mèdic per ajudar a algú en estat crític només s'hauria d'enviar un SMS o trucar als que gestionen els drons. Amb això, es duria una flota de drons des del punt més òptim i eficient per llançar amb el carregament via terrestre (en ser un model d'ala fixa el seu rang molt més gran, fins a 10 km). En arribar al lloc es carrega un paquet amb el material mèdic (que és present a la base de medicines del país) al dron especialitzat. Quan estigui carregat, es programa la millor ruta GPS (amb el programa *Ardupilot*) segons la zona topogràfica. Després d'haver-ho fet es llançaria des d'una base molt

³⁷ S'explica el concepte a l'apartat 7.3 *Crowdfunding*

versàtil o a mà. Quan el dron arribés al punt designat deixaria anar la càrrega mitjançant un paracaigudes. Amb això el centre mèdic podria ser proveït amb els recursos en un període curt de temps, depenent de la situació atmosfèrica i a la distància a la qual es troba.

Com veiem és un sistema molt eficient i versàtil que pot fer arribar ajuda sanitària en qüestió de minuts i salvar la vida de persones que es troben en zones remotes i inaccessibles. Així que vam determinar que la càrrega que portaria el dron generalment serien medicines³⁸. Com que un dels dos formants de l'equip del projecte (l'Anuar) anava a Nepal vam considerar perfecte conduir el nostre projecte per aquest camí. Ell podria conèixer de primera mà la situació que hi ha al país, recollir un gran material audiovisual i fer diferents entrevistes a les persones i treballadors que es troben per la zona. A més a més, com que la situació precària de les carreteres i del sistema sanitari compliquen l'assistència mèdica de molts malalts (sobretot quan es produeixen catàstrofes naturals) vam veure que podríem utilitzar-ho com a un fil conductor, esdevenint la causa de desenvolupament del nostre projecte. Per tant, Nepal podria ser lloc al qual el nostre prototip de dron podria ser utilitzat. Mitjançant una flota de drons es podria proveir de material mèdic de manera barata, senzilla i ràpida aquesta zona. Totes aquestes idees van quedar plasmades al document final on es presenta el treball de recerca de manera "oficial". Per aquesta raó, aquest moment determinava l'inici real del nostre projecte. A l'hora d'entregar-lo ens vam adonar que no únicament es tractava d'un sol treball de recerca sinó de molts en conjunt. Tot això, la gran il·lusió que teníem per portar-ho a terme ens va motivar a seguir endavant.

Després d'establir la idea bàsica del nostre projecte, vam començar a buscar quin model de dron faríem i com el construiríem. Abans de tot vam veure quins projectes estaven en marxa avui dia per saber quina era la competència i quins avantatges i desavantatges tenien els diferents models. Amb això vam començar a pensar en moltes idees que es podrien aplicar al nostre dron. Després, a partir d'aquestes vam pensar quina s'adaptava millor a les nostres necessitats. Finalment, vam estar entre dues opcions a on variava el tipus d'aterratge, enlairament i forma de deixar la càrrega. La primera, i per la que un primer moment vam optar totalment, és construir un dron amb la capacitat d'enlairar-se i aterrjar com un quadricòpter i de moure la direcció dels motors per esdevenir un avió per augmentar el seu rang, en el moment en què estigués a una certa altura. Amb això aconseguíem que no necessités espai per enlairar-se (el que s'entén com una pista d'enlairament) augmentant la seva versatilitat en diferents terrenys que no tinguessin molt espai per enlairar-se o aterrjar. Per una altra banda, això permetia deixar la càrrega directament a terra, concretant de manera exacta el punt concret en què s'havia de deixar. Tot i això aquest sistema presenta quatre inconvenients que van fer que descartéssim aquest tipus de funcionament. El primer és que és molt més car dissenyar aquest sistema. Es necessiten com a mínim 4 motors per tenir una estabilitat bona a l'hora d'estar en mode de quadricòpter, junt amb 4 ESC i una bateria amb més capacitat per l'alt consum. Per una altra banda, aquest sistema augmenta el seu pes, reduint la capacitat de portar càrrega. A més a més, aquest sistema és més fràgil i més complicat de transportar, reduint la seva versatilitat. I finalment, quan es passa d'un mode a un altre (en un dron d'aquesta mida) hi ha un gran risc que s'estavelli, puix que la manera en què el dron se sustenta o vola canvia. Per tant, si hi ha una mica de vent o es desequilibra durant el procés, es perdria totalment el control del dron. Per totes aquestes raons, el segon model d'ala fixa esdevingué la millor opció.

Per una altra banda, havíem de pensar com podríem fer els sistemes autònoms de ruta GPS. Anuar havia treballat prèviament amb el sistema d'*Ardupilot* i, segons la seva experiència, és un sistema bastant bo que ens podria ser molt útil en aquest projecte. Compta amb moltes funcionalitats i una d'aquestes era la de poder realitzar una ruta de forma autònoma (encara que havíem de fer el calibratge i posar molts paràmetres d'acord el nostre dron). Així que vam decidir que utilitzaríem aquest sistema junt amb la placa compatible *APM 2.8*.

³⁸ També donem la capacitat de poder posar al compartiment diferents sensors o càmeres per poder disminuir el cost, reduir el temps d'acció i augmentar l'eficàcia de les tasques de salvament i rescat que es duen a terme al voltant del món.

Tot i això, se'n va presentar un obstacle imprevist. Faríem l'estructura bàsica (xassís) nosaltres o el faríem modificant un model comercial? Principalment vam pensar de fer-ho nosaltres amb una estructura de fusta de balsa. Era la més lleugera de totes i força resistent. A més es podia deformar (amb aigua calenta) segons les nostres necessitats donant-li la forma que volguéssim. Tanmateix d'aquesta manera el projecte esdevenia completament complex perquè havíem de dissenyar el dron d'ala fixa des de zero. A més la idea que teníem des del principi era la de fer un model de dron que pogués ser muntat per qualsevol persona i pogués ser reparat ràpidament. Si ho haguéssim fet així, era necessària certa experiència en el tema per poder construir-lo o fer el seu manteniment, cosa que allunyaria l'objectiu de ser versàtil i senzill d'utilitzar.

Com que estàvem fent un projecte al Fablab Barcelona³⁹ vam buscar el contacte d'alguna persona que tingués experiència prèvia amb el camp dels drons. Finalment vam trobar a "l'Edu" que era un aficionat als drons i havia realitzat molt projectes entorn d'aquest tema. Li vam presentar tot el projecte i li va semblar una molt bona idea. Tanmateix ens va recomanar que ens centréssim a comprar un model en comptes de fer-ho nosaltres. En tot cas ens va recomanar que si construïssim el xassís, no el féssim de fusta, ja que amb qualsevol petit xoc es faria totalment malbé i irreparable. Ens va dir que el material de construcció pel seu preu, llegeresa, flexibilitat i facilitat de tractament i reparació fos l'espuma de poliestirè junt amb algun element estructural més rígid i resistent per reduir la seva flexibilitat. Com era un dron que en teoria havia de portar 1 kg ens va recomanar la fibra de carboni que, encara que és una mica cara, és molt resistent i lleugera.

Vam mirar diferents models d'avió que ens va recomanar. Tot i això ens vam decantar pels xinesos perquè, tot i que el *Team BlackSheep* (una companyia que ens va recomanar) fa drons de boníssima qualitat, s'elevava molt el preu de producció. De totes maneres, tots els que ens va presentar tenien un volum de càrrega que era reduït, fent que l'ús real fos d'un pes molt més petit (no hi hauria l'espai per posar-la perquè hauria de ser molt dens). Tot i això, vam trobar un model dels que ens va recomanar que ens va agradar molt, encara que fos molt petit per les nostres necessitats. Aquest era el *Sonicmodell Mini Skyhunter V2* amb 1238 mm d'envergadura alar (figura 19). Vam intentar buscar un model semblant a aquest però que fos més o menys de 2 m d'envergadura alar per produir la suficient sustentació per poder portar fàcilment un kilogram de càrrega i a més que aquest estigués a prop del centre de gravetat. El model que millor es va adaptar a això és el germà gran de l'anterior, el *Sonicmodell Skyhunter* amb 1800 mm d'envergadura alar (figura 19). Aquest estava dissenyat per a llargues distàncies i permetia posar tots els dispositius, sensors i càrrega que volguéssim per la seva gran cabina. Les valoracions positives i els nombrosos vídeos que hi havia a les xarxes van fer que ens decantéssim per obtenir aquest xassís com a base amb la qual després treballaríem per adaptar-lo a les nostres necessitats.



Figura 19: Mini Skyhunter V2 i l'Skyhunter, respectivament

³⁹ És una organització mundial que a Barcelona forma part de l'Institut d'Arquitectura Avançada de Catalunya. Ells donen suport a diferents programes de recerca i formació de manera internacional. Al cas nostre, Escola Pia Nostra Senyora prèviament havia donat la possibilitat als seus alumnes de 1º de Batxillerat de fer un projecte al Fablab. Per aquesta raó, vam poder aconseguir el seu contacte.

En definitiva, aquest llarg i lent procés va permetre desenvolupar una idea general del que seria el nostre projecte. A partir d'aquesta més tard afegiríem més detalls i canviaríem d'opinió davant els diferents problemes que se'n va presentar durant la seva construcció. Tot i això, aquest procés va ser essencial per tenir una base amb la qual treballar. En essència vam poder observar que, si bé, molts pensen que el projecte resultant de la pluja d'idees és la final, durant la promoció i creació del prototip evoluciona i esdevé un projecte encara millor. És una part a la qual ens vam adonar que feia necessari tenir una ment oberta i buscar l'experiència d'altres persones que han tingut relació amb els temes que estàvem treballant, d'una altra manera esdevenia impossible de portar el projecte a terme.

7.2 Promoció

Aquesta etapa esdevé una de les més importants, ja que no es podria haver desenvolupat el projecte si no haguéssim treballat aquesta part com ho vam fer. Ens vam adonar que el projecte no el podríem finançar de manera particular (ja que tots els components eren molt car), així que vam recórrer al *crowdfunding* (que més endavant s'explicarà al punt 7.3.1). Però per obtenir tot el que preteníem aconseguir havíem de donar a conèixer el projecte i explicar de forma atractiva que és. Per molt bo que fos el projecte si ningú el coneixia o s'interessava no s'animarien a col·laborar amb nosaltres. Per aquesta raó, en aquest apartat s'explicarà els diferents mètodes que vam utilitzar (*Instagram*, *Twitter*, *Youtube*...).

7.2.1 Logotip

Abans de tot havíem de pensar en el nom del projecte, tot i que la majoria de persones no li donen el valor que realment hauria de tenir. Aquest esdevé la primera idea que tenen del projecte. Per aquesta raó, havia de ser un nom distintiu (diferent que l'envolta), fàcil de dir i amb un atractiu. Puix que volíem que estiguessin totes aquestes qualitats vam decidir buscar diferents noms i el seu significat. Després d'estar per més de dues hores comparant noms vam decidir-nos per "aquella que té grans propòsits", Niara. És un nom provinent del suahili que transmetria a la perfecció l'essència del nostre projecte. Volíem dissenyar un dron que fos capaç d'evolucionar fins a arribar a ser útil per a la nostra societat (arribant a salvar milions de vides). A més a més, amb la intenció de donar a conèixer un model de funcionament que pot ser molt útil per a diferents ONG. Així que, finalment vam nomenar al projecte "*Drone Niara*", la primera base amb què més tard podríem fer la promoció. El fet pel qual l'anomenem *dron* i no dron té un significat implícit. De manera subjectiva, li donem un aspecte més internacional, enfatitzant que els grans propòsits que té el projecte és de rang global.

