

Treball de Fi de Grau

Enginyeria en Tecnologies Industrials

Protocol de rescat d'immigrants al Mediterrani

MEMÒRIA

Autor: Victor Maza Ruiz
Director: Manuel Moreno Eguílaz
Convocatòria: Setembre 2018



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Industrial de Barcelona



Resum

Aquest treball de final de grau es centra en la creació d'un protocol de rescat d'immigrants irregulars al Mediterrani que té com a base la col·laboració entre les autoritats encarregades de dur a terme rescats de persones en alta mar d'un país qualsevol de la costa del Mediterrani europea i la centraleta, recinte des d'on es piloten els vehicles de rescat encarregats de proporcionar bales salvavides als immigrants que creuen el Mediterrani per arribar a Europa clandestinament.

El treball consisteix a assentar les bases d'un possible protocol d'actuació davant situacions d'emergència en les quals les autoritats encarregades dels rescats al mar dels estats del sud d'Europa no disposen de suficients mitjans per rescatar a tots els immigrants que requereixen la seva ajuda. Per això s'han dut a terme tot una sèrie de dissenys i estudis per tal de definir de la manera més amplia possible cadascuna de les parts que conformen el protocol d'auxili.

La viabilitat d'aquest protocol, tant ecològica com econòmica, fan d'aquest projecte una solució innovadora i efectiva per a la greu crisi dels refugiats siris i al problema de les morts d'immigrants irregulars al Mediterrani. És viable per diverses raons, però la principal és que amb molt poca gent es pot donar un marge de temps molt elevat a les autoritats encarregades d'efectuar els rescats en alta mar de salvar a un gran nombre d'immigrants. Es tracta d'un projecte realista que s'adapta a la situació econòmica i política europea en l'actualitat.

Sumari

RESUM	1
SUMARI	3
1. GLOSSARI	5
2. PREFACI	7
2.1. Origen del projecte	7
2.2. Motivació	8
2.3. Requeriments previs	11
3. INTRODUCCIÓ	13
3.1. Objectius del projecte	13
3.2. Abast del projecte	17
4. ESTAT DE L'ART	18
5. PRESENTACIÓ DEL PROTOCOL D'AUXILI	23
5.1. Protocol d'auxili	24
5.2. Procediment davant possibles averies	28
6. LEGALITAT	30
7. ELECTRÒNICA	33
7.1. Electrònica teòrica	33
7.2. IP	40
7.3. Electrònica pràctica del prototip	43
7.4. Pressupost de l'electrònica pràctica del prototip	53
7.5. Programa de control remot	55
8. DISSENY DE LA CENTRALETA	59
9. DISSENY DEL PORT DELS VEHICLES DE RESCAT	66
10. DISSENY DEL VEHICLE DE RESCAT	71
10.1. Estructura del vehicle de rescat	71
10.2. Sistema de desplegament i llançament	85
11. MILLORES FUTURES	91
12. IMPACTE AMBIENTAL	93

13. PRESSUPOST	96
CONCLUSIONS	99
AGRAÏMENTS	101
BIBLIOGRAFIA	102
Referències bibliogràfiques.....	102
Bibliografia complementària.....	114

1. Glossari

EMILY: Emergency Integrated Lifesaving LanYard.

FNB: Facultat de Nàutica de Barcelona.

CIE: Centres d'Internament per a Persones Estrangeres.

SIVE: Sistema Integrat de Vigilància Exterior.

ECU: Engine Control Unit.

UA: Universitat d'Alacant.

2. Prefaci

2.1. Origen del projecte

Ja han passat uns quants anys d'ençà que la crisi dels refugiats es va iniciar [1], però aquesta no va ser pas l'inici de les morts al Mediterrani. Al llarg dels anys han estat moltes les famílies africanes que han intentat travessar la frontera del Mediterrani (amb més o menys èxit) per arribar a Europa. Aquestes famílies fugen de la guerra i la pobresa del seu continent, i la realitat és que des d'Europa l'únic que es fa és posar impediments a la fugida d'aquests immigrants.

No es pot marcar una data en concret en la qual es va decidir el treball de final de grau es basaria a intentar reduir al màxim el nombre de morts al Mediterrani. La inquietud sobre les morts al Mediterrani ha estat sempre present des del primer cop que vaig tenir consciència d'entendre les imatges que veia pel televisor, i es va incrementar amb la crisi dels refugiats Siris, on es va comprovar que no hi havia suficient inversió econòmica destinada al rescat d'immigrants en perill al mar Mediterrani, fet que provocava morts cada setmana d'ençà que va començar.

És per això que quan vaig tenir l'oportunitat de començar un projecte d'enginyeria que destinés les hores lectives d'aprenentatge (crèdits) en la recerca de quelcom que m'interessés, vaig aprofitar-la duent a terme una idea que em voltava pel cap des de ja feia anys.

La idea original del projecte pot semblar ciència-ficció, però quins grans invents no ho han semblat fins que s'han aconseguit portar a terme? La idea inicial es basava en el disseny d'un vehicle semi-autònom de rescat de pasteres i embarcacions d'immigrants que intentessin creuar el mar Mediterrani. La funció del vehicle de rescat seria la de transportar els immigrants del punt on s'havien trobat fins a les costes del país europeu en qüestió. Aquest treball de final de grau va ser rebutjat per dues raons principals: dificultat i legalitat.

L'embarcació havia de ser capaç no només de navegar semi-autònomament (amb la supervisió d'un encarregat a la centraleta), sinó també de detectar i esquivar objectes i vaixells. Aquest punt presentava molts problemes. L'extrema dificultat d'assolir aquests propòsits va enfonsar el projecte i em va obligar a haver de demanar una pròrroga per a la presentació del treball de final de grau al setembre, ja que havia gastat tot el curs recorrent un laberint sense sortida. Vaig tenir l'ocasió de reunir-me amb grans amants i professionals de l'enginyeria naval a la ciutat de Barcelona que em van fer obrir els ulls i em van engrescar a buscar una solució al problema més a l'abast per a un sol estudiant. Vaig

assistir a classes a la FNB donades pel professor Ricard Bosch, i vaig tenir l'oportunitat de debatre sobre les meves idees amb un grup ampli d'estudiants de màster. Junts, vam contemplar totes les opcions possibles per a dur a terme el projecte amb èxit. Es va estudiar l'opció de la utilització d'un sonar per a detectar objectes o embarcacions properes, la utilització d'un radar combinat amb un software informàtic que a l'hora estigués connectat un GPS que generés trajectòries gràcies a un microcomputador i la connexió d'aquestes trajectòries amb un pilot automàtic que controlés els motors de l'embarcació. Moltes més idees van veure la llum aquelles tardes a la facultat de nàutica, i moltes més al moll de Llevant, on el professor Rafael Aranda em va donar el seu punt de vista i em va ensenyar el ventall d'opcions del qual disposava.

La legalitat va ser l'altre factor que va fer que el projecte no pogués tirar endavant. El vehicle havia estat pensat per localitzar pasteres, i aquesta idea entrava en contradicció amb la meua ètica i els meus ideals polítics. No vaig voler fer la feina bruta de l'estat. La idea de dissenyar un vehicle de rescat semi-autònom d'immigrants era molt atractiva, però tenint en compte la situació judicial d'estats de la unió europea com Espanya (deportacions d'immigrants irregulars als seus països d'origen), les tortures i les morts d'immigrants en mans de les forces de seguretat, no vaig trobar profitós dedicar la meua recerca a un possible invent capaç de localitzar pasteres i altres embarcacions tripulades per immigrants que fugen del seu país a la recerca d'un futur digne.

Dit això, es va fer una anàlisi complet dels requeriments que es volia que l'invent del treball de final de grau satisfés (vehicle de rescat), i es va concloure amb el projecte que es presenta en aquesta memòria. Aquest cop no es va caure en paranys de dificultat excessiva ni problemes legals que entressin en contradicció amb valors ètics. Es va abandonar l'autonomia a canvi d'un projecte més realista que estigués a l'abast d'un únic estudiant de grau. Aquest projecte és el disseny d'un protocol de rescat de pasteres i altres embarcacions utilitzades pels immigrants a l'hora de creuar el mar Mediterrani. Aquest protocol es basa en el control remot d'un vehicle de rescat des de terra ferma capaç de desplegar una balsa salvavides amb capacitat per a 15 persones per salvar la vida d'immigrants irregulars durant la perillosa travessia pel mar a Europa i donar temps a les autoritats per efectuar el seu rescat i traslladar-los a les costes europees.

2.2. Motivació

La lectura és un plaer del qual no tothom gaudeix habitualment. No és el meu cas. D'ençà que era petit, sempre m'ha encantat llegir tot tipus de llibres, sobretot de ciència-ficció, però amb l'entrada a la universitat i més tard a l'assemblea d'estudiants i a junta d'escola, les



meves inquietuds polítiques van anar augmentant amb el pas del temps, i vaig començar a interessar-me per altres tipus de llibres que mai abans havia tingut l'ocasió de llegir. Potser un dels llibres que em van fer veure la distribució del capital al llarg de la història i al voltant del món va ser "El Capital", de Karl Marx (resumit per Gabriel Deville) [2]. Aquesta lectura, densa però interessant, desnua el sistema capitalista i deixa al descobert totes i cadascuna de les seves contradiccions i mètodes d'acumulació i centralització de capital per part de la classe burgesa. Aquesta lectura em va introduir el concepte de països rics i pobres i països del nord i països del sud. La situació d'Àfrica és la d'un continent sencer condemnat a la pobresa crònica en favor de l'enriquiment dels països del nord. En aquest context de capitalisme salvatge, és ben clar que la solució passa pel canvi d'un model econòmic a escala planetària, un model econòmic just que sigui capaç de centrar l'objectiu del treball en el benefici de la majoria, i no en l'acumulació de capital d'una classe reduïda de persones, les quals controlen el món en ser propietaris dels mitjans de producció i de riquesa.



Figura 2.2.1. Resum de Gabriel Deville d'El Capital, de Karl Marx. Font: lapaginademontilla

La realitat de la societat europea és que no està preparada per aquest canvi de sistema econòmic (almenys actualment). Dit això el que es va decidir fer amb aquest treball de fi de grau va ser "jugar amb les cartes de les quals disposem". Si no hi ha l'opció de millorar veritablement la vida dels habitants de les nacions del sud, ja sigui a causa de la fam, de guerres, de malalties, ... l'únic que queda és intentar facilitar d'alguna manera que aquestes persones tinguin l'oportunitat de buscar una altra vida més digna per altres vies. Són ben conegudes les tanques de Ceuta, i com any rere any s'han anat convertint en fronteres cada cop més difícils de travessar [3]. Això ha provocat que la via més segura i eficaç per arribar a Europa sigui la mar. Vet aquí la principal motivació d'aquest treball: facilitar el màxim possible la via d'escapament pel Mediterrani reduint les morts en ell amb una inversió relativament baixa, estratègica i fàcil d'assolir.

L'esperança de dissenyar un protocol de rescat amb vehicles per control remot és fer molt més eficient les tasques de salvament alhora que s'estalvien riscos quan les inclemències del temps no permeten sortir a ajudar els immigrants. Hi ha hagut multitud de casos en els quals vaixells d'Open Arms [4] han hagut de deixar enrere pasteres que s'estaven enfonsant per falta d'espai, i normalment les autoritats de cada país no disposen de suficients vaixells per atendre la demanda d'auxili de tots els immigrants que intenten creuar el mar alhora. Com que la inversió en aquest camp de salvament és més aviat reduïda, la manera més eficient d'aprofitar les flotes de rescat per poder auxiliar tothom és enviar bales salvavides als punts on es localitzen les pasteres des de terra mitjançant radars, des de l'aire mitjançant helicòpters, per avisos des del mar, ... per assegurar la supervivència dels immigrants fins que hi hagi disponibilitat per poder procedir al rescat i posterior transport a terra dels supervivents.

Amb la potestat que dona haver estat el creador d'un protocol d'auxili, s'espera assegurar que els immigrants no pateixin agressions, assassinats ni devolucions il·legals un cop han arribat a la costa [5]. També s'espera donar assessorament real de la situació d'un immigrant sense papers a un país Europeu i proveir d'advocats a tothom qui el requereixi (proporcionats per l'estat).

Els Centres d'Internament per a Persones Estrangeres són centres no penitenciaris on s'interna les persones estrangeres que han estat detingudes per trobar-se en situació administrativa irregular (no tenir papers) abans de ser expulsades. Actualment, a tota Europa hi ha 280 CIEs. D'aquests, set són a l'Estat espanyol: Algesires, Las Palmas de Gran Canària, Madrid, Múrcia, Santa Cruz de Tenerife, València i Barcelona. El CIE de Barcelona està ubicat al barri de la Zona Franca. Són molts els casos de tortures i assassinats en aquests centres [6]. Es tracta d'espais on es violen contínuament els drets humans. Una altra motivació per reduir al màxim el nombre de morts d'immigrants al mar Mediterrani és sobrecarregar al màxim aquests espais fins a fer-los completament inútils (actualment ja es troben sobrecarregats).



Figura 2.2.2. Manifestació en contra de la reobertura del CIE de Zona Franca, a Barcelona. Font: [elperiodico](#)

Per últim, i lligant amb l'esperança d'inutilitzar els CIEs, està la motivació de sobrecarregar Europa. La situació de vida als països d'Àfrica i la península Aràbiga és insostenible, i des dels països rics no hi ha cap voluntat d'ajuda, ni tan sols amb la càrrega de consciència de segles d'explotació dels seus habitants i les seves terres (explotació que continua avui dia més desenvolupada que mai). El meu pensament internacionalista em fa pensar que si uns bons arguments i unes proves evidents del fet que gran part dels problemes que han incitat les poblacions del sud del Mediterrani a emigrar al nord han estat ocasionats pels mateixos països rics i que ara més que mai necessiten la nostra ajuda, queda oberta la via de sobrecarregar Europa d'immigrants fins que la situació sigui insostenible també pels habitants d'Europa. Cal que Europa deixi de mirar a un altre cantó. Cal que els immigrants que vulguin creuar el Mediterrani tinguin la certesa que seran rescatats un cop entrin en territori europeu. Cal que aquests immigrants perdin la por a les travessies pel Mediterrani, i sobretot cal que aprofitin aquesta opció que els hi brinda una nova vida lluny dels malsons de les seves nacions d'origen.

2.3. Requeriments previs

El treball previ requerit abans de començar a entrar en matèria ha estat molt extens i complicat. Com ja s'ha comentat a l'apartat d'"Origen del projecte", la idea inicial era la de fer un protocol d'auxili basat en un vehicle semi-autònom (supervisat per un operari de la centraleta) encarregat de localitzar pasteres i transportar els immigrants que ho desitgessin fins a les costes del país en qüestió. La idea va ser tombada per la legalitat implícita dins del projecte i per la dificultat que aquest suposava en comparació amb el treball que pot dur a terme un sol estudiant de grau. Tot i això, la intensa recerca d'informació feta durant el procés anterior al canvi d'enfocament del projecte no va ser en va. Vaig aprendre molt sobre el món de la nàutica, món que per cert desconeixia completament abans de dur a terme el treball final de grau.

L'assistència a classes de la facultat de nàutica em va servir no només per formar-me en l'àmbit de l'enginyeria nàutica, sinó també per familiaritzar-me amb el vocabulari i conèixer gent amb la qual més tard vaig mantenir el contacte i em va ajudar a resoldre dubtes i trobar solucions a problemes que em quedaven grans per la meva formació poc especialitzada.

Les visites a establiments com els molls del port de Barcelona em van brindar l'oportunitat de veure amb els meus propis ulls el treball realitzat pels enginyers nàutics. Cal dir que és allà on vaig rebre la formació més específica enfocada al meu treball de final de grau.

Un altre establiment que vaig visitar va ser l'associació de patrons de iots [7], on vaig conèixer patrons experimentats amb els quals vaig compartir idees i dubtes. La majoria dels meus dubtes van ser resolts, i vaig sortir d'allà amb noves idees per aplicar-les al meu projecte.

Una de les experiències més enriquidores en l'àmbit personal va ser quan vaig tenir una petita entrevista amb tripulants de la nau Guardamar Calíope [8], que em van transmetre la seva passió pel rescat de persones en perill en alta mar.