Després d'això ens quedava una altra part essencial que era el logotip del projecte. Havia de ser senzill, modern, visual i identificatiu, amb una paleta de colors que transmetés els sentiments que representaven al nostre projecte. Primer de tot vam determinar la forma. Aquesta era l'esbós d'una ala, ja que és el mitjà pel qual intentem solucionar els nostres problemes. A més a més, volíem transmetre de manera simbòlica que és un ideal d'esperança per aquelles persones que no en tenen en passar moments difícils. Amb aquest esquema vam pensar d'afegir un degradat entre dos colors per no fer-ho molt complex o recarregat. De tots els colors vam escollir un groc daurat i un gris clar. El groc es relaciona sovint amb la felicitat, la riquesa, la força i l'acció; emocions que volíem que s'evoquessin en pensar en el nostre projecte. I el gris li dona un aspecte més professional, estable i elegant, equilibrant una mica l'aspecte cridaner del groc. Amb tot això finalment vam desenvolupar la primera imatge del projecte, una imatge que pretenia transmetre esperança i l'objectiu que vol aconseguir.

7.2.2 Disseny web

A partir d'aquest moment, vam pensar que el segon pas consistiria en confeccionar una web central. Amb aquesta connectaríem els diferents mecanismes que tinguéssim per donar a conèixer el nostre projecte. És a dir, que sempre que volguessin trobar més informació els dirigiríem a la nostra pàgina web. Com no volíem invertir capital en aquest, vam optar per fer-la a Wix, una plataforma per al desenvolupament web basat en el núvol. Tot i que és gratuït



Figura 20: Logotip de Drone Niara

Wix es basa un model de negoci *freemium*, guanyant els seus ingressos a través d'actualitzacions *premium*. Els usuaris han de comprar paquets de paga mensual per: connectar els seus llocs als seus propis dominis, eliminar els anuncis Wix, afegir capacitats de comerç electrònic... Tot i això, com que les possibilitats que oferia a la versió *free* eren les que necessitavem vam fer-ho en aquesta plataforma. Per augmentar el rang del projecte vam decidir fer-ho en castellà a

l'inici.

Com volíem captar l'atenció de la persona que s'hagués interessat al nostre projecte vam decidir fer un web molt net, senzill i visual. Aquest hauria de respondre a les següents preguntes d'una forma clara i senzilla: quin problema intentàvem solucionar, com ho faríem (quin era el nostre projecte) i què el diferencia de la resta. Per una altra banda, vam afegir una part on aclaríem com ens finançàvem, és a dir, com intentaríem portar el projecte a terme (amb *crowdfunding*). A més a més, vam afegir una part parlant de nosaltres, les nostres capacitats, el nostre equip, les col·laboracions... Finalment vam fer un apartat de comunicació amb nosaltres per donar un cert esperit de seguretat puix que haurien d'invertir en un projecte al qual no coneixien els participants de re. Amb totes aquestes idees vam procedir a portar-ho a la realitat, fent-ho disponible per a l'ordinador com per als dispositius mòbils. Dels models preestablerts que la plataforma ens donava vam escollir el que millor s'adaptava a les nostres necessitats i després editar-lo segons el nostre estil.

Abans de tot, vam posar un encapçalat fix amb el logotip i l'opció d'elegir entre 4 subpàgines web. A la principal vam incloure una foto amb una frase que definia l'essència del projecte. Transmetíem amb un com d'ull que era i què volíem fer. Després hi ha les 3 preguntes amb la seva corresponent resposta. Per una altra banda, a les tres restants pàgines està el finançament amb un enllaç a Goteo, informació sobre l'equip del projecte i un mecanisme de



Figura 21: Estructura de la pàgina web principal

contacte pel web. Al final de la pàgina vam posar el *Gmail* de [drone.niara@gmail.com⁴⁰](mailto:drone.niara@gmail.com), el *Twitter* @DroneNiara i l'*Instagram* @droneniara. És important conèixer que el nom que posis de títol del projecte web és el que es posarà al domini a l'inici més la seva extensió⁴¹ (en cas que sigui la versió gratuïta), i el nom de la pàgina principal s'afegirà a les altres subpàgines⁴². La direcció del web és: droneniara.wixsite.com/home

Tot i això, quan acabes de crear tota la web i de publicar-la únicament es pot accedir posant tota la direcció URL. Tanmateix no us apareixerà el web si busques, per exemple, *Drone Niara* al cercador *Google*, perquè no està inclòs al seu motor de cerca. Això succeeix pel mecanisme amb què funciona, l'anomenat SEO (*Search Engine Optimization*) de *Google*. Cal entendre que *Google*, bàsicament, el que vol sempre és donar la millor resposta (o la més encertada) per a allò que busqui una persona en el seu cercador. I per fer-ho, passa per una sèrie de fases. Primer, *Google* rastreja constantment llocs web⁴³ per saber què tenen. Aquesta fase també es coneix com a *crawling*. Després *Google* indexa tota aquesta informació en els seus propis servidors per tenir-la ben organitzada i poder accedir-hi després més fàcilment. S'assembla a l'índex d'una biblioteca en què va anotant el que ha trobat i relacionant-lo amb termes, entitats i paraules clau que l'identifiqui. Per tant, quan algú fa servir el cercador, *Google* recorre a aquest índex per veure què té guardat en relació amb el que ha escrit per donar-li la millor resposta. Per donar aquest resultat, els algoritmes de *Google* s'encarreguen d'ordenar la informació segons com creuen que poden respondre millor a la cerca de l'usuari. Finalment *Google* mostra la informació en les pàgines de resultats de la cerca.

Per tant, si volem que *Google* ens mostri la web, primer hem de posar-la a la seva base de dades (*Google Search Console* (figura 23)) i després enllaçar i etiquetar la nostra web amb aquests índexs per ajudar a *Google* a què el pugui ordenar. Si bé Wix ens posa fàcil realizar

Figura 22: SEO de Wix

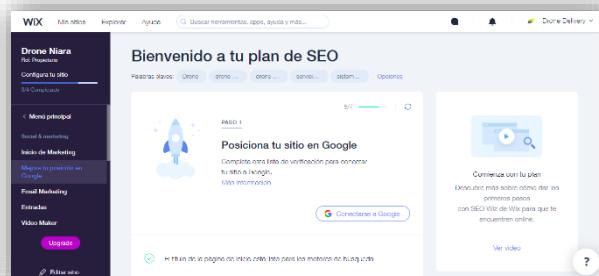


Figura 23: Google Search Console

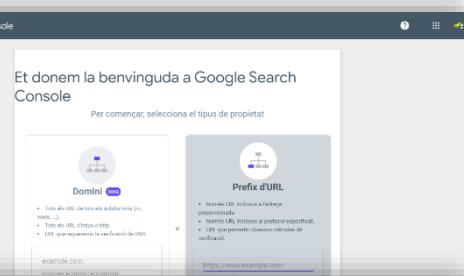


Figura 24: Resultats de la cerca al motor de cerca de *Google* posant "drone niara"

⁴⁰ Vam crear un e-mail per poder centralitzar tot el nostre treball.

⁴¹ En aquest cas droneniara.wixsite.com

⁴² En aquest cas /home.

⁴³ Els que s'han registrat a la seva base de dades.

la segona part (és un procés bastant guiat), per fer la primera de forma automàtica es necessita que siguem *premium*. Tot i això existeix l'opció de fer-ho de forma manual i la mateixa web Wix t'ho explica com fer-ho⁴⁴. És una mica enrevessat però finalment ho podeu aconseguir. En acabar de fer aquest procediment, amb totes les teves webs (incloent-hi les subpàgines amb els seus corresponents enllaços), al cap d'unes hores us apareixeran al motor de cerca si cerques el web amb les paraules clau del SEO que vas posar. Si bé per Wix és necessari fer-ho, per les altres no ho és, ja que les companyies que ho porten us fan això de manera automàtica. La posició de cada entrada depèn de molts factors però sobretot del seu ús, com podem veure a la figura 24 la que ha tingut més tràfic ha estat la de Goteo.

Després de tenir una base amb la qual treballar, vam decidir parlar amb la professora d'economia del nostre centre (Marta Pinós) per conèixer una mica més a fons aquest tema del màrqueting i com ampliar el nostre rang d'acció. Després de presentar-li tot el projecte, ens va dir que identifiquéssim la nostra veta de mercat⁴⁵. Sabíem que aquesta era la gent que feia donacions a Goteo, ja que era el mitjà a través del qual ens finançàvem. Per aquesta raó, si volíem d'ampliar el rang de finançament del nostre projecte, ens va recomanar fer més treball de camp i analitzar empreses que feien projectes similars. Una cosa semblant al que vam fer al principi però des de la perspectiva econòmica o promocional. Per tant, vam haver de veure què funcionava i què no dels projectes vigents a Goteo i com podríem aplicar-ho al nostre cas.

Per una altra banda, ens va felicitar pel web, ja que exposava les tres preguntes bàsiques: què problema hi havia, com ho volíem solucionar i perquè hauria el finançador de votar pel nostre projecte i no un altre (què els diferenciava dels altres). Tot i això, ens va recomanar fer el web més visual. Si posàvem un text sencer, no era atractiu. Com a conseqüència, la gent perd interès en el nostre projecte. Havia de ser més visual per impactar més i facilitar l'atenció a les persones que viuen sobrecarregades d'informació per internet, les notícies, els anuncis... Per tal de solucionar aquest problema al web vam posar una mena de resum al principi en negreta i després l'explicació (figura 25). En el cas del web de Goteo vam fer esquemes i paraules en negreta per destacar els punts més importants. Per una altra banda, ens va aclarir que el finançament de projectes com el nostre (tot i ser de *crowdfunding*) es basava en la mateixa que les *startups*⁴⁶. Aquesta era la regla de les tres F: *Family, Friends and Fools*. Les tres maneres que teníem per finançar-nos era la família, els amics i els "bojos", que sense conèixer-nos en persona inverteixen al nostre projecte. Nosaltres, precisament, volíem atraure a aquest sector. Per aquesta raó, vam haver de fer diferents canals de difusió per arribar-hi i atraure a aquestes persones, puix que l'èxit del projecte depenia d'això.



Figura 25: Canvis que vam fer al web

⁴⁴ La web és la següent: <https://es.wix.com/blog/2018/04/google-search-console-para-principiantes/>.

⁴⁵ És el segment de mercat en què els individus posseeixen les mateixes característiques i necessitats.

⁴⁶ Una empresa de recent creació amb el motiu de comercialitzar una idea o projecte.

En definitiva fins aquí hem pogut veure que la promoció es basava en dues coses: captivar i donar seguretat perquè inverteixin en nosaltres. Tot havia de girar entorn aquest tema si volíem que la promoció ens fos útil. Si una cosa hem vist d'aquest apartat, és la importància de pensar en com reaccionarien els altres. Per tant a l'hora de valorar la web necessites demanar l'opinió de gent aliena al projecte, per així rebre una valoració real i no influïda pel que coneix del projecte. Aquí es veu com afecta l'ésser humà viure en l'era de la informació, ja que s'ha de buscar eines innovadores per cridar l'atenció sobre tota la informació que podem trobar al Internet. Si no aconseguíem portar a terme aquesta premissa, per molt bo que fos el projecte, acabaria en desastre. A continuació explicarem les 4 branques que vam utilitzar per expandir el nostre projecte als altres i perquè les vam utilitzar.

7.2.3 Twitter

Twitter és una xarxa social basada en un servei de *microblogging*. La xarxa permet enviar missatges de text de curta longitud⁴⁷, anomenats *tweets*. Per defecte, els missatges són públics i aquí entra l'element clau per la que vam escollir promoure'l per aquest mitjà. *Twitter* us dona la possibilitat no de només dir si us agrada el tweet sinó de *retuitejar-ho*, és a dir, posar els *tweets* que us interessen d'altres persones a la vostra. Així que tots els teus seguidors poden no només veure el que vosaltres envieu sinó el que a vosaltres us interessa. Això ens donava la possibilitat de fer-nos coneguts. A partir de pocs contactes que teníem al principi podíem donar-nos a conèixer si a la gent li interessava i "retuitejava" els *posts* que fèiem del nostre projecte. És una eina bastant potent que ens va ajudar en una gran part per expandir la nostra capacitat d'acció no únicament a coneguts sinó també a altres persones. Això ho vam poder veure sobretot quan van fer referència al nostre *Twitter* comptes més grans com ara @fablabbcn o @goteofunding. Gràcies a aquest, el ventall de possibilitats que se'n va obrir va permetre arribar a l'objectiu que preteníem aconseguir.