També vaig tindre l'oportunitat de reunir-me amb activistes de l'organització Proactiva Open Arms. Es tracta d'una organització no governamental de Badalona encarregada de rescatar del mar als refugiats que arriben a Europa. Actualment, el focus de treball es troba principalment a l'illa de Lesbos i les costes gregues en general [9]. El fet de parlar amb persones que havien estat a les embarcacions de l'organització rescatant immigrants deseparats em va fer veure la difícil situació que de vegades pot suposar per als activistes i personal encarregat de rescatar els immigrants del Mediterrani. La impotència de no poder salvar tothom per falta de recursos i les crítiques a la Unió Europea van ser dues constants en la conversa. Una de les idees clau que vaig poder extreure va ser el fet que molts immigrants tenen por de rebre ajuda per part d'organitzacions com Open Arms o per part de les autoritats del país europeu en qüestió (en aquest darrer cas la por és major). Això volia dir que si el meu projecte no disposava de tripulants que fessin pujar als immigrants a les bales salvavides, probablement alguns no hi voldrien pujar.

Totes aquestes experiències i hores de recerca individual a la biblioteca van ser una base sòlida a partir d'on poder dissenyar un protocol ben definit i útil que permetés als equips de salvament disposar de temps extra per a poder fer la seva feina correctament, un temps extra que en la majoria dels casos pot suposar la diferència entre la vida i la mort.

3. Introducció

3.1. Objectius del projecte

La situació dels refugiats Siris és la més gran de les crisis humanitària europees des de la segona guerra mundial. Milers de persones intenten fugir de la guerra que està devastant l'Orient Mitjà creuant el Mediterrani per cercar asil a Europa. Milers han mort ja intentant arribar al nostre continent, i els que ho aconsegueixen s'enfronten a la falta de reacció de la Unió Europea.

Síria és una república àrab sobirana nascuda entre els anys 1941 i 1946, quan els francesos abandonaren oficialment la seva antiga colònia [10]. Des de 1970 està sota el control de la família al-Asad. Hafez al-Asad va governar fins a la seva mort l'any 2000. El va succeir el seu fill, Bashar, qui va controlar el país fins a l'any 2011, quan va esclatar la guerra civil síria.

La primavera àrab de 2010 va portar amb ella una sèrie d'alçaments populars contra els règims dictatorials o pseudodemocràtics de regions com Tunísia i Egipte [11]. Els dictadors de Síria i Líbia no cedirien tan fàcilment. La revolta Líbia contra el dictador Gadaffi va esdevenir un conflicte a gran escala i va acabar amb la mort del coronel Gadaffi l'octubre de 2011 [12]. El cas siri és més complicat. Asad continua al poder, encara que ja no controla tot el país. Diverses faccions es disputen el territori i lluiten entre si i contra Asad. La més perillosa és l'Estat Islàmic, que porta combatent en Iraq des de mitjans de la dècada passada i ha expandit el seu domini a bona part de Síria [13].



Figura 3.1.1. Soldats de l'Estat Islàmic. Font: lavoicedegalicia

Fugint d'aquest infern, els habitants d'aquestes regions busquen vies per arribar a Europa i allà poder començar una nova vida, sigui sols o amb les seves famílies. Alguns prenen l'opció d'amagar-se en camions. Altres opten per anar caminant fins a Europa i anar travessant les fronteres sobre la marxa. Un altre via que ha resultat ser de les més utilitzades és la fugida pel mar Mediterrani.

L'any 2017, només a Espanya, es va enregistrar l'entrada de 21468 immigrants per vies marítimes, i 5473 per fronteres terrestres. Itàlia ja acumula més de mig milió d'immigrants arribats pel Mediterrani des de l'any 2015, i Grècia supera àmpliament la xifra del milió d'immigrants arribats pel Mediterrani des de 2015 [14]. L'any 2017 es va tornar a superar per quart any consecutiu la xifra de 3000 morts al mar Mediterrani [15]. Les embarcacions on viatgen els immigrants són susceptibles d'enfonsar-se, i molt sovint ho fan, deixant nàufrags a persones que en la seva majoria ni tan sols saben nedar. Moltes d'aquestes embarcacions pertanyen a màfies que l'únic que busquen és el benefici econòmic més gran possible i els basta que les pasteres ofertes no s'enfonsin fins que hagin desaparegut del firmament de la costa des d'on parteixen. També està el cas dels immigrants que construeixen les seves pròpies embarcacions, fet que suposa una alta probabilitat de naufragi en la majoria dels casos.

El problema de les morts al mediterrani no va aparèixer amb la primavera àrab, ja havia estat present durant dècades amb famílies africanes que fugien de l'extrema pobresa dels seus països d'origen. Tot i això, va ser amb la crisi dels refugiats Siris que es van disparar les alarmes. Les xifres de morts al mediterrani es compten per milers cada any, i les autoritats i entitats dedicades al rescat d'aquests immigrants s'han vist completament desbordades per falta de personal i d'embarcacions. La baixa inversió del pressupost de la Unió Europea en aquest àmbit no ha estat suficient per frenar aquest drama humanitari, i la gran part de la inversió ha anat destinada a Turquia perquè no deixessin passar aquesta gent a territori europeu, tractant a les persones com si fossin mercaderies [16]. Això demostra la falta de voluntat dels estats d'Europa d'acabar amb el que ja es denomina el cementiri d'Europa o Mare Mortum.



Figura 3.1.2. Logotip de l'organització STOP mare mortum. Font: [mariano](#)

Davant d'aquesta problemàtica de difícil solució, es plantegen una sèrie d'objectius que el protocol d'auxili ha de complir per reduir significativament les morts al mar Mediterrani.

S'ha d'aconseguir un nou mètode de rescat eficient, efectiu i viable a llarg termini que redueixi significativament la xifra d'immigrants morts al mar Mediterrani. El protocol d'auxili als immigrants exposat en aquest treball de final de grau ha de ser capaç de ser realista amb la situació econòmica actual de la Unió Europea. Aquest protocol està pensat per ser dut a terme per funcionaris dels estats de la Unió Europea, i ha de requerir una inversió compatible amb el pressupost dedicat cada any per la Unió Europea en matèria de rescats d'immigrants al Mediterrani. La idea és ben simple: comprant un nou vaixell es poden reduir les morts al Mediterrani, però no significativament, però amb la inversió requerida per a comprar un nou vaixell més el sou de tota la seva tripulació es podria construir una centraleta des d'on es podrien controlar un gran nombre de vehicles de rescat preparats per actuar en les situacions més desfavorables (temporals, moments en els quals els equips de rescat es troben sobrecapats, ...). Fent una inversió inicial considerable, es podria acabar amb la majoria de les morts que tenen lloc al Mediterrani, ja que s'estaria creant una xarxa molt eficient d'equips de rescat més vehicles transportadors de bales salvavides preparats pel suport als equips de salvament marítim en totes aquelles situacions en les quals es troben desbordats i no arriben a rescatar tothom. Es tracta de brindar un temps extra molt elevat als equips de rescat perquè els doni temps de dur a terme la seva feina exitosament.

Lligant amb els objectius de pressupost i eficiència, el protocol d'auxili ha de ser capaç d'assistir les embarcacions que creuen el Mediterrani clandestinament en un temps reduït i amb la participació de poques persones en el rescat (màxima autonomia possible).

El vehicle de rescat del protocol ha de ser fàcil de controlar i fàcil de preparar. Ha de ser fàcil de pilotar per no haver de gastar ni temps ni diners en la formació dels operaris. Cal

que sigui fàcil de pilotar també per evitar la fatiga dels pilots i facilitar-los la feina. Per altra banda, ha de ser fàcil de preparar per no haver de disposar d'un gran nombre de vehicles de rescat, sinó que un cop un d'ells torni d'haver completat el protocol, en qüestió d'hores pugui estar llest per tornar a sortir a la mar al 100%.

El protocol ha de contemplar totes les opcions possibles en alta mar. Durant un rescat d'immigrants al Mediterrani, poden haver-hi moltes situacions que posin a prova al pilot encarregat de portar les bales salvavides fins al punt d'emergència. Es pot arribar i que l'embarcació estigui correctament i sense perill d'enfonsar-se, que l'embarcació ja s'hagi enfonsat, que les autoritats comuniquin a la centraleta que a causa d'un temporal s'aturen les tasques de rescat fins a l'endemà, ... Per no deixar aquest ventall d'opcions al criteri del pilot i com a mètode d'estabilitat, el protocol d'auxili ha de recollir totes les possibles situacions que es puguin donar i presentar una resposta òptima davant cadascuna d'elles.

El vehicle utilitzat per dur a terme el protocol ha de disposar de la tecnologia suficient per a detectar petites embarcacions al voltant d'un punt d'emergència indicat per les autoritats pertinents. Tanmateix, ha de ser capaç de detectar persones flotant al mar a llargues distàncies, ja que hi haurà molts casos en els quals l'embarcació s'hagi enfonsat. Ha d'estar dotat de càmeres d'alta definició amb zooms potents i que permetin pilotar el vehicle de control remot en qualsevol tipus de circumstàncies lumíniques (tant de dia com de nit).

Ha de ser propulsat per motors elèctrics que no contribueixin a la contaminació del mar.

El vehicle ha de disposar d'una autonomia energètica important per poder completar qualsevol variant del protocol. Ha de ser capaç d'estar en alta mar durant dies si fes falta (considerant que no tota l'estona estarà gastant la mateixa quantitat de bateria).

Ha de ser un vehicle visible des de lluny. Ha de transmetre visualment la idea que es tracta d'un vehicle de rescat amb l'única finalitat d'auxiliar els immigrants que ho necessitin.

El protocol ha de ser utilitzat per facilitar l'arribada d'immigrants a les costes europees i mai amb cap altra finalitat que no sigui aquesta. El vehicle de rescat ha de navegar per l'espai marítim dels països d'Europa per garantir que els immigrants rescatats hagin arribat oficialment a Europa.

L'objectiu final d'aquest protocol d'auxili d'immigrants és que els estats que acceptin com a vàlid i efectiu aquest protocol l'adoptin i incloguin les centraletes, els treballadors de les centraletes i els ports dels vehicles de rescat dins dels equips estatals de salvament marítim, fent dels treballadors funcionaris i de les centraletes i els ports edificis i espais regulats per l'estat.

3.2. Abast del projecte

En aquest treball de fi de grau el que es busca principalment és proposar un protocol d'auxili de suport als equips de salvament marítim dels que ja disposen cadascun dels països europeus del Mediterrani. La presentació que es busca és general, i en cap cas es vol entrar a precisar els detalls específics de cadascun dels punts que fan possible que el protocol es pugui dur a terme satisfactòriament. L'abast del projecte no arriba només fins als límits de l'enginyeria, sinó que abraça altres branques de les ciències i les humanitats. Així doncs, queda definit l'abast del projecte com un abast molt gran però poc específic en cadascun dels àmbits exposats. Es tracta d'una idea que tot just neix, un projecte que requereix molt de treball en tots els àmbits de l'enginyeria, el dret, l'estadística, ... Aquesta proposta inclou dissenys de les centraletes i ports dels vehicles de rescat, anàlisis electrònics i altres punts clau necessaris per entendre totes i cadascuna de les parts d'aquest puzzle. Es busca un estudi global que serveixi de guia per a la implementació del protocol en un futur no molt llunyà.

El vehicle de rescat exposat en aquest treball està dotat d'una balsa salvavides amb espai per a 15 persones. Sent conscients que es tracta d'un espai completament insuficient per al rescat d'immigrants en alta mar, es pren aquesta decisió per simplificar el disseny de l'embarcació, ja que el que es pretén en aquest treball és proposar un protocol i introduir els seus elements, i no aprofundir en cadascun dels elements que el formen.

Seguint en la línia de crear un camí per a la futura confecció d'un protocol de suport als equips de salvament marítim, l'abast del projecte és purament teòric. No s'ha dut a terme cap construcció de cap element que intervingui al protocol. S'ha focalitzat tot l'esforç en el treball sobre el paper, en l'elaboració de les pautes i dissenys de cadascun dels elements que formen el protocol d'auxili proposat.

La idea d'establir les bases del protocol és poder continuar aprofundint en aquest projecte durant els meus estudis del MUEI a l'ETSEIB i fer un TFM que segueixi el relleu d'aquest treball de fi de grau.

4. Estat de l'ART

Els precedents al vehicle de rescat proposat per a dur a terme el protocol d'auxili plantejat en aquest treball de final de grau són tan diversos com enginyosos. S'ha decidit focalitzar els esforços de recerca en quatre camps d'estudi molt concrets per poder extreure idees clares que puguin ajudar a tirar endavant el projecte i tenir consciència del treball que s'ha fet fins ara en matèria de vehicles de rescat marítims: vehicles de rescat autònoms, vehicles de rescat autònoms marins i vehicles de rescat per control remot.

El primer camp d'investigació ha estat el de vehicles de rescat autònoms, on s'ha pogut verificar que efectivament ja hi ha hagut importants avenços en aquests tipus d'artefactes. S'ha decidit investigar els vehicles de rescat autònoms de tota mena (no només marins) que existeixen o s'estan treballant en l'actualitat perquè un dels objectius del protocol és automatitzar les tasques de salvament el màxim possible, i per tant, ha estat considerada una anàlisi profitosa que pot aportar moltes idees al protocol d'auxili tot i no tractar-se estrictament del medi marí.

Un exemple clar que l'autonomia de vehicles de rescat està trepitjant amb força és l'"autonomous rescue aircraft", una aeronau completament autònoma que mitjançant sensors, làsers i càmeres ja ha estat capaç de realitzar vols de fins a dos minuts [17]. Aquest vehicle ha estat dissenyat per al rescat en zones perilloses i tot i efectuar els rescats pel medi aeri, utilitza uns mètodes per disposar de completa autonomia que es tindran en compte en un futur per continuar progressant en el protocol d'auxili en camí cap a la màxima autonomia possible assolible.

Seguint al medi aeri, l'avenç en tecnologia de drons ha fet que s'hagin trobat utilitats de rescat i prevenció, fins a l'extrem que ja existeixen programaris per drons que els hi donen la capacitat "d'aprendre" i prendre decisions per ells mateixos [18]. Els drons ja són utilitzats (dirigits) per socorristes, bombers, ... en rescats gràcies a la seva fàcil accessibilitat en qualsevol tipus d'entorn gràcies a la seva mida. Només és qüestió de temps que no calgui controlar-los en aquests rescats i siguin un més de l'equip.

De vehicles de rescat per control remot n'hi ha de milers [19], i auxiliars de rescat encara més [20].

Entrant al medi d'estudi del nostre treball, cal destacar un vehicle de rescat autònom marí amb un objectiu molt similar al del treball de final de grau però que divergeix en el procediment i té mancances en l'àmbit econòmic (costos massa elevats) en comparació al que es busca en aquest treball [21]. Es tracta d'una combinació avió-vehicle autònom de rescat, el funcionament bàsic del qual és la localització de cossos flotant al mar mitjançant

càmeres i sensors a les ales d'un avió tripulat i el desprendiment de les ales de l'avió d'un vehicle de rescat autònom que és capaç d'anar cap al naufrag i donar-li l'oportunitat d'entrar en un petit refugi calent amb medicines, aliments i beguda per evitar la mort per causes habituals en alta mar com poden ser hipotèrmia, cremades, ... Aquest vehicle autònom de rescat després de les ales de l'avió porta incorporat un sonar per evitar col·lisions amb altres objectes flotants, idea que s'ha decidit apuntar per solucionar possibles problemes que puguin sorgir a l'hora d'especificar els requeriments del treball de final de grau i proposar solucions per aquests. També incorpora altres artefactes i aparells capaços de, entre altres coses, apagar focs al voltant d'ell, cosa que fa veure la complexitat d'aquest invent de patent als Estats Units.

U.S. Patent Jan. 28, 1997 Sheet 7 of 27 5,597,335

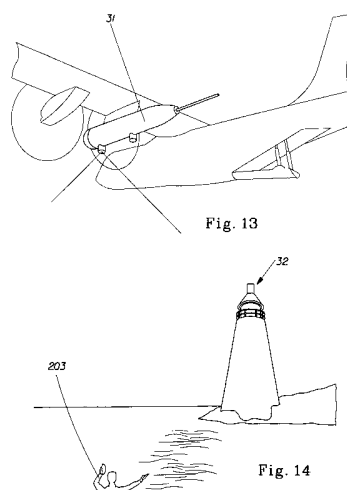


Figura 4.1. Combinació avió – vehicle autònom de rescat marí. Procés de detecció de naufrags.