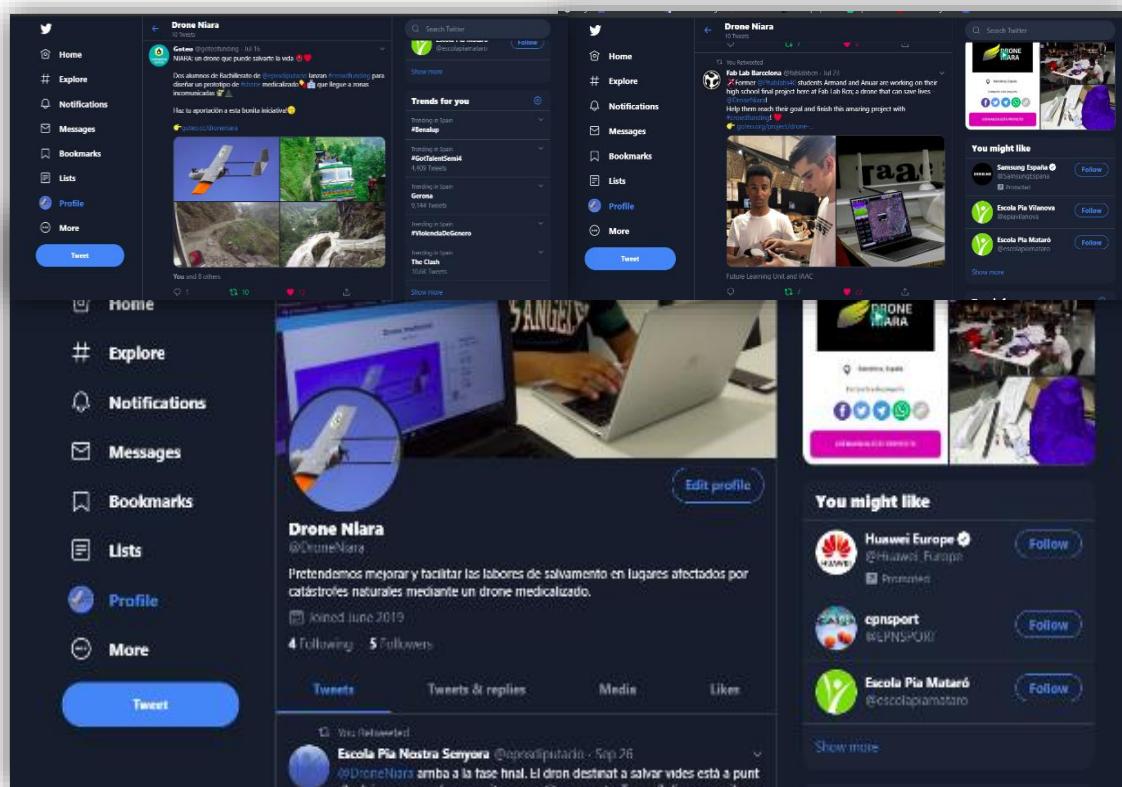


Figura 26: El nostre Twitter i els missatges més retwittejats

⁴⁷ Un màxim de 280 caràcters.

7.2.4 Instagram

Instagram és una xarxa social en mans de *Facebook* que és molt utilitzada avui dia per gent jove puix que és molt popular a usuaris de dispositius mòbils. En aquesta aplicació, us podeu crear un compte (al nostre cas era pública i podies subscriure't sense demanar l'autorització nostra) i allà posar el teu material. La seva funció principal és pujar fotos i vídeos per tal que els teus seguidors les puguin veure i valorar. Principalment hi ha dues maneres de pujar aquestes fotos, per *posts* o *històries*. Per una banda estan els *posts*. Aquests es queden de forma permanent a la teu compte. Diferents comptes poden donar un *like* al teu post i poden fer comentaris sobre aquest. A més a més, nosaltres els podem respondre, tot això de forma pública. Per tant poden rebre un *feedback*⁴⁸ del nostre projecte. Per una altra banda, les *històries* una vegada les puges únicament poden ser visualitzades durant 24 h. Es troben a una part diferent dels *posts*, però és un lloc més visual. Per això anàvem pujant fotos de tot el que anàvem fent. Tot i això hi ha la possibilitat de fer un recopilatori d'aquestes històries de manera que us surtin a la teva compta.

En definitiva vam escollir aquest mitjà per dues raons. La primera era per donar a conèixer el projecte al nostre cercle que representen els amics i que poguessin saber com va evolucionant. I la segona són els missatges directes, un servei de missatgeria (com el *WhatsApp*) inclòs a aquest que els permetia resoldre preguntes d'una manera molt ràpida i senzilla. Així que, Instagram ens va permetre apropar-nos als seguidors del nostre projecte, fent-lo més personal.

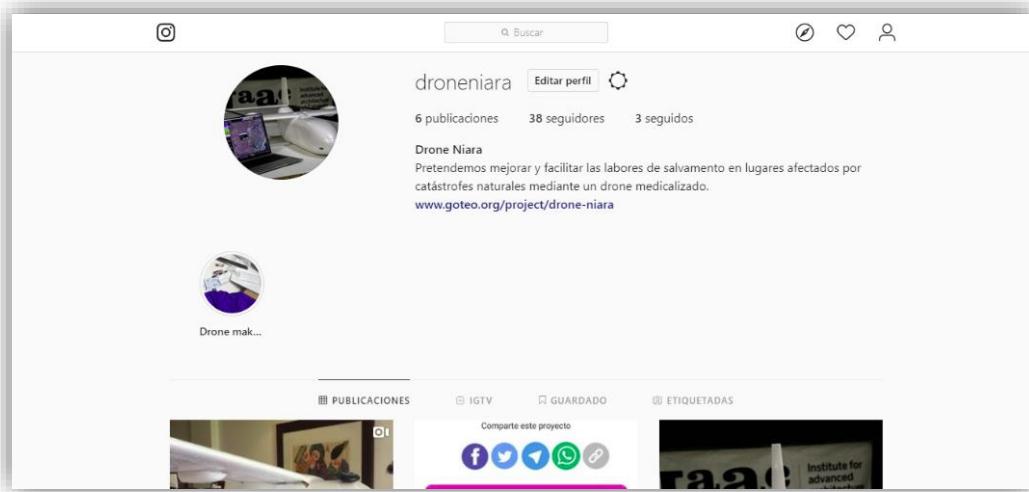


Figura 27: Pàgina principal del nostre Instagram

7.2.5 Youtube

Youtube és un lloc web d'origen nord-americà (en mans de *Google*) dedicat a compartir vídeos. Presenta una varietat de clips de pel·lícules, programes de televisió i vídeos musicals, així com continguts amateur com videoblogs. Qualsevol persona que tingui un compte de *Google* (*Gmail*) pot crear un canal i donar a conèixer el seu contingut mitjançant aquesta plataforma. Com que ja disposàvem d'un compte d'aquest tipus, vam decidir utilitzar també aquest mitjà, ja que l'aspecte audiovisual sempre atreu. A més a més, si el vídeo és

⁴⁸ Valoració.

relativament curt (un altre dels efectes de viure a un món digitalitzat) podíem donar molta informació en un curt espai de temps.

Com que encara no teníem cap part del dron feta, primer vam decidir crear un vídeo atractiu, creatiu i curt (d'un minut i mig) que transmetés les idees del nostre projecte de forma clara i senzilla i si estaven més interessats dirigir-los al web. Puix que a la web responent a les tres preguntes aconseguíem això, vam seguir aquest mateix esquema. El programa que utilitzaríem per editar els vídeos seria l'*Adobe Premiere* (per ajuntar el vídeo i la música) junt amb l'*Adobe After Effects* (per crear animacions). Primer faríem una part presentant vídeos del Nepal de les diferents dificultats que tenen per transportar medicines. Més tard, sortiríem nosaltres dos explicant el projecte canviant d'escenari. Amb això no el fèiem molt repetitiu i perdíem l'atenció de l'espectador i el fèiem més proper. Tanmateix tampoc cridàvem molt l'atenció, fent molts canvis, perdent com a conseqüència l'atenció sobre el missatge. Per tant vam buscar tres fons interessants i nets però sense molt moviment o complexitat. Per una altra banda, vam haver de treballar l'aspecte visual propi (l'accionat i les expressions facials) perquè el missatge que estiguéssim donant fos més proper cap al receptor. Així que en total vam fer tres canvis d'escenari. Com que no disposàvem d'unes d'àudio professionals, vam substituir la veu del vídeo amb una que després faríem per aconseguir treure el soroll de fons que podria haver-hi als diferents llocs on els gravàvem. A més a més, vam donar la possibilitat d'afegir subtítols per així que la gent que no pogués escoltar-lo pugues llegir dels subtítols. Tot i que *Youtube* te'n genera de forma automàtica recomanem fer-ho personalment (és un procés bastant guiat per la plataforma). També recomanem tenir tot el que utilitzis per desenvolupar el vídeo en una carpeta a l'ordinador amb subcarpetes identificadores (l'àudio, el vídeo...)

En aquest procés va ser essencial l'ajuda dels altres i el feedback de gent que veu el vídeo per primera vegada. Per exemple, un familiar (Bernabé de Asís) d'un dels integrants del grup (l'Armand), que treballa a partir de la informàtica en temes prop de màrqueting, ens va donar molts consells. Després de veure'l ens va recomanar afegir posar aquests subtítols per donar un missatge més clar. Per una altra banda, al final del vídeo ens va recomanar afegir una frase impactant (sense fons negre per les seves connotacions) i contactes per portar a aquells que estan interessats a saber més del projecte (figura 29). A més a més, ens va dir de treballar l'àudio des de l'altaveu de l'ordinador perquè la majoria de persones l'escoltarien d'aquesta manera (comparat amb els auriculars aquest és més "brut" i no es noten tants detalls). Per una altra banda, el nostre tutor del treball de recerca (Xavier de Perramon) va donar-li un cop d'ull i ens va ajudar a veure alguna petita falta d'ortografia. Encara que no sembla important, aquests errors treuen serietat al vídeo, desvirtuant el missatge que volem transmetre. Amb tot això vam confeccionar el primer vídeo que va aconseguir bastant èxit.



Figura 28: Subtítols del vídeo



Figura 29: Dades de contacte al final del vídeo

7.2.6 Promoció dirigida a grans masses

Encara que el projecte tenia molts mètodes de difusió ens quedava una última empenta que faria llençar el projecte cap endavant. Un que tingués un gran nombre d'espectadors per així que poguessin connectar amb el nostre projecte mitjançant els mecanismes que ja disposàvem. Per aconseguir-ho vam estar agafant contactes per veure si aconseguim fer augmentar el rang del nostre projecte per alguna d'aquestes vies. Va ser una part difícil perquè era complicat trobar a algú amb tanta influència o contacte amb els mitjans de comunicació com per fer-ho.

Tot i això, l'Armand estava realitzant pràctiques d'estada a l'empresa al centre d'Escola Pia Catalunya i va intentar aconseguir agafar el contacte la cap de comunicacions del centre per explicar-li el projecte i saber si ens podria oferir ajuda. Ho va aconseguir i va explicar a la Noemí Gallardo l'essència del projecte. Li va agradar molt i va mirar les possibilitats que tenia per donar-lo a conèixer, ja que a l'estiu la televisió (sobretot el canal de TV3) feia menys programes de l'estil al qual podíem encaixar, tot i això s'ho va mirar. Després d'una setmana mirant les possibilitats, ens va dir que havia aconseguit una entrevista amb Ràdio 4 (Ràdio Nacional d'Espanya). Vam acceptar-ho i l'endemà Ràdio 4 ens va escriure un correu amb interès sobre el nostre projecte. Vam parlar amb ells per intentar posar data a una entrevista per telèfon. Aquesta va durar aproximadament 15 o 20 minuts i ens van preguntar tot sobre el projecte, des que significava Niara fins que especificacions podria arribar a tenir o com podíem col·laborar. Amb tota la informació que tenia deia que ja podia parlar d'ell, li vam dir que si fos necessari més informació, podia anar a Goteo o podia contactar amb nosaltres per telèfon o e-mail. Després d'uns pocs dies va sortir a la ràdio i el projecte es va donar a conèixer a persones que estaven molt lluny del nostre cercle. Això més tard es va reflectir per la pujada de donacions que vam rebre a Goteo (ja havia començat la campanya). Agraïm molt tota la col·laboració com de la Noemí Gallardo com la de Ràdio 4 per poder aconseguir més seguidors fora del nostre cercle, els anomenats *fools* de la regla de les tres efes del finançament. D'aquesta forma ens va quedar un vídeo de bastant qualitat que el vam utilitzar al *crowdfunding*, a l'*Instagram* i al *Twitter*.