Font: [patents.google](https://patents.google.com/patent/US5597335)

No és cap novetat que els vehicles autònoms de rescat siguin camp d'estudi de projectes universitaris. Importants premis han estat lliurats a projectes d'aquests tipus, fet que engresca els joves enginyers a seguir per aquest camí [22].

El segon camp d'investigació ha estat el de vehicles autònoms marins, ara sí acostant-nos cada cop més al tipus d'invent que treballem en aquest treball final de grau. Els projectes d'aquesta branca han estat impulsats i finançats per grans empreses de prestigi internacional, com ara l'empresa Rolls-Royce i el seu "Electric Blue Smart Shipping" [23], el vaixell de mercaderies modular autònom capaç de navegar en control automàtic, tot i estar

dissenyat amb un centre de control a l'interior del vaixell que pot ser ocupat per membres de la tripulació per prendre decisions.

El primer trajecte de l'"Electric Blue" està programat pel 2020, però ja hi ha competidors disposats a avançar per la dreta al gegant de l'automoció. L'empresa Kongsberg prepara per a aquest mateix any 2018 el viatge del primer vaixell autònom, i no només això, sinó que aquest és un "zero emissions ship" [24]. La normativa actual impedeix la navegació de vehicles marins sense tripulants, per tant, aquest primer viatge haurà de ser supervisat per un o més tripulants al seu interior per qüestions legals. Es tracta d'una embarcació de mercaderies que farà el trajecte Heroya-Brevik, a Noruega, un dels països capdavanter en energies renovables.

Sortint del món mercantil, es poden trobar, a més de multitud d'articles relacionats amb l'estudi de sistemes d'autonomia per a embarcacions aquàtiques [25], altres tipus de vaixells autònoms, com ara per exemple el veler autònom de la universitat de Wales destinat a investigació oceànica [26]. Un sensor de vent, un GPS i una brúixola són els encarregats de proporcionar dades a un ordinador que controla la posició del timó i la vela d'aquest. Més projectes en la mateixa línia han anat apareixent i cada cop rebent més inversió econòmica [27].

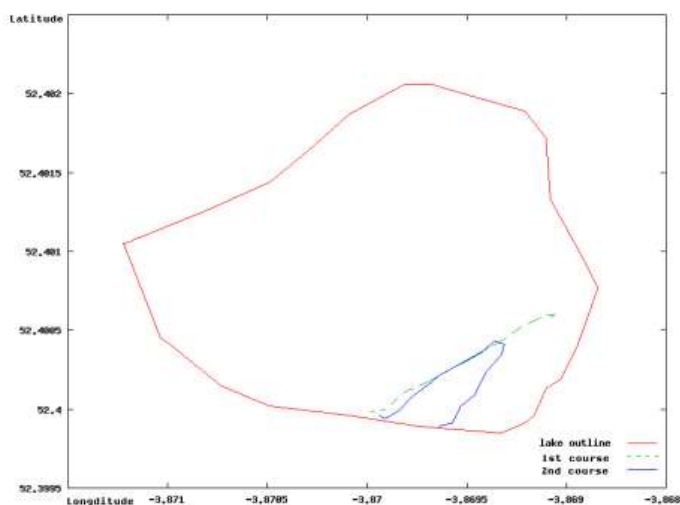


Figura 4.2. Traçat GPS del curs que va prendre el primer prototip del vaixell de la universitat de Wales

navegant a través d'un llac. Font: [researchgate](#)

El tercer camp d'estudi ha estat el de vehicles de rescat per control remot, filant més prim en les característiques del vehicle de rescat que es vol dissenyar en aquest treball final de grau per efectuar el protocol d'auxili i sobretot en el tipus de comandament que s'ha escollit per pilotar-lo.

Un dels invents que més repercussió ha tingut a la indústria de vehicles de rescat per control remot ha estat el "dron socorrista" [28]. Es tracta d'un dron que porta incorporat un número variable de salvavides (entre 1 i 2 normalment) i una càmera d'alta definició que permet al pilot del dron arribar fins al punt on s'ha albirat una persona en perill i en qüestió de segons llençar-li un salvavides perquè aquesta persona pugui esperar de forma segura que els socorristes efectuin el rescat. L'autonomia energètica d'aquests drons ronda al voltant dels 30 minuts, i són pilotats per operaris especialitzats en el pilotatge d'aquests artefactes. Aquest "dron socorrista" ja ha estat implantat com a eina d'ajuda pels socorristes en moltes platges de tot el món [29], com és el cas d'Espanya, Argentina, ...

Els vehicles de rescat per control remot s'utilitzen en tots els àmbits i territoris imaginables, sobre tots en aquells que destaquen per la seva perillositat i risc per a la vida de les persones, ja que aquests no exposen la vida dels encarregats d'efectuar el rescat durant el rescat. Un exemple és el "remote controlled rescue vehicle" [30], de patent US 8,807,619 B2, utilitzat per l'exèrcit dels estats units per recollir ferits al camp de batalla. Es tracta d'un vehicle que mitjançant control remot es desplaça a través del camp de batalla fins a arribar a les posicions on hi ha ferits del bàndol del pilot del vehicle de rescat i amb l'ajuda d'una rampa automàtica puja els ferits a l'interior del vehicle, que els transporta a un punt d'atenció mèdica.

El quart i últim camp d'estudi ha estat el de vehicles de rescat marins per control remot, posant punt final a l'estudi de precedents al vehicle de rescat proposat en aquest treball per portar a terme el protocol d'auxili i com a anàlisi final dels invents creats fins ara o estudiats en l'actualitat més similar al tipus de vehicle de rescat requerit en aquest treball final de grau.

Potser l'invent més destacat i que més s'ha dut a la pràctica en el camp dels vehicles de rescat marins per control remot és l'EMILY (Emergency Integrated Lifesaving Lanyard) [31]. Es tracta d'un salvavides que és capaç d'arribar fins al punt on es troba la persona sol·licitant d'ajuda gràcies a dos motors de propulsió diferencial i un pilot que mitjançant un comandament de control remot l'envia fins a ella. El salvavides està lligat a una corda que l'uneix amb terra ferma, de manera que quan arriba al punt on està la persona en perill i aquesta agafa el salvavides, basta amb estirar de la corda fins que la persona agafada al salvavides arriba a la costa. Es tracta d'un invent molt enginyós impulsat per un equip de joves enginyers a Austràlia, molt semblant al "dron socorrista". Aquest invent, tot i no tenir res a veure al vehicle de rescat plantejat en aquest treball de fi de grau respecte a les distàncies ni l'electrònica requerida, aporta una idea molt interessant al disseny del vehicle de rescat sobre el tipus de propulsió a utilitzar en vehicles per control remot.



Figura 4.3. Emily. Font: [emilyrobot](#)

Els avenços en rescats en medi marí han progressat molt les darreres dècades [32]. Tot i l'existència en l'actualitat de vehicles autònoms, semi-autònoms i de control remot de rescat en medi marí [33], l'estat de l'art dut a terme ha servit per prendre nota de solucions a problemes comuns amb el treball final de grau i per comprovar que no hi ha precedents de l'invent proposat en aquest projecte pel que fa al “vehicle marí de rescat d'embarcacions de transport il·legal d'immigrants” encarregat d'efectuar el protocol d'auxili presentat en aquest treball final de grau.

5. Presentació del protocol d'auxili

El protocol d'auxili proposat en aquest projecte és, com ja s'ha dit, un protocol de suport als equips de salvament marítim dels que ja disposen cadascun dels països europeus del Mediterrani. En concret, aquest protocol està centrat en els països que reben un major gruix d'immigrants per la via marítima, que són els països que més requereixen aquest suport a l'hora de rescatar totes les embarcacions detectades per les autoritats. Aquests països són Malta, Espanya, Itàlia i Grècia. En el protocol presentat en aquest treball, però, es fa referència a les autoritats espanyoles, podent-se modificar els noms de les autoritats pels noms de les autoritats de cadascun dels països esmentats (això es fa per poder especificar noms concrets i que el protocol quedi més ben definit).

Les funcions del SIVE són [34]:

- Detectar a llargues distàncies les embarcacions que s'aproximen al litoral.
- Identificar el tipus d'embarcació i als seus tripulants amb l'objectiu de comprovar la possible actuació il·legal d'aquests.
- Coordinar el seguiment, si es dóna el cas, de l'embarcació, utilitzant els mitjans marítims, aeris i terrestres amb els quals compta la Guardia Civil.
- Interceptar als suposats delinqüents o auxiliar als immigrants irregulars.