7.3 Crowdfunding

Com que veiem que el projecte no podia ser finançat únicament per nosaltres vam pensar d'utilitzar el *crowdfunding*. El nostre tutor del treball de recerca (Xavier Perramon) ens va recomanar d'utilitzar Goteo. Prèviament havia estat utilitzat per algun altre treball de recerca, que també va dirigir, i funcionava bastant bé. Amb aquesta informació vam començar a investigar qui podria ser la millor plataforma per aconseguir els diners que volíem.

Però primer hem d'entendre que significa el *crowdfunding*. Com el mateix nom indica és el "finançament de la massa" (si es tradueix literalment). Així que consisteix en el finançament col·lectiu, com una nova opció per finançar projectes creatius. Per tant l'esperit en què es basa aquest tipus de finançament és la cooperació conjunta, de manera que tothom pot participar en un projecte mitjançant donacions. Tot i això, com consisteix en la difusió pública, l'èxit d'aquesta forma de finançament radica en la publicitat que es dona del projecte. Per aquesta raó era tan important l'apartat anterior, perquè havíem de donar molt a conèixer el projecte per buscar aquelles persones que se senten interessades i volen col·laborar amb nosaltres amb donacions. Així que l'objectiu de les diferents empreses que porten a terme aquest tipus de finançament

El procés normalment és bastant semblant entre les diferents empreses, que és creant una espècie de campanya fixant un objectiu de diners que vols aconseguir. Abans de tot, l'emprenedor envia el projecte a la plataforma de *crowdfunding*. Indicant característiques generals, quantitat necessària de diners, temps de recaptació, recompenses... Després d'això aquest projecte és valorat per la mateixa plataforma de *crowdfunding* o comunitat d'aquesta per incloure'l i començar la campanya. Després es publica el projecte per un temps determinat com 30, 60, 90, 120 dies. Teniu tot aquest temps per arribar a aquell objectiu amb tots els diners que demanàveu. Per tant heu d'intentar aconseguir el màxim possible de diners (promocionant el projecte) fins a arribar a aquell dia on es finalitza la campanya. Depenen l'empresa que hagis escollit si no arribes a l'objectiu, els diners es tornen als inversors. Per aquesta raó, heu d'intentar promocionar-la el màxim possible.

Tot i que presenta molts avantatges com la facilitat de finançament o una comunitat que ja acostuma a invertir, té uns quants inconvenients. El primer és el requisit de divulgació del projecte quan encara es troba en fase molt inicial, i això exposa a promotor a què la seva idea sigui copiada per altres empreses. Un altre dels inconvenients d'aquesta forma de finançament és que hi ha poques persones o empreses externes a la plataforma disposades a invertir en aquests projectes, ja que es troben en fases molt inicials i poden tenir èxit com no. Tot i això, per a nosaltres ha estat molt efectiu i ha permès finançar el projecte completament.

7.3.1 Goteo i creació del projecte

De la gran varietat que hi havia vam optar pel Goteo, ja que teníem moltes bones valoracions dels projectes que hi havia. A més a més, veiem que era una plataforma activa i oberta (tothom podia participar fàcilment) i a més espanyola (per tant complia les lleis de tributació i impostos). Per una altra banda, Goteo es basa en el finançament col·lectiu i la col·laboració distribuïda⁴⁹. A més de centrar-se en el finançament, intenten posar en contacte a les persones necessàries per a un projecte que demana talent específic, ja sigui professionals de la música, del disseny, programació... Encara que no ens feia falta ens demostrava que era una comunitat forta que podríem utilitzar en qualsevol cas que ho necessitéssim. Una altra característica curiosa, que reforça encara més aquesta idea, és que ells mateixos es denominen "xarxa social", a diferència de la major part dels projectes de crowdfunding que es limiten a ser catalogades com a plataformes de finançament col·lectiu.

Per una altra banda, en relació amb el crowdfunding, ofereixen característiques úniques i interessants. Una d'aquestes és que un projecte pot tenir dos límits de finançament, finançament mínim (ex. 1.000 euros), i finançament òptim (ex. 2.000 euros). Per tant no es tracta de tot o res, sinó que un projecte pot tirar endavant en unes condicions o unes altres, depenent del finançament que aconsegueixi. Aquest és un gran avantatge que ens va donar més seguretat d'aconseguir una recaptació útil de diners. A més a més, les categories en què es poden incloure projectes a goteo.org són: social, tecnològic, comercial, comunicatiu, educatiu, cultural, ecològic i científic; una gran varietat a la qual es podia acomodar el nostre projecte totalment. I finalment una altra marca distintiva és que fomenten la participació no només de persones independents, sinó d'empreses, grups i organitzacions privades i públiques, implicant d'aquesta manera a la quantitat més gran de gent possible, comptant ja amb el suport, entre altres, de l'Ajuntament de Barcelona. En conclusió vam escollir aquesta per la seva implicació i forta comunitat social, cosa que ens va donar molta seguretat i esperança de portar el nostre projecte a bon port. A més a més, la capacitat de crear el projecte en diferents idiomes i la gran quantitat i diversitat de projectes que hi havia a la comunitat ens va animar a escollir aquesta web.

⁴⁹ L'anomenat *Matchfunding*.

Abans d'utilitzar aquesta plataforma nosaltres recomanem tenir una certa estructura promocional per donar al projecte més solidesa i estructura i així accelerar aquest procés encara més (ja que és una mica lent). El primer que vam fer és enregistrar-nos al seu web i amb el compte creat, començar a dissenyar el projecte (figura 30). Com que ja moltes idees

les teníem clares únicament va ser adaptar-nos al que ells demanaven que poséssim. El tipus de crowdfunding que fa Goteo és per recompenses, per tant no únicament havíem de posar la informació del projecte sinó que també les recompenses que anàvem a donar.

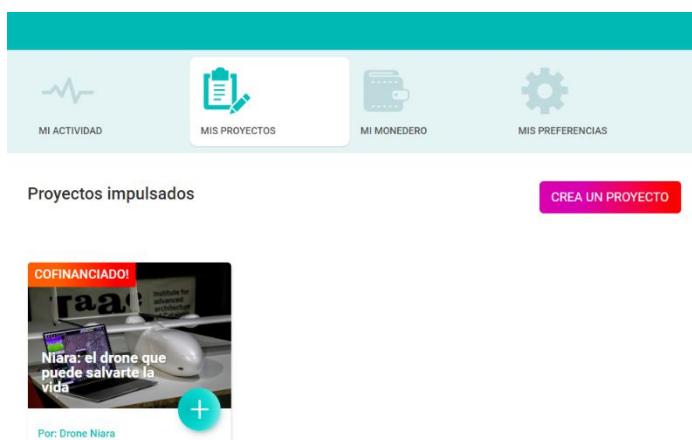


Figura 30: Pàgina principal de Goteo

prèvia de l'equip i el compromís social (per poder "indexar" el nostre projecte a la pàgina de Goteo). Aquest procés va ser llarg perquè havíem de posar més informació de la que ja disposàvem al web, incitar més a la gent a col·laborar i, a més a més, havíem d'adaptar-nos al que ells demanaven. Després d'això vam afegir unes fotografies (poques perquè no disposàvem del dron en persona ni de fotos de Nepal) i el vídeo que vam penjar a YouTube.

Més tard ens vam dedicar a fixar els dos objectius. A la figura 34, es veu una espècie de termòmetre a la dreta del logotip que marca dues línies. Aquests són els dos objectius: un òptim i un mínim. Tot i que s'ha explicat breument, bàsicament si no arribeu a la línia, tots els diners que s'han aconseguit fins a la línia prèvia o l'inici es torna als donadors (no és un tot o res però tens cert). Per exemple, si acaba el període de temps per arribar a l'objectiu i heu aconseguit 300 (200€ d'objectiu mínim i 400€ d'objectiu òptim) es tornen els 100€ als donadors que van participar després d'arribar a aquesta cota i els 200€ se't retornen. Per aquesta raó és molt important fixar un òptim i mínim anivellat. Goteo ens ofereix tenir 40 dies per completar els dos objectius o tenir primer 40 dies per arribar al mínim i després uns altres 40 dies per arribar a l'òptim (clarament vam escollir la segona opció per tenir 80 dies). Per aquesta raó, la nostra experiència ens diu que la relació entre els dos preus objectius recomanem que sigui de 60% i 40% respectivament. Generalment s'acostuma a donar més al primer període per fer que el projecte almenys arribi al mínim.

Després de tenir en compte aquest percentatge es recomana posar tots els elements que necessiteu, la seva funció i el seu preu. Es podria posar de forma generalitzada, però fer-ho d'aquesta forma assegures als inversors en què dediqueu els diners, és una forma de donar confiança i més professionalitat al projecte. A la figura 31 es pot veure això. Fem una petita explicació del material que necessitem, perquè ens fa falta i el seu preu. Dependent de la seva necessitat el cataloguem a l'objectiu mínim o òptim. Aquells que es posin a l'òptim recomanem que encoratgeu o animeu especialment als finançadors a què col·laborin. La raó d'això és que generalment quan s'arriba al mínim es tendeix a no donar més en veure que arribar a l'òptim és una cosa accessòria. Nosaltres vam fer la proporció de 50% i 50% respectivament amb l'objectiu total d'aconseguir 780€ (encara que recomanem fer la distribució anteriorment mencionada). A la figura 31 es pot veure aquesta divisió.

	MATERIAL	MÍNIM	ÓPTIM
Xassís del dron		€ 120	
Estructura bàsica del dron. L'adaptarem per poder portar una càrrega.			
Bateria		€ 55	
Bateria tipus li-po de 5000 mah 60C (d'alt amperatge).			
Sistema motor		€ 65	
Motor brushless, esc (controlador del motor) y hèlix plegable.			
Motors analògics		€ 35	
Sistemes de control aerodinàmic i de càrrega.			
GPS		€ 20	
Sistema de geolocalització per marcar un control de la ruta.			
Càmera fpv		€ 20	
Càmera que ens permet veure la vista de l'avió durant el vol.			
Cable de connexió USB del transmisor + simulador de vol		€ 15	
Mitjançant aquest cable podem realitzar simulacions de vol reals i augmentar la nostra experiència i hores de vol.			
Construcció del paracaigudes		€ 20	
Material necessari per construir i elaborar el paracaigudes.			
Controlador de vol		€ 30	
Aquest controlador de vol és l'ordinador central del drone que ens permet realitzar totes les operacions que necessitem.			
Cablejat		€ 10	
Tots els cables necessaris per connectar les diferents parts del drone i els seus components			
Telemetria		€ 30	
Mòdul de telemetria de 433MHz (emissor/receptor), per comunicar-se amb el drone durant el vol.			
Mini OSD		€ 10	
Modificador de la sortida de vídeo per afegir informació a la sortida de vídeo que obtenim de la càmera.			
5.8GHZ video transmisor antena		€ 25	
Augmenta el rang del dron significativament, amb un sistema de vídeo més sofisticat, més estable, fiable i de major qualitat.			
Ulleres fpv		€ 100	
Ulleres amb pantalla incorporada específicament modificada per rebre el senyal enviat per l'antena de vídeo de 5,8Ghz.			
Xassís del dron de reserva		€ 120	
En cas de ruptura catastròfica i irreparable del primer xassís que estem treballant durant les proves de vol, podríem comptar amb una segona oportunitat.			
Controlador de velocitat de l'aire		€ 50	
Mitjançant aquest sensor podem mesurar la velocitat de l'aire i realitzar càlculs en vol per reduir l'ús de la bateria i augmentar l'eficiència del vol del dron.			
Bateria		€ 55	
Bateria tipus li-po de 5000 mah 60C (d'alt amperatge). En tenir una segona bateria augmentaríem en gran manera el temps de vol fent que augmenti el seu rang.			
Total	€ 390	€ 780	



Figura 31: Divisió d'objectius

Després d'aquesta part ve una part essencial i és la de les recompenses. Com vam mencionar l'apartat de Goteo, les donacions es fan equivalentment a una recompensa que fem nosaltres a ells. Aquesta és la motivació que li donem al financer a invertir en el nostre projecte per tant l'hem d'aniar no únicament materialment sinó emocionalment. Així que únicament no hem de dir que aconseguiran un x número de coses sinó que també aconsegueixen implicar-se amb el nostre projecte, és a dir a una comunitat. Aquesta petita diferencia, és el que animarà a les persones a col·laborar en el nostre projecte indiferentment de si surt el logotip o el seu nom en el projecte o en el dron. El funcionament de les donacions és el següent: una persona pot decidir entre donar una certa quantitat determinada de diners o pot escollir una donació de les que el projecte us ofereix (amb una quantitat fixa de diners i la seva corresponent recompensa). Recomanem que estiguí entre 5 i 10 opcions per recollir a un nombre més gran de donants. Després, depenent els diners que vulgueu aconseguir, heu d'escollir l'interval de donacions disponibles amb recompensa. Recomanem que aquests nombres siguin més bé alts, perquè el que donarà realment un impuls és la recompensa més gran (però tampoc sense que sigui molt gran perquè sinó cap donarà). Al nostre cas vam pensar que seria de 100€ a 5€, pels 780€ que volíem aconseguir. A la figura 32 es pot veure quines son i les seves recompenses.

Aportant € 5	Aportant € 15	Aportant € 25	Aportant € 50
Supòrt local	Ayudant	Seguidor	col-laborador
Gràcies pel teu petit suport, ja que gràcies al teu granet de sorra ens ajudes a fer que aquest projecte segueixi endavant i puguem desenvolupar un prototip que pugui arribar a salvar moltes vides. Per la vostra ajuda:	Gràcies per la teva ajuda, ja que ens permets que aquest projecte segueixi endavant i puguem desenvolupar un prototip que pugui arribar a salvar moltes vides. La vostra aportació marca la diferència. Per la vostra ajuda:	Gràcies pel teu suport, ja que ens ajudes a fer que aquest projecte segueixi endavant i puguem desenvolupar un prototip que pugui arribar a salvar moltes vides. Amb aquesta aportació formes part del nostre projecte, perquè ens permets seguir endavant. Per la teva ajuda:	Gràcies per la teva ajuda, ja que estàs col-laborant a que aquest projecte segueixi endavant i puguem desenvolupar un prototip que pugui arribar a salvar moltes vides. Amb aquesta aportació formes part del nostre projecte, perquè ens permets seguir endavant amb més força. Per la teva col-laboració:
<ul style="list-style-type: none"> • Rebràs un agraiament de la nostra part de cor per correu electrònic, pel vostre granet de sorra. • Podràs venir a la presentació del projecte. • Podràs venir al vol inaugural (a Barcelona). 	<ul style="list-style-type: none"> • Rebràs un agraiament de la nostra part de cor per correu electrònic, pel vostre granet de sorra. • Podràs venir a la presentació del projecte. • Podràs venir al vol inaugural (a Barcelona). 	<ul style="list-style-type: none"> • Rebràs un agraiament de la nostra part de cor per correu electrònic, pel vostre granet de sorra. • Podràs venir a la presentació del projecte. • Podràs venir al vol inaugural (a Barcelona). • El teu nom serà inclòs en el projecte com a seguidor del nostre prototip. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rebràs un agraiament de la nostra part de cor per correu electrònic, pel vostre granet de sorra. • Podràs venir a la presentació del projecte. • Podràs venir al vol inaugural (a Barcelona). • El teu nom serà inclòs en el projecte com a col-laborador i el teu logo o nom serà visible durant la presentació del projecte i el vol inaugural. A més, al minidocumental que desenvoluparem per presentar el prototip de la nostra pàgina web apareixeràs com a patrocinador més destacat. • Podràs conèixer personalment els creadors del projecte i conèixer tots els detalls del dron i la seva creació.
> 04 COFINANÇADORS	> 02 COFINANÇADORS	COFINANÇADORS	> 02 COFINANÇADORS
Aportant € 100			
Visionari			
Gràcies pel teu important suport, ja que ens ajudes a fer que aquest projecte segueixi endavant amb molta més força i vitalitat i puguem desenvolupar un prototip que pugui arribar a salvar moltes vides. Formes totalment part del nostre projecte compartint la il·lusió que t'el nostre equip per desenvolupar aquest projecte. La teva gran aportació ens indica el gran compromís que tens per ajudar els altres amb formes innovadores i creatives, permetent que el món arribi a ser un lloc millor, fent que deixi de ser, a poc a poc, la distopia que és avui dia. Per la vostra ajuda com a paper de visionari:	Rebràs un agraiament de la nostra part de cor per correu electrònic. Podràs venir a la presentació del projecte. Podràs venir al vol inaugural (a Barcelona). El teu nom serà inclòs en el projecte com a patrocinador més destacat i el teu logo o nom serà visible durant la presentació del projecte i el vol inaugural. A més, al minidocumental que desenvoluparem per presentar el prototip de la nostra pàgina web apareixeràs com a patrocinador més destacat. Podràs conèixer personalment els creadors del projecte i conèixer tots els detalls del dron i la seva creació. Posarem el teu logo (en cas que siguis una empresa) i el teu nom (en cas particular) en l'alba del dron.		
> 02 COFINANÇADORS			

Per una altra banda, per donar aquest paper d'implicació als donants al nostre projecte, vam pensar d'oferir una carta amb un text agraint no únicament l'aportació econòmica sinó l'esperit que hi havia darrere aquesta donació. A la figura 33 es pot veure l'estruccura de la carta. Vam buscar serveis que ens oferissin fer la carta, tanmateix la gran majoria eren de pagament. Per aquesta raó, vam pensar de fer-la amb *Photoshop* (programa d'edició de fotografies i edició de pancartes) i després enviar la foto al donant, via *Gmail*. La paleta de colors que vam escollir és molt vistosa i alegre per la mateixa raó per la qual vam fer el logotip de *Drone Niara*. Per una altra banda, com volíem fer-ho personal vam posar el nom del donant al principi i al final, tanmateix al text principal no es fa cap referència personal de manera que no es necessitava fer cap canvi (per fer més ràpidament l'intercanvi de noms a l'hora d'enviar-lo).



Figura 33: Carta enviada a Xavier Perramon

Per una altra banda, recomanem tenir un seguiment dels teus cofinanciadors. Cada vegada que en tinguis un és recomanable fer el següent. Abans de tot donar-li les gràcies per la seva donació i interès. Després demanar-li i registrar el seu *Gmail* (amb el seu consentiment per la protecció de dades) per futures comunicacions del projecte en un document amb el seu nom. Amb això tindreu més control de la comunitat de donants i les recompenses.

Quan ja vam introduir tota aquesta informació vam enviar el projecte a revisar. Cal aclarir que abans d'arribar al model actual vam fer molts canvis gràcies a la col·laboració i atenció de l'equip Goteo. Així que el primer cop que el vam enviar a revisar no el van publicar, ja que hi havia millors a fer. El primer consell va ser de millorar el títol. El primer era "*Drone Niara*", el problema que no atreia suficientment als financers, ja que no transmetia res. Per aquesta raó, ens van recomanar canviar-lo i vam decidir posar "*Niara: el drone que puede salvarte la vida*". Amb aquest captivàvem a l'espectador i li generàvem el desig de saber més. En entrar tenien la possibilitat de veure el vídeo o llegien el subtítol fent un petit resum del projecte. Per una altra banda, ens van recomanar fer les recompenses en un rang més ampli (a l'inici eren de 5 a 50 €), pуй que el flux majoritari de diners ens vindria de les donacions més grans. I finalment ens van recomanar posar el text de forma més visual, amb esquemes, negretes (dels punts més importants)...

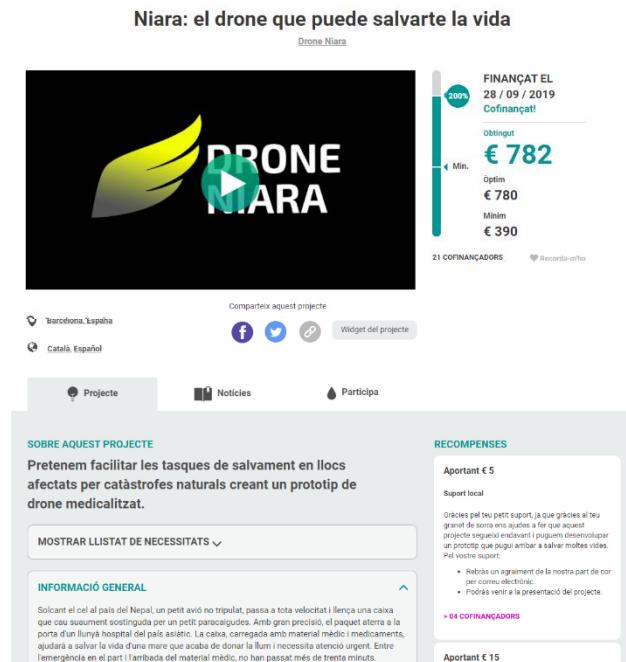


Figura 34: Format de la pàgina principal

idiomes. Al nostre cas el vam afegir una versió en català i angles per ampliar el rang d'accio.

Així que resumit el que volem aconseguir i el que el diferencia dels altres és el següent :

- Portar fins 1kg de càrrega.
- Tenir un abast de 10 km de ràdio.
- Llançar la càrrega de manera segura i precisa.
- Aconseguir que sigui versàtil, resistent i fàcil de muntar perquè pugui ser utilitzat en qualsevol entorn.
- Reutilitzable per proveir de forma més ràpida a qui ho necessiti.
- Reparable de forma senzilla amb un disseny modular i que pugui ser adaptat per a altres necessitats.
- Aconseguir que el cost de construcció no sigui massa alt.
- Que es pugui controlar de forma senzilla mitjançant un sistema de ruta GPS.

Figura 35: Canvis que hem fet per fer-ho més visual

7.3.2 Evolució del projecte

A partir d'aquí el projecte es va iniciar, tot i que vam tenir un inici complicat. Prèviament havíem fet una inversió entre els dos de 400 € per rebre els materials i poder ensenyar a la comunitat que el projecte anava avançant i així obtenir més capital. Tot i això, el mateix dia que es va obrir el projecte la comunitat de Goteo ens va dir que almenys havíem d'aconseguir un 10% del finançament total durant la primera setmana perquè el projecte tingüés èxit. Per sort uns dels familiars de l'Anuar (Carme Vidal) i l'Arxiu Provincial de l'Escola Pia (en nom de Joan Florença Parés) van fer que arribéssim i el projecte va tirar endavant. A partir d'aquí vam utilitzar tots els mecanismes que teníem per promocionar-nos i intentar arribar al mínim com més aviat millor.

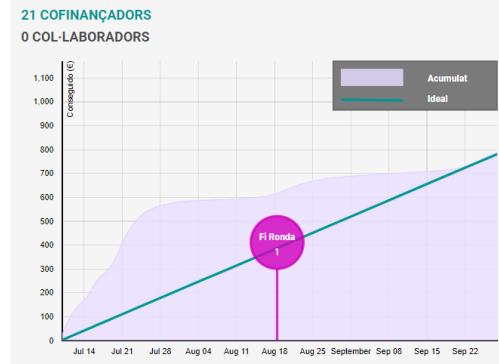


Figura 36: Gràfica de les donacions fetes al projecte

Newsletter i el *Twitter*. Per mitjans d'agost les inversions es van reduir, ja que la promoció es va reduir perquè estàvem de vacances, tot i això arribàvem de sobres a l'objectiu mínim. En tornar vam continuar promocionant el projecte i mostrant els avenços fins que el 22 de Setembre. Es va acabar el període de finançament i vam aconseguir 782 €. Agraïm molt la col-laboració que hem tingut (al final del document es posaran tots els 21 cofinançadors). Un altre aspecte que ens va sorprendre és el dels donants anònims o que no volien cap classe de recompensa. A aquests li donem un especial agraiament per la seva gran generositat.