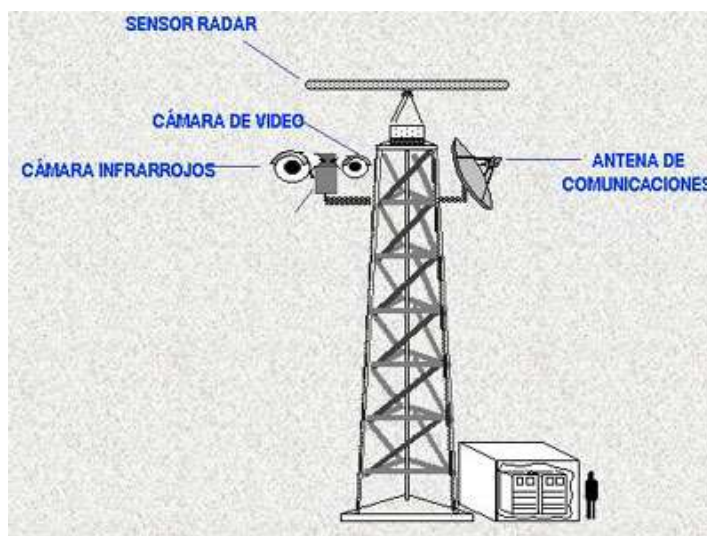


Figura 5.1. Subsistema de detecció del SIVE. Font: [guardiacivil](#)

Un cop analitzades les funcions de la Guardia Civil en matèria de control de fronteres

marines, s'assumeix que el SIVE és capaç de detectar totes i cadascuna de les embarcacions que entren en l'espai marítim espanyol.

Es procedeix a definir el sistema dissenyat per a poder crear una xarxa de rescat que uneixi a la Guardia Civil-Salvamento Marítim-Centraleta a implementar. El sistema està compost per dues parts ben diferenciades: centraleta i vehicle de rescat. Ambdues es troben explicades als següents apartats de la memòria.

La centraleta és l'espai des d'on es piloten els vehicles de rescat, equipats amb bales salvavides. El protocol considera que els vehicles de rescat porten incorporades més d'una balsa salvavides, tot i que el disseny del vehicle de rescat fet en aquest treball considera que porten únicament una balsa salvavides amb espai per a 15 persones. La incorporació de més bales salvavides és una de les millores que es tenen en compte en el disseny del protocol per poder-lo reaprofitat sense haver-lo de modificar un cop s'hagin dut a terme aquestes millores obligatòries a l'embarcació.

5.1. Protocol d'auxili

1. El SIVE detecta la presència d'una embarcació susceptible de transportar immigrants irregulars.
2. El SIVE entra en contacte amb els equips de rescat marí de la Guardia Civil i amb Salvamento Marítimo. Se'ls hi notifica el punt que requereix atenció urgent seguint el procediment habitual en aquests casos. La comunicació entre cossos és vital en aquest apartat.
 - 2.1. En el cas que les condicions ambientals permetin dur a terme les tasques de rescat correctament i sense posar en risc la vida dels treballadors dels equips de salvament, s'analitzen les distàncies i la duració del trajecte entre el punt d'emergència i les ubicacions de les embarcacions i helicòpters de rescat més properes i disponibles per a procedir a un rescat d'immigrants en alta mar i el punt d'emergència. Seguint el mètode d'actuació habitual pels serveis de salvament de l'estat, es fa un balanç de forces i s'escull l'embarcació de rescat i/o helicòpter que millor pot atendre les circumstàncies del punt d'emergència en el menor temps possible (fer un balanç de capacitat i temps d'arribada al punt d'emergència), tenint en compte el màxim d'informació possible recopilada pel SIVE. També és possible l'opció de la intervenció de més d'una embarcació i/o helicòpter en un sol rescat. Si el temps d'arribada es considera massa elevat per a garantir la supervivència de tots els immigrants d'a bord (període de temps variable segons la informació obtinguda

- pel SIVE), aleshores s'envia un senyal d'alerta a la centraleta més propera al punt d'emergència amb tota la informació obtinguda des del SIVE sobre l'embarcació o el naufragi en qüestió (nombre de tripulants aproximat, meteorologia, estat del mar, ...).
- 2.2. En el cas que les condicions ambientals no permetin dur a terme les tasques de rescat correctament i sense posar en risc la vida dels treballadors dels equips de salvament, s'envia un senyal d'alerta a la centraleta més propera al punt d'emergència amb tota la informació obtinguda des del SIVE sobre l'embarcació o el naufragi en qüestió.
 3. A la centraleta, el cap de la centraleta assigna el punt d'emergència a un dels pilots encarregats de pilotar el vehicle de rescat per control remot. Un cop assignat aquest punt, s'introdueixen automàticament les coordenades de la posició d'emergència aproximada facilitades pel SIVE al programa de control remot de l'ordinador i el vehicle de rescat del pilot encarregat de portar a terme el protocol perquè el GPS pugui anar generant les trajectòries cap al punt d'emergència. El programa es troba connectat amb la xarxa de dades del SIVE, fet que permet que les coordenades del punt d'emergència es vagin actualitzant automàticament segons les dades preses pel mateix.
 - 3.1. En el cas que les dades preses pel SIVE sobre les coordenades del punt d'emergència s'actualitzin correctament cada un cert període de temps raonable, el GPS permetrà al vehicle de rescat arribar fins al punt d'emergència en un curt període de temps (actualització de trajectòria del GPS cada minut).
 - 3.2. En el cas que les dades preses pel SIVE sobre les coordenades del punt d'emergència no s'actualitzin a causa de la pèrdua de l'embarcació per part de la Guardia Civil (durant més de 20 minuts), l'equip de meteoròlegs de la centraleta s'encarregarà de generar una àrea d'espai marítim per on començar a buscar tenint en compte els factors meteorològics i l'estat de la mar. En aquest cas, poden sortir al mar més d'un vehicle de rescat, i el que trobi abans el punt d'emergència serà l'encarregat de continuar amb el protocol d'auxili d'immigrants. La resta tornaran al port dels vehicles de rescat immediatament després, ja que en tractar-se d'una centraleta on tothom treballa al mateix espai, la comunicació és molt fluida, ràpida i concreta (el correcte flux d'informació és una tasca del cap de la centraleta).
 4. Un cop s'ha arribat al punt d'emergència, el pilot fa una petita anàlisi de la situació i desplega una balsa salvavides (i amb ella la radiobalisa que s'activa automàticament en entrar en contacte amb l'aigua) per a veure la reacció dels immigrants davant aquesta opció. El pilot maniobrarà el vehicle de rescat de manera que aconseguirà situar la balsa salvavides just al costat de la pastera o embarcació utilitzada pels

immigrants.

- 4.1. Si el pilot detecta la intenció dels immigrants de pujar a la balsa salvavides, va desplegant més bales (les suficients per refugiar a tots els immigrants) successivament (quan s'està a punt d'omplir una, s'obre la següent balsa, i així successivament) a l'hora que tracta de mantenir les bales el més a prop possible de l'embarcació en la qual viatgen els immigrants.
 - 4.1.1. Si tots els immigrants de l'embarcació entren a les bales salvavides desplegades pels vehicles de rescat, s'omple el formulari del programa de control remot i s'envia la informació d'aquests a la Guardia Civil i Salvamento Marítimo perquè entre ells decideixin qui s'encarregarà de rescatar els immigrants.
 - 4.1.2. Si només pugen alguns immigrants, però alguns es queden a bord de l'embarcació amb la qual pretenen creuar el mar mediterrani, es posa en marxa el **protocol de seguiment**, s'omple el formulari del programa de control remot i s'envia la informació d'aquests a la Guardia Civil i Salvamento Marítimo perquè entre ells decideixin qui s'encarregarà de rescatar els immigrants.
- 4.2. Si ningú puja a la primera balsa desplegada com a temptativa per veure la reacció dels immigrants, es posa en marxa el **protocol de seguiment**, s'omple el formulari del programa de control remot i s'envia la informació d'aquests a la Guardia Civil i Salvamento Marítimo perquè entre ells decideixin qui s'encarregarà de rescatar els immigrants.
- 4.3. Si hi ha hagut un naufragi, es van desplegant les bales necessàries per refugiar a tots els naufragats visualitzats per la càmera del vehicle de rescat. A continuació, es procedeix a navegar pels voltants del naufragi a una velocitat molt reduïda per buscar supervivents, i en el cas de trobar-los, facilitar en la mesura del possible que aquests puguin arribar a una de les bales salvavides apropant-les a l'individu el màxim possible.
5. Un cop tots els immigrants estan a bord d'alguna de les bales salvavides desplegades pel vehicle de rescat de control remot, el pilot espera que vinguin els equips de salvament. Mentre espera, el pilot continua vigilant la situació per la càmera del vehicle de rescat i es manté alerta per si hi hagués algun canvi significatiu de la situació que calgués comunicar als equips de rescat.
6. Seguint els senyals AIS de la radiobalisa, els equips de rescat poden arribar fàcilment al punt on s'ha de dur a terme el rescat. Quan es du a terme el rescat, els equips de rescat tallen els tirants que uneixen les bales salvavides desplegades amb el vehicle

de rescat per permetre que el vehicle de rescat pugui tornar a la costa, al port dels vehicles de rescat.