Per una altra banda veiem els dos gràfics de sectors a les dues figures. La primera (figura 37) fa referència al tipus de visita que va donar com a conseqüència una donació. La més efectiva ha estat el *Newsletter* i *Google* (per tant hem aconseguit apropar-nos al sector dels *Fools* de les tres F). Tot i això podríem haver aconseguit més si haguéssim pujat, a través de les notícies de Goteo, l'evolució del projecte. Per una altra banda, a la segona (figura 38) es veu com el SEO que vam desenvolupar, el *Twitter* i l'*Instagram* van donar els seus resultats que desitjàvem, promocionant el projecte.

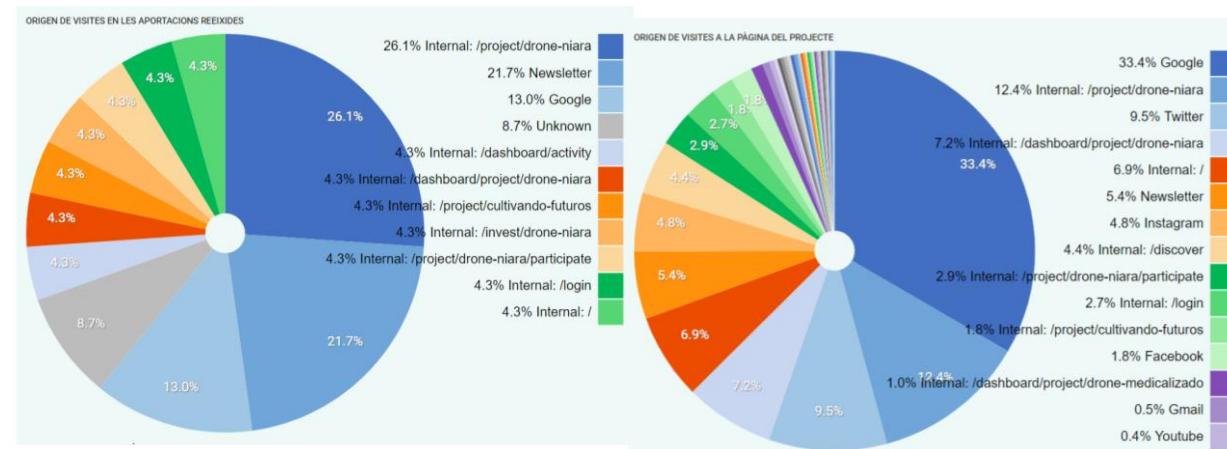


Figura 37: Gràfic de sectors que indica les visites reeixides

Figura 38: Gràfic de sectors que indica la procedència de les visites

7.3.3 Recaptació dels diners

Aquesta part és la més complexa que ens va semblar de fer. Destaquem la importància de revisar les notificacions de Goteo a través de la seva plataforma. De la mateixa manera es va notificar l'inici d'aquest procés a partir d'aquest canal de comunicació (el vam mirar, ja que feia dies que havia acabat el període de finançament i no havíem rebut cap avís per *Gmail* de començar el procés).

Informe de financiación del proyecto P-1088-09072019
Niara: el dron que puede salvarte la vida

El proyecto terminó la primera ronda el dia 19/08/2019.

El proyecto terminó la segunda ronda el dia 28/09/2019.

Envío 31/10/2019 correo electrónico Drone.Delivery@gmail.com

1) Resumen de recaudación

- Máximo mostrado en el termómetro de Goteo.org al cerrar la campaña (28/09/2019): € 782,00
(Puede que no se haya llegado nunca a esta cifra si han devuelto aportes antes del cierre de campaña)
- Aportes cancelados manualmente desde el admin o devueltos al monedero del usuario: -€ 0,00
- Total recaudado: € 782,00 (importe de las ayudas monetarias recibidas)

2) Gastos derivados de la financiación del proyecto

- Comisiones cobradas a Goteo por cada transferencia de tarjeta (0,8%) y PayPal (3,4% + 0,35 por transacción/usuario/a): total € 12,86
- Comisión del 5% de Goteo.org (Incluye un 21% de IVA para el 100% de la cantidad): € 47,31

Por el total de estas comisiones la Fundación Goteo ha emitido la factura T19-169 por importe de € 60,17, a nombre de la persona o entidad que firma el contrato

3) Transferencias de la Fundación Goteo (Goteo.org) a los/as impulsores/as

- Envío a través de cuenta bancaria: € 721,83 (31/10/2019)
- En estas cantidades ya se ha descuento el importe de la factura T19-169 por importe de € 60,17

Total dinero enviado a las cuentas bancarias del proyecto: € 721,83 (€ 782,00 - € 60,17)

Figura 39: Informe del projecte

Abans de tot, havíem de contactar amb gestió de Goteo (un grup diferent del que havíem estat treballant fins ara desenvolupant el projecte) per iniciar la tramitació. Després ens van obrir l'apartat de contracte on havíem de posar les dades a qui li anaven a fer la transferència (recomanem que siguin d'un major d'edat amb un compte bancari disponible). Aquestes van ser de la mare de l'Anuar, ja que havíem de justificar que el compte bancari era nostre i en ser menors d'edat aquest procés es complicava molt. En aquest

procés les principals dades que demanava eren: document NIF (DNI) amb una fotocòpia d'ambdues cares, residència, dades del compte bancari, un compte de *Paypal* i altres aspectes legals (en ser particulars són pocs). En cas del compte de *Paypal* es necessita posar un compte bancari i no una targeta, per aquesta raó es necessita que sigui major d'edat. Quan estiguin posades totes aquestes dades s'han d'enviar a verificar. Si tot és correcte, s'enviarà el contracte i una firma digital per iniciar la transacció. En cas que el *Gmail* sigui incorrecte es pot demanar que es canviï sense cap problema a altre. Després de signar a través de la plataforma "*Signaturit*", vam rebre la factura i la transferència al compte que vam marcar. A la figura 39 es veu que dels 780 € un 5% se'l queda Goteo pel servei ofert i un 3,4% per la transferència (ja us avisen a l'inici del projecte per tenir-ho en compte a l'hora de marcar els objectius). Finalment hem aconseguit 720 €, més que suficient per fer tot el dron.

7.3.4 Conclusions del procés

En conclusió recomanem molt aquesta plataforma sobretot per la gran ajuda i atenció que hem rebut per l'equip de Goteo. En tot moment han estat molt amables i ens han aconsellat i recomanat les millors opcions segons les nostres necessitats. Ens han ajudat a donar-li al projecte un aspecte encara més important, donant-li més valor a la persona que al projecte. Generalment la seva resposta ha estat molt ràpida i el procés de la recaptació dels diners ha estat molt segur. Encara que teníem certs dubtes en començar el procés ells ens les van respondre ràpidament. Però sobretot agraïm l'ajuda que ens han ofert en difondre el projecte per les xarxes socials. L'experiència ha estat molt positiva i tornaríem a escollir aquesta plataforma per fer un altre projecte.

8. VIABILITAT DEL PROJECTE

Després d'haver-vos llegit tot aquest projecte segurament tindreu la mateixa pregunta: En quin rang aquest projecte pot ser realment útil? La resposta numèrica únicament la podem saber si s'aplica aquest model a la realitat i es comparen els resultats. Tanmateix, això no ho podem fer per la falta de capital i organització. Per aquesta raó, seguidament analitzarem el model que hem dissenyat i després veurem en quines situacions del terratrèmol que es va produir a Nepal del 2015 aquest sistema podria haver estat realment útil.

Primerament parlarem de la rendibilitat del projecte a nivell general. Hem de mencionar que aquest sistema és una mesura preventiva (tenint els avions ja muntats). Per tant, no una mesura que es pugui aplicar després que es produueixi la catàstrofe, puix que es necessita un cert temps perquè arribin les peces i després muntar-les. Com a conseqüència, veiem que el sistema és més viable en aquells llocs que sigui utilitzat freqüentment (zones de difícil accés o amb molta activitat tectònica, per exemple). Per una altra banda, no hem afegit un preu final perquè aquest depèn dos factors molt variables. El primer és el grup que ho fa. Aquest pot disposar de totes les eines que es necessiten durant el procés o no disposar-ne de cap (amb una variació de preu de 300-200 euros). El segon, és la variabilitat dels preus del mercat. El xassís del dron, per posar un exemple, normalment fluctua en 20€ el seu preu i depenen on es produueixi o si es demana en massa el preu pot fluctuar encara més. De la mateixa manera succeeix amb els altres components. Creiem que és millor que el grup que estigui dissenyant aquest dispositiu consideri segons les recomanacions que hem fet al llarg de tot el procés quin dispositiu comprar segons les seves necessitats. Nosaltres hem ofert un esquema bàsic al qual es poden treure o afegir components i per aquesta raó hem considerat que no feia falta fer-ho. Tanmateix per posar un preu orientatiu posaríem el mateix que hem posat a Goteo, uns 780€.

Per veure quina és la seva rendibilitat d'una manera més concreta, compararem aquest sistema amb l'ús de l'helicòpter utilitari mitjà "AS332 Super Puma" en aquest tipus de tasques. Aquests helicòpters tenen la capacitat de portar fins a 4 tones de massa i anar fins a 245 km/h, cosa que supera en gran manera les capacitats del nostre dron. Tanmateix presenta dos grans problemes com a mesura de prevenció, el seu cost per preparar aquest sistema i el cost d'utilitzar-lo. Es necessiten com a mínim dos pilots amb el seu corresponent títol de vol (considerem que necessiten el CPL) que en total són més o menys 120.000€. Això hem de sumar-li el cost de l'helicòpter que són uns 12.500.000€ (quan va sortir al 2006). Després hem de veure el cost d'operació per hora, que pot ser d'uns 500€. En canvi, el dron que hem dissenyat pot costar com a màxim 1200€ per unitat (comprant totes les eines necessàries), 1000€ de certificació de vol de drons per a un pilot (depenent el país) i no té cap cost d'operació per hora, únicament es necessita una font d'electricitat. Com veiem els preus no tenen res a veure i sembla que l'opció que proposem és la millor. Però hem de veure amb la rapidesa amb la qual l'helicòpter pot entregar una gran quantitat de material i el que pot portar en un viatge és 4000 vegades més gran. Tanmateix això és un avantatge, ja que permet combinar els dos sistemes. Mentre que l'helicòpter es podria dedicar a tasques més pesades i trasllat de persones, el nostre sistema podria establir un contacte constant a preu molt reduït entre dos punts, de manera que les zones més remotes no es quedessin sense atenció pel cost que suposaria portar un helicòpter fins allà. Per tant, la principal avantatja d'aquest sistema és solucionar els problemes d'accés via terrestre de curta distància i de petites comunitats. Ofereix la possibilitat d'establir ràpidament i de manera senzilla i barata un pont aeri entre el lloc més proper accessible per via terrestre i el lloc afectat.

Ara analitzarem la situació de Nepal el 2015 i concretament on podríem aplicar el nostre projecte. El terratrèmol que va sofrir Nepal va tenir efectes devastadors per la suma de factors geològics específics i infraestructures precàries. El 25 d'abril d'aquest 2015 es recordarà per la mort de milers de persones després del sisme de magnitud 7,8 en l'escala de Richter.

Analitzarem els tres factors pels quals el fenomen natural ha desembocat en una catàstrofe de tal escala.

Primerament, el terratrèmol es va produir com a resultat de la fricció entre les falles de l'Índia, una placa de subducció, amb la d'Euràsia. L'epicentre del sisme es va situar a uns 80 quilòmetres al nord-oest de la capital nepalesa de Kàtmandu. Encara que els registres a penes comptabilitzen quatre terratrèmols de més de sis graus en els últims 100 anys, molts d'aquests deixin incomunicades moltes zones. La raó de la virulència d'aquest terratrèmol cal buscar-la en la proximitat del centre del terratrèmol, que segons els últims càlculs del USGS es va situar a només dos quilòmetres de profunditat. Per una altra banda, Katmandú es troba en una vall d'uns 150 quilòmetres de longitud, envoltat de les muntanyes més altes de la Terra. Aquesta vall ha rebut durant milers de milions d'anys els alluvions procedents d'aquestes muntanyes. Com a conseqüència, els terrenys superficials actuals es componen de sorres. Per aquesta raó, el terratrèmol va tenir tal afectació, puix que un terratrèmol en una zona de sorra té efectes sobre les construccions molt majors que en terrenys durs. Finalment trobem la pobra situació econòmica de Nepal. Les construccions tendeixen a ser precàries i en moltes d'elles han utilitzat sempre de manera tradicional la fusta. Malgrat que aquest material és més flexible i suporta millor les tensions tectòniques, la potència del terratrèmol ha eliminat aquest possible avantatge. A més a més, les construccions a Nepal tendeixen a elevar-se més de dos pisos sobre el nivell del carrer, acreixent els riscos en cas d'enfonsament i no es fan tasques de conservació dels edificis. Endemés, a Nepal no és habitual la construcció d'edificis amb mesures antisísmiques (espai entre parets de càrrega i fonaments especialment dissenyats). Tot això explica que s'hagin produït milers de morts i la fallida del sistema sanitari.

I en aquest punt el nostre sistema podria haver ajudat a fer que no hi hagués tanta crisi. L'assistència mèdica va ser crítica en el període immediatament posterior al terratrèmol, cosa que va desembocar en la fallida del sistema sanitari. Per a aquells ferits més greus que estaven en les zones muntanyenques es van fer evacuacions aèries a gran escala amb helicòpters militars (com el mencionat anteriorment). No obstant això, altres afectats amb lesions que no es consideraven que poguessin posar en risc les seves vides van quedar atrapats als seus pobles i sense accés a l'ajuda. Encara que es va posar un sistema de clíniques mòbils per intentar solucionar això en diversos pobles repartits pels districtes de *Gorkha, Dhading, Nuwakot, Rasuwa, Sindhupalchowk i Dolakha*, va ser un sistema molt car i poc freqüent. Amb l'ús del nostre sistema es podria millorar aquesta situació, es podria invertir el capital restant en fer altres tasques, com millorar la situació de les diferents clíniques del país. Únicament faria falta fer uns viatges amb helicòpter per deixar material pesant (tendes de campanya) i persones i amb els drons es podrien establir diferents ponts aeris de manera flexible per enviar les medicines que es necessitessin per aquestes clíniques mòbils. Això facilitaria el transport de l'ajuda internacional que va rebre Nepal des de l'aeroport prop de Katmandú fins a aquestes clíniques. I aquest únicament és un punt en que podria ser útil. També es podria oferir primers auxilis a excursionistes des dels refugis d'una manera molt ràpida i portar a terme tasques de cerca i rescat d'una manera molt més eficaç i barata. Endemés aquest sistema pot ajudar a mantenir la quarantena en diferents zones respecte al seu abastiment. Com que les pot deixar des de l'aire no hi pot haver un contacte amb els afectats, cosa que redueix el cost d'equip necessari per transportar càrrega a aquestes zones.

En conclusió, creiem que aquest projecte és bastant rendible per la seva flexibilitat, universalitat i facilitat d'ús. En pocs minuts podeu organitzar grans projectes de diferents classes, a un preu reduït i amb l'única necessitat de fer una inversió inicial per produir una certa quantitat de drons. L'espiritu de Drone Niara és purament social, per aquesta raó veurem que aquest projecte realment és útil si les diferents organitzacions arreu del món pensen d'aplicar aquest model a la realitat.

8.1 Criteris de sostenibilitat

Hem considerat que aquest subapartat és necessari davant la situació global i el gran canvi que hem de portar a terme per aconseguir un millor futur en relació amb el medi ambient. A continuació, us exposarem breument algun punt per destacar algunes mesures que hem fet per contribuir en la sostenibilitat del nostre sistema. En si, el nostre projecte ja intenta reduir les emissions de CO₂ amb l'ús de mitjans de transport elèctrics i autònoms. Podem establir ponts aeris mitjançant una flota d'aquests drons d'ala fixa de manera que s'evitin altres sistemes més contaminants. A més a més, per la universalitat del dron es podria aplicar en altres aspectes com tasques de cerca i rescat i es podria afegir uns panells solars a les ales de manera que no es necessiti un endoll per recarregar-lo. Endemés el sistema modular que hem dissenyat permet la seva ràpida reparació, promovent tendències sostenibles i no malbaratadores.

En referència als materials que hem utilitzat també hem aplicat aquests criteris. En comptes d'utilitzar motors d'explosió que ens oferien una major potència en relació amb el mateix pes, hem utilitzat motors elèctrics per evitar emetre CO₂ a l'atmosfera. A més a més, hem utilitzat materials de construcció sostenibles com el PLA. Aquest material (àcid polilàctic) es deriva de matèries primeres naturals i renovables que no estan destinats al consum humà (residus), com el blat de moro. Una cosa força positiva, tenint en compte que el petroli és un recurs finit i molt contaminant. Endemés, el material és biodegradable en unes condicions concretes. Per una altra banda, la bateria que hem utilitzat no conté metalls pesants com ara el plom i pot ser reciclada en acabar la seva vida útil.

9. CONCLUSIONS

Quan vam iniciar el projecte fa un parell d'anys no arribàvem a pensar que aquest projecte esdevindria el que és avui dia. Ha estat un llarg camí pel qual tant les petites com les grans decisions que vam prendre ens han portat fins a on som ara. De ser una simple idea, ha passat a ser una gran comunitat amb 21 cofinançadors, molts seguidors i un prototip de dron que pot ser molt útil per a la nostra societat. Ha estat un viatge pel qual hem après una experiència que no podríem haver aconseguit sense el treball de recerca. Per aquesta raó, voldríem exposar breument quina ha estat a la conclusió d'aquest treball de recerca.

Teníem clar que no podíem presentar simplement la construcció d'un dron com els mil que hi havia per les xarxes, la televisió o internet. Havia de ser una cosa diferent de tot el que l'envoltava perquè esdevingués un projecte únic, per saber el que érem capaços de fer. A conseqüència d'aquest desig, contínuament hem estat superant diversos reptes que ens han ajudat a créixer. Per una banda, aquest treball ens ha ajudat a tenir molta resiliència, sobretot quan tot apuntava que el projecte no tindria futur. Moments com l'inici del projecte (quan portàvem tanta feina feta), en el moment que algun aparell deixava de funcionar o no es connectava i el poc que avançàvem (per la cura que havíem de tenir) eren coses que ens frustraven. Tanmateix, la passió que teníem per portar aquella idea a la realitat ens impulsava a seguir endavant. Realment aquest és l'espiritu que ens ha portat a aconseguir-ho. Per l'altra banda, la gent que hem anat coneixent al llarg del camí, ens ha enriquit molt. Els diferents punts de vista, les diferents opinions i valoracions ens han fet veure un retrat de la societat, cosa que ens ha fet madurar en diferents sentits.

La recerca que hem fet a Nepal ens ha ajudat a conèixer les diferents situacions que es viuen arreu del món i no únicament descriure com es fa un dron. Ha permès que no únicament sigui un treball de recerca tècnic o científic, sinó que també social, audiovisual, econòmic... Per aquesta raó, una gran part de tot el treball que hem dut a terme no el podem explicitar al treball perquè el faria molt més llarg i poc atractiu, hem après a seleccionar allò que el va marcar amb més rellevància. Aquest projecte ens ha ajudat a solidaritzar-nos amb la gent que ha passat de tenir una vida solida a no tenir res. Per aquesta raó, Nepal és l'espiritu que ha permès que aquest projecte sigui tan potent. De ser un simple dron que porta una càrrega, ha passat a ser un símbol d'esperança en mig de la calamitat.

A la introducció, Niara, el doctor Rameix i Tulsi van viure un mateix problema, tot i això, van reaccionar d'una mateixa manera, amb il·lusió. De la mateixa manera, volem que aquest projecte ajudi a les persones a refer les seves vides i mirar amb optimisme el futur, tal com van fer aquests personatges. Ja sabem que és un petit projecte malgrat tot l'esforç i el treball que hi ha darrere. Tanmateix, junt amb altres que es fan de forma simultània arreu del món, poden donar solució a grans problemes que avui dia té la humanitat i seguir avançant com a espècie.

En definitiva, creiem que aquest projecte ha assolit completament l'objectiu que té i és preparar-nos davant la vida laboral i conèixer el món que ens envolta. Constantment es realitzen projectes innovadors arreu del món i activitats com aquestes, ens fan veure el que se'ns demana davant aquestes situacions. Qualitats com la constància, la metodologia i l'autonomia no s'ensenyen de forma directa. No obstant això, a través de projectes com aquest, s'ensenyen subtilment. Creiem que a través d'aquest treball les hem assolit i això ens permetrà treballar molt millor al futur. Esperem que *Drone Niara* pugui algun complir els seus grans propòsits i esdevingui una esperança en mig de les dificultats.

10. BIBLIOGRAFIA

3D CAD Design Software. <https://www.solidworks.com/home-page-2020>. Buscat el 15 de desembre de 2019.

«3D Design Software | 3D Modeling on the Web | SketchUp». *Drupal*, <https://www.sketchup.com/page/homepage>. Buscat el 15 de desembre de 2019.

«Aerodynamics». *Wikipedia*, 24 de novembre de 2019. *Wikipedia*, <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Aerodynamics&oldid=927767628>.

Airfoil Tools. <http://airfoiltools.com/>. Buscat el 15 de desembre de 2019.

«AliExpress - Compra online de Electrónica, Moda, Casa y jardín, Deportes y ocio, Motor y seguridad, y más.» *AliExpress*, //www.aliexpress.com. Buscat el 15 de desembre de 2019.

Amazon.es: compra online de electrónica, libros, deporte, hogar, moda y mucho más. <https://www.amazon.es/>. Buscat el 15 de desembre de 2019.

anonymous. *Aerodynamics | How Things Fly*. <http://howthingsfly.si.edu/aerodynamics>. Buscat el 15 de desembre de 2019.

APM Current Sensor Power Module - Wiki. http://wiki.sunfounder.cc/index.php?title=APM_Current_Sensor_Power_Module. Buscat el 15 de desembre de 2019.

Archived:APM 2.5 and 2.6 Overview — Copter documentation. <https://ardupilot.org/copter/docs/common-APM25-and-26-overview.html>. Buscat el 15 de desembre de 2019.

Archived:Powering the APM2 — Copter documentation. <https://ardupilot.org/copter/docs/common-powering-the-APM2.html>. Buscat el 15 de desembre de 2019.

«Archivos STL y modelos 3D para imprimir: los mejores sitios 2019». *All3DP*, 24 de julio de 2019, <https://all3dp.com/es/1/descargar-archivos-stl-gratis-modelos-3d-para-imprimir->

en-3d/.

«ardupilot Mega». *ardupilot Mega*, <http://www.ardupilot.co.uk/>. Buscat el 15 de desembre de 2019.

AutoCAD For Mac & Windows | CAD Software | Autodesk.

<https://www.autodesk.com/products/autocad/overview>. Buscat el 15 de desembre de 2019.

BACK EMF - Definición y sinónimos de back emf en el diccionario inglés.

<https://educalingo.com/es/dic-en/back-emf>. Buscat el 15 de desembre de 2019.

Common Power Module — Copter documentation. <https://ardupilot.org/copter/docs/common-3dr-power-module.html>. Buscat el 15 de desembre de 2019.

Componentes electrónicos. <https://www.onдарadio.es/>. Buscat el 15 de desembre de 2019.

«Conector RCA». *Wikipedia, la enciclopedia libre*, 4 de novembre de 2019. *Wikipedia*, https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Conector_RCA&oldid=121062740.

Configuring a Telemetry Radio using Mission Planner — Copter documentation. <https://ardupilot.org/copter/docs/common-configuring-a-telemetry-radio-using-mission-planner.html>. Buscat el 15 de desembre de 2019.

Connect ESCs and Motors — Copter documentation. <https://ardupilot.org/copter/docs/connect-escs-and-motors.html>. Buscat el 15 de desembre de 2019.