NOTA: En cap moment el vehicle de rescat podrà sortir de l'espai marítim del seu país. Si a causa dels corrents marins un cop ja s'han desplegat les bales, aquestes amb el vehicle de rescat són arrossegades cap a fora de l'espai marítim, el pilot arrossegarà les bales salvavides cap a l'interior de l'espai marítim, garantint així l'entrada dels immigrants a territori europeu i com a mesura de prevenció de possibles actuacions fraudulentas per part dels pilots amb la intenció que els immigrants fossin interceptats per les autoritats del país d'on han partit.

Protocol de seguiment:

Si el protocol d'auxili desemboca en els punts 4.1.2 o 4.2, es deixa de banda el protocol d'auxili i es procedeix a actuar segons les pautes del protocol de seguiment. El protocol de seguiment és molt semblant a la resta de punts del protocol d'auxili, amb la diferència que el vehicle segueix a l'embarcació d'immigrants mentre espera que els equips de rescat marítim intervinguin.

Ja s'hagi donat el cas del punt 4.1.2 o la del 4.2, el vehicle de rescat, després d'haver desplegat la primera balsa salvavides (en el cas 4.2) o les necessàries per refugiar els immigrants disposats a pujar a bord (en el cas 4.1.2), procedeix al seguiment de l'embarcació d'immigrants. Durant el seguiment, el pilot estarà atent de si els immigrants canvien d'idea i decideixen ocupar un lloc a les bales salvavides, desplegant més bales salvavides si fos necessari.

Si tothom acabés ocupant un lloc de les bales salvavides, es passaria automàticament al punt 4.1.1 del protocol d'auxili (es torna a enviar un nou formulari d'informació a la Guardia Civil i Salvamento Marítimo), i d'aquí al punt 5 del mateix (s'abandona el protocol de seguiment). Si per contra, hi hagués immigrants que segueixen negant-se a entrar a les bales salvavides, es continuarà amb el seguiment de l'embarcació fins que arribin els equips de salvament marítim per rescatar a tots els immigrants. Aquest seguiment es durà a terme a una velocitat reduïda, apropiada per als immigrants que estiguin a l'interior de les bales salvavides (cas 4.1.2) i perquè no tombi cap balsa (cas 4.1.2 i 4.2). No serà necessari assolir velocitats elevades, ja que les embarcacions de transports d'immigrants irregulars a través del mediterrani no poden assolir velocitats gaire elevades a causa de la seva simplicitat.

NOTA: En cap moment el vehicle de rescat podrà sortir de l'espai marítim del seu país. Si a causa dels corrents marins un cop ja s'han desplegat les bales, aquestes amb el vehicle de rescat són arrossegades cap a fora de l'espai marítim, el pilot arrossegarà les bales salvavides cap a l'interior de l'espai marítim, garantint així l'entrada dels immigrants a territori europeu i com a mesura de prevenció de possibles actuacions fraudulentas per part dels pilots amb la intenció que els immigrants fossin interceptats per les autoritats del país d'on han partit. Si durant el seguiment d'una embarcació aquesta surt de l'espai marítim, s'aturarà el seguiment i es passarà al punt 4.1.1 (es torna a enviar un nou formulari d'informació a la Guardia Civil i Salvamento Marítimo) a l'hora que el vehicle de rescat arrossega cap a l'interior les bales desplegadas.

5.2. Procediment davant possibles averies

Qualsevol aparell pot patir una avaria o incident, i més si el seu entorn de treball és el mar. Cal preveure amb antelació la possible avaria del vehicle en alta mar per saber com respondre si s'espatlla algun dels elements electrònics del sistema. Dintre de les possibilitats d'una avaria que impedeixi el retorn de l'embarcació de rescat al port de vehicles de rescat, podem distingir-ne entre dos tipus: avaria amb connexió amb la centraleta i sense.

Tot i aquesta diferenciació entre avaries, encara es poden fer tres diferenciacions més segons el punt del protocol en el qual es trobi el vehicle de rescat: retorn al port dels vehicles de rescat, buscant el punt d'emergència i esperant als equips de salvament.

Retorn al port dels vehicles de rescat:

L'avaría amb connexió a la centraleta és la més fàcil de solucionar, ja que basta amb donar les coordenades en temps real a la Guardia Civil o a Salvamento Marítimo i que procedeixin a la seva cerca i posterior transport (remolcament) a la costa, per a la seva posterior reparació o aprofitament de les parts que encara funcionin correctament un cop s'hagi transportat el vehicle de rescat a la centraleta per terra.

L'avaría sense connexió dificulta més la recuperació del vehicle, ja que no es poden facilitar les coordenades de l'embarcació als equips de la Guardia Civil o als de Salvamento Marítimo. En aquest cas, el procediment a seguir és facilitar la darrera coordenada enviada pel vehicle de rescat, i després d'un estudi breu però eficaç dels meteoròlegs experts que treballen a la centraleta, es facilita una àrea de recerca per on potencialment pot estar el vehicle de rescat. Aquestes cerques és millor dur-les a terme pel medi aeri (amb el suport

per mar per poder remolcar el vehicle de rescat un cop hagi estat localitzada la seva posició), tot i que si no és possible amb helicòpter, es poden portar a terme les feines de rescat amb més d'una embarcació pertinentant la zona indicada per la centraleta i els voltants. Cal destacar que el vehicle és molt fàcil de localitzar a llargues distàncies, tant pel seu color com pel fet de portar elements metàl·lics a la seva superfície. D'igual manera, al portar incorporat elements metàl·lics, aquesta pot ser fàcilment detectada pels RADARs del SIVE, que en cas de localitzar el vehicle de rescat, enviaria la seva posició als encarregats de recuperar-la de la Guardia Civil o Salvamento Marítimo. També pot ser fàcilment detectada pels mateixos vaixells encarregats de la cerca del vehicle de rescat mitjançant els seus RADARs per la mateixa raó que el SIVE.

Buscant el punt d'emergència:

Tant el cas de connexió amb la centraleta com el cas de sense connexió amb la centraleta són idèntics als exposats en el cas de retorn al port dels vehicles de rescat, amb la diferència que el cap de la centraleta ha d'assignar a un altre pilot el punt d'emergència que queda penjat.

Esperant els equips de salvament:

Situació més simple possible. En aquest cas, la radiobalisa ja s'ha activat i el formulari ja ha estat enviat als equips de rescat, només cal informar els equips de rescat que no només tallin els tirants de les bales salvavides, sinó que a més remolquin el vehicle de rescat fins a la costa, on un encarregat de la centraleta l'anirà a recollir al punt indicat pels equips de rescat. Si l'avaria ha interromput el protocol de seguiment o no ha permès desplegar totes les bales necessàries per al rescat, automàticament el pilot informa el cap de la centraleta, i aquest assignarà el seu punt d'emergència a un altre pilot amb el vehicle de rescat operatiu i preparat.