«Conoce la Diferencia entre el Giroscopio y el Acelerómetro». *Mira Cómo Hacerlo*, 27 de enero de 2017, <https://miracomohacerlo.com/diferencia-entre-el-giroscopio-y-el-acelerometro/>.

«Crea diseños increíbles con tus amigos y compañeros totalmente gratis». *Canva*, <https://www.canva.com>. Buscat el 15 de desembre de 2019.

Descenso de un paracaidista. http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/teoria/A_Franco/dinamica/paracaidista/paracaidista.html. Buscat el 15 de desembre de 2019.

«Curso Piloto de Drones - RPAS». *European Flyers*, <https://europeanflyers.com/cursos-piloto->

drones/curso-piloto-drones-RPAS/. Buscat el 15 de desembre de 2019.

«Curso de Piloto Comercial de Helicóptero - CPL». European Flyers,

<https://europeanflyers.com/cursos-piloto-helicopteros/curso-integrado-atpl-197/>.

Buscat el 15 de desembre de 2019.

El Inconstante Campo Magnético de la Tierra | Ciencia de la NASA.

https://ciencia.nasa.gov/science-at-nasa/2003/29dec_magneticfield. Buscat el 15 de desembre de 2019.

«¿En qué consisten las tres “F” de la financiación?» *okdiario.com*, 22 de mayo de 2016,

<https://okdiario.com/economia/que-consisten-tres-f-financiacion-148250>. Buscat el 15 de desembre de 2019.

«Escola Pia NostraSenyora - ESO BATXILLERAT i FP». *Escola Pia Nostra Senyora*,

<https://nostrasenyora.escolapia.cat/>. Buscat el 15 de desembre de 2019.

«Eurocopter AS332 Super Puma». Wikipedia, la enciclopedia libre, 6 de febrero de 2020.

Wikipedia,

https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Eurocopter_AS332_Super_Puma&oldid=123337042. Buscat el 15 de desembre de 2019.

Fab Lab Barcelona. <https://fablabbcn.org/>. Buscat el 15 de desembre de 2019.

«FPV ¿Y eso que es? 1era parte». *Drons De Carreras*, 17 de desembre de 2014,

<https://dronsdecarreras.com/fpv-y-eso-que-es-1era-parte/>. Buscat el 15 de desembre de 2019.

Free 3D Models for Download | TurboSquid. <https://www.turbosquid.com/Search/3D-Models/free>. Buscat el 15 de desembre de 2019.

«Free Airfoil Design Tool for Engineers». *Design & Motion*, 5 de enero de 2015,

<https://designandmotion.net/new-post/engineering-java-airfoil-tools/>. Buscat el 15 de desembre de 2019.

Gearbest: Affordable Quality, Fun Shopping. <https://www.gearbest.com/>. Buscat el 15 de desembre de 2019.

Goteo, Fundación. «Goteo.org :: Crowdfunding the commons». *Goteo.org*,

<https://ca.goteo.org/>. Buscat el 15 de desembre de 2019.

---. «Goteo.org :: Crowdfunding the commons». *Goteo.org*, <https://ca.goteo.org/>. Buscat el 15 de desembre de 2019.

GPS (Global Positioning System) - definition - GSMArena.com.
<https://www.gsmarena.com/glossary.php3?term=gps>. Buscat el 15 de desembre de 2019.

Gran enclopèdia catalana / enclopèdia.cat. <https://www.encyclopedia.cat/obra/diccionaris-encyclopedics-lencyclopedia/gran-encyclopedia-catalana>. Buscat el 15 de desembre de 2019.

«Guía de cuidado de baterías: cuida las baterías LiPo de tu dron y mantenlas como el primer día». *WikiVersus*, <https://www.wikiversus.com/electronica-y-gadgets/drones/uso-cuidado-mantenimiento-baterias-lipo/>. Buscat el 15 de desembre de 2019.

«How parachutes work | The science of air resistance». *Explain that Stuff*, <http://www.explainthatstuff.com/how-parachutes-work.html>. Buscat el 15 de desembre de 2019.

«Introduction to Aerodynamics». *EdX*, 19 de julio de 2018, [/course/introduction-to-aerodynamics](#).

Log In | Wix. <https://users.wix.com/signin>. Buscat el 15 de desembre de 2019.

Magnetic Interference — Copter documentation. <https://ardupilot.org/copter/docs/common-magnetic-interference.html>. Buscat el 15 de desembre de 2019.

Mega | Programas, Teleseries, Noticias, Deportes, Espectáculos - Mega.
<https://www mega.cl/home/>. Buscat el 15 de desembre de 2019.

«Motor eléctrico sin escobillas». *Wikipedia, la enciclopedia libre*, 1 de desembre de 2019.
Wikipedia,
https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Motor_el%C3%A9ctrico_sin_escobillas&oldid=121703207. Buscat el 15 de desembre de 2019.

«Movilizar el helicóptero de rescate tiene un coste de 2000 euros la hora». *La Voz de Asturias*,

<https://www.lavozdeasturias.es/noticia/asturias/2016/07/26/cuestarescate/00031469546936088398420.htm>. Buscat el 15 de desembre de 2019.

MSFC, Jennifer Wall: «What Is Aerodynamics?» NASA, 12 de mayo de 2015,

<http://www.nasa.gov/audience/forstudents/k-4/stories/nasa-knows/what-is-aerodynamics-k4.html>. Buscat el 15 de desembre de 2019.

Online Shopping for Cool Gadgets, RC Quadricòpter, 3D Printer at Banggood.

<https://www.banggood.com/>. Buscat el 15 de desembre de 2019.

PAÍS, Ediciones EL. «Terremoto Nepal 2015 en EL PAÍS». EL PAÍS,

<https://elpais.com/noticias/terremoto-nepal-2015>. Buscat el 15 de desembre de 2019.

Plane Home — Plane documentation. Les fotos que no han estat fet per nosaltres han estat

obtingudes d'aquest link <https://ardupilot.org/plane/>. Buscat el 15 de desembre de 2019.

«Photo Editor | BeFunky: Free Online Photo Editor». *BeFunky*,

<https://www.befunky.com/features/photo-editor/>. Buscat el 15 de desembre de 2019.

«Portada». Wikipedia, the free encyclopedia, 8 de enero de 2019. Wikipedia,

<https://ca.wikipedia.org/w/index.php?title=Portada&oldid=20671013>. Buscat el 15 de desembre de 2019.

«¿Qué es Hardware y Software?» Tecnología + Informática, 23 de julio de 2018,

<https://tecnologia-informatica.com/que-es-hardware-y-software/>. Buscat el 15 de desembre de 2019.

«Radio Control Planes, Drons, Cars, FPV, Quadricòpters and More». Hobbyking,

https://hobbyking.com/en_us/. Buscat el 15 de desembre de 2019.

«Talent Archive». Distributed Design Market Platform, <https://distributeddesign.eu/talent/>.

Buscat el 15 de desembre de 2019.

«The Simple Science Behind Parachutes Explained». ThrillSpire,

<https://thrillspire.com/parachutes-science-physics>. Buscat el 15 de desembre de 2019.

«Tienda de electrónica online. Venta de componentes electrónicos e informáticos al por

mayor». Diotronic, <https://diotronic.com/>. Buscat el 15 de desembre de 2019.

UBlox GPS + Compass Module — Copter documentation.

<https://ardupilot.org/copter/docs/common-installing-3dr-ublox-gps-compass-module.html>. Buscat el 15 de desembre de 2019.

UIUC Airfoil Data Site. https://m-selig.ae.illinois.edu/ads/coord_database.html. Buscat el 15 de desembre de 2019.

«Ultimaker Cura: Powerful, Easy-to-Use 3D Printing Software». *Ultimaker.Com*, <https://ultimaker.com/software/ultimaker-cura>. Buscat el 15 de desembre de 2019.

UnitLED. <https://wikifactory.com/discover>. Buscat el 15 de desembre de 2019.

Using an Airspeed Sensor — Plane documentation.
<https://ardupilot.org/plane/docs/airspeed.html>. Buscat el 15 de desembre de 2019.

«Video compuesto». *Wikipedia, la enciclopedia libre.* *Wikipedia*, https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Video_compuesto&oldid=121706526. Buscat el 15 de desembre de 2019.

«What are Brushless DC Motors». *Renesas Electronics*, <https://www.renesas.com/us/en/support/technical-resources/engineering-school/brushless-dc-motor-01-overview.html>. Buscat el 15 de desembre de 2019.

YouTube. <https://www.youtube.com/?hl=ca&gl=ES>. Buscat el 15 de desembre de 2019.

11. AGRAÏMENTS

En aquest apartat voldríem, com el títol diu, agrair a totes aquelles persones que no només han estat al nostre costat durant tot el projecte sinó també aquelles que ens han donat totes les eines que han pogut per tal que el procés fos una mica més fàcil. Ha estat un projecte molt complex, però amb la vostra ajuda hem pogut anar endavant i poder acabar-ho. Per aquesta raó, pertanyeu al gran projecte de *Drone Niara*. A més a més, l'heu fet evolucionar, donant-li un valor que mai haguéssim aconseguit per nosaltres mateixos. Vosaltres li heu donat l'esperit al projecte.

En primera instància voldríem donar les gràcies al nostre tutor de recerca, el Xavier Perramon. Per haver-nos donat totes les eines possibles per tirar endavant, per recolzar-nos en tot moment i per sobretot per transmetre'ns el dia a dia aquesta passió que compartim, que és la tecnologia. També voldríem donar les gràcies a professors com la Marta Pinós per haver-nos ajudat a entendre el món del màrqueting els seus grans consells sobre com podíem donar a conèixer el nostre projecte. A més a més, a la Mercè Álvarez per ajudar-nos a puntualitzar més en el món de la literatura i pels seus grans consell per a dur a terme una narració que va esdevenir el centre de la introducció. També a la Marta Castillón pel seu gran coneixement al món de la llengua catalana. Així mateix a Rosa Maria Dos Santos per ajudar-nos a difamar el nostre projecte i donar-nos grans consells. Com també a la Noemí Gallardo per buscar noves formes per donar a conèixer el nostre projecte, com la radio o la televisió.

Per altra banda voldríem donar, també, les gràcies als nostres pares per la gran paciència que han tingut durant tot aquest projecte, per haver-nos sentit parlar sobre temes que no eren del seu interès i sobretot per haver confiat plenament amb nosaltres en tot moment. I també als nostres familiars, com Bernabé de Asís pels consells en diferents aspectes del treball com ara el vídeo o la promoció.

Per últim però no per això menys important, per una part, voldríem donar les gràcies al Fablab Barcelona i a en Santi per haver col·laborat amb el nostre projecte. Gràcies al fet que ens deixaren un espai que era imprescindible per a nostres, posaren a la nostra disposició tantes eines i ens donessin el contacte amb professionals que ens poguessin ajudar en l'àmbit que estàvem treballant, com ara l'Edu i també el Santi, hem pogut portar el prototip a terme. Per l'altra part voldríem donar les gràcies a tots els donats del Goteo per la seva col·laboració, a tota la gent que ha difamat al nostre projecte pels mitjans. Gràcies a tots vosaltres *Drone Niara* ha pogut ser el que és avui dia.



Col·laboradors de Goteo

-Suport local:

- Luís Muñoz
- Marcos Gándara
- Oriol Guitart
- María José Molleja

-Ajudants: (destaquem la seva notable aportació)

- Míriam de Asís
- Pablo del Río

-Seguidors: (destaquem la seva important ajuda)

- Xavier Perramon
- Lourdes Pintó Brioso
- Daniel García
- Susana Closa
- Cristóbal Àviles
- Gisela Navarro
- Fátima González
- Carme Vidal

-Col·laboradors: (recalquem la seva gran implicació en el projecte)

- Bernabé de Asís
- Carme Vidal
- Aportant anònim
- Asociación Red Global de Mujeres Prósperas

-Visionaris: (recalquem la seva honorable implicació en el projecte):

- Miquel Dalmau Herrera
- Fjabajo
- Joan Florença Parés en nom de l'Arxiu Provincial d'Escola Pia Catalunya.