Figura 5.2.1. Petita embarcació remolcada cap a la costa. Font: [dreamstime](#)

6. Legalitat

L'objectiu essencial per al treball és auxiliar als immigrants que tenen problemes durant les travessies que duen a terme pel mar Mediterrani per canviar de continent. La idea inicial del treball va ser inventar una embarcació autònoma que fos capaç de localitzar i donar l'opció als immigrants per ser rescatats en cas que requerissin la seva ajuda. Després d'un estudi exhaustiu de la legislació espanyola de regulació internacional, aquesta idea inicial ha estat modificada. Si s'hagués desenvolupat aquest invent, en certa manera s'hauria creat una altra manera d'interceptar vehicles il·legals de tràfic de persones a través del mar, i seria fer-li la feina bruta a la policia, ja que si una pastera és interceptada per la policia, els immigrants que es troben a l'embarcació passen a estar en mans de la Justícia Espanyola. És cert que si s'intercepten pasteres, obligatòriament aquests immigrants han de ser transportats a terra ferma espanyola per rebre atenció sanitària, que seria equivalent a haver saltat la frontera de Ceuta. Així i tot, si aquests immigrants arribessin a ser localitzats i posats a disposició de les autoritats espanyoles, podrien arribar a ser deportats segons la legislació espanyola vigent, per no parlar del maltractament que molts cops han de patir per part de les forces de seguretat dels diferents estats d'Europa. A més a més, l'estat espanyol ja disposa de mètode de detecció d'embarcacions il·legals prou potent per a poder prescindir de l'etapa de localització al vehicle de rescat del treball [35].

És per això que les bases del treball van ser modificades per aconseguir un protocol d'auxili que fos portat a terme per un vehicle de rescat que rescatés els immigrants que estiguessin en perill sense haver de fer aquest treball brut de l'estat. El nou plantejament consisteix a anar a cercar únicament les pasteres que fossin interceptades per les autoritats, i donar l'opció als immigrants de pujar a l'embarcació autònoma de rescat per ser traslladats a terra ferma, duent a terme únicament tasques de rescat i en cap cas de localització, i d'aquesta manera s'automatitzarien i optimitzarien en gran mesura les tasques de salvament i es reduiria exponencialment el risc de mort dels immigrants naufrags.

Aquest invent neix de la necessitat d'optimitzar els temps de rescat des que s'intercepta una pastera fins que les persones que viatgen en ella són rescatades i se'ls proporciona elements de primera necessitat (primers auxilis com menjar, medicines, refugi flotant segur, ...), tot això d'una manera òptima, regulada i automatitzada que estigui a l'ordre del dia en les noves tecnologies.

La legislació és un camp d'estudi primordial en aquest projecte, ja que s'està tractant el tema del tràfic i la tracta de persones. Es considera immigració irregular al moviment migratori de persones a través de les fronteres sense atendre als requeriments legals del país de destí. La persona que es troba en aquesta situació és un immigrant irregular.

Els immigrants cada cop són més conscients de com funciona el sistema judicial dels països Europeus. En el cas de països com Espanya, la llei permet legalitzar al territori a tots els menors d'edat, mares d'aquests i dones embarassades. Aquest fet ha provocat una arribada massiva d'embarassades i nens-ancora [36] que són utilitzats com a medi per aconseguir els papers que certifiquin que passen a ser ciutadans europeus, amb tot el que això comporta. Situacions com aquesta, d'arribada massiva de nens, mares i dones embarassades fan encara més necessària la creació d'un protocol d'auxili que sigui capaç d'atendre tota aquesta gent especialment vulnerable en alta mar.

Segons la Llei Orgànica 4/2000 [37], els estrangers podran gaudir a Espanya dels drets i les llibertats reconegudes al Títol I de la Constitució Espanyola, segons l'establert als Tractats Internacionals. Les normatives relatives als drets fonamentals dels estrangers seran interpretades conforme a la Declaració Universal dels Drets Humans. Per tant, s'entén que els ciutadans estrangers podran exercir els seus drets en les mateixes condicions que els ciutadans espanyols. Això inclou el dret de disposar d'un advocat de l'estat a l'hora d'afrontar un judici de deportació.

L'article 34 de la Llei Orgànica 4/2000 sobre drets i llibertats dels estrangers a Espanya i la seva integració social tracta les bases legislatives de la residència d'apàtrides, indocumentats i refugiats. Aquest article, compost per tres punts, diu textualment:

1. El ministre de l'Interior reconeixerà la condició d'apàtrida als estrangers que manifestant que no tenen nacionalitat reuneixin els requisits que preveu la Convenció sobre l'Estatut d'apàtrides, feta a Nova York el 28 de setembre de 1954, i els expedirà la documentació prevista a l'article 27 de l'esmentada Convenció. L'estatut d'apàtrida comportarà el règim específic que es determini.
2. En qualsevol cas, l'estranger que es presenti en dependències del Ministeri de l'Interior acreditant que no pot ser documentat per les autoritats de cap país i que desitgi ser documentat per Espanya, un cop verificada la pertinent informació i sempre que concorrin i s'acreditin raons excepcionals d'índole humanitària, interès públic o compliment de compromisos adquirits per Espanya, pot obtenir, en els termes que es determinin, un document identificatiu que acrediti la seva inscripció en les referides dependències. En tot cas, s'ha de denegar la documentació sol·licitada quan el peticionari estigui incurs en algun dels supòsits de l'article 26, o s'hagi dictat contra ell una ordre d'expulsió.
3. La resolució favorable sobre la petició d'asil a Espanya suposarà el reconeixement de la condició de refugiat del sol·licitant, el qual tindrà dret a residir a Espanya i a desenvolupar activitats laborals, professionals i mercantils de conformitat amb el que disposa la Llei 5/1984, de 26 de març, reguladora del dret d'asil i de la condició

de refugiat, modificada per la Llei 9/1994, de 19 de maig, i la seva normativa de desenvolupament. Aquesta condició suposarà la seva no devolució ni expulsió en els termes de l'article 33 de la Convenció sobre l'Estatut dels Refugiats, feta a Ginebra el 28 de juliol de 1951.

Acollint-nos a aquest article i exigint l'acollida a Espanya per raons d'índole humanitària, els immigrants rescatats en alta mar en territori marítim espanyol han de ser legalment acceptats com a ciutadans europeus, i com futures formes d'actuació es proposa que des dels mateixos òrgans encarregats d'efectuar el protocol d'auxili presentat en aquest projecte es faci un seguiment general de l'estat legal dels grups d'immigrants rescatats en alta mar pels vehicles de rescat pilotats pels pilots de la centraleta per fer pressió als tribunals i que no es duguin a terme deportacions que no haurien d'efectuar-se tenint en compte l'actual legislació espanyola (es podria arribar a afegir un advocat expert en aquests afers a l'equip del protocol d'auxili).

A part de disposar de tots aquests drets garantits, l'article 15 de la Llei de Bases del Règim Local obliga a tota persona que visqui a Espanya a inscriure's al padró de la localitat en la qual resideix. L'article 6 de la Llei de Drets i Llibertats dels estrangers estableix l'obligació dels ajuntaments a incorporar al padró als estrangers que tinguin el seu domicili habitual al municipi.

Seguint amb la tònica d'aquest apartat, el qual busca en tot moment les millors condicions possibles per als immigrants que viatgen a bord de les pasteres, qualsevol immigrant rescatat pel vehicle de rescat autònom marí del treball de fi de grau en qüestió serà considerat com un exiliat demandant d'asil polític fins que la resolució d'un jutge digui el contrari, i per tant, serà tractat com a tal [38][39][40]. Tots aquests immigrants tindran dret a un advocat d'ofici que els defensi davant d'un tribunal, i es posaran en mans dels jutges tots els vídeos i informació recopilada pels vehicles de rescat com a prova que els immigrants han arribat a territori europeu i com a temptativa cap a les forces de seguretat dels estats costers europeus de no cometre activitats fraudulentament com la deportació en calent.

7. Electrònica

7.1. Electrònica teòrica

L'electrònica és potser una de les parts més complexes en qualsevol projecte d'enginyeria en el qual intervingui l'energia elèctrica, com és el cas d'aquest treball de fi de grau. Per poder entendre d'una manera clara el funcionament i les parts del projecte, cal distingir entre les dues parts principals que el formen: la centraleta i el vehicle de rescat encarregat de transportar la balsa salvavides fins al punt d'emergència indicat per les autoritats pertinents.

Cadascuna de les parts disposarà de tot un sistema electrònic propi, que culminarà amb la interconnexió d'ambdós mitjançant canals de comunicació 4G entre la posició de la centraleta a terra ferma i la localització del vehicle de rescat en cada instant de temps a l'espai marítim del país.

L'esquema de blocs de l'electrònica que intervé a cadascuna de les parts esmentades al primer paràgraf de l'apartat és el següent:

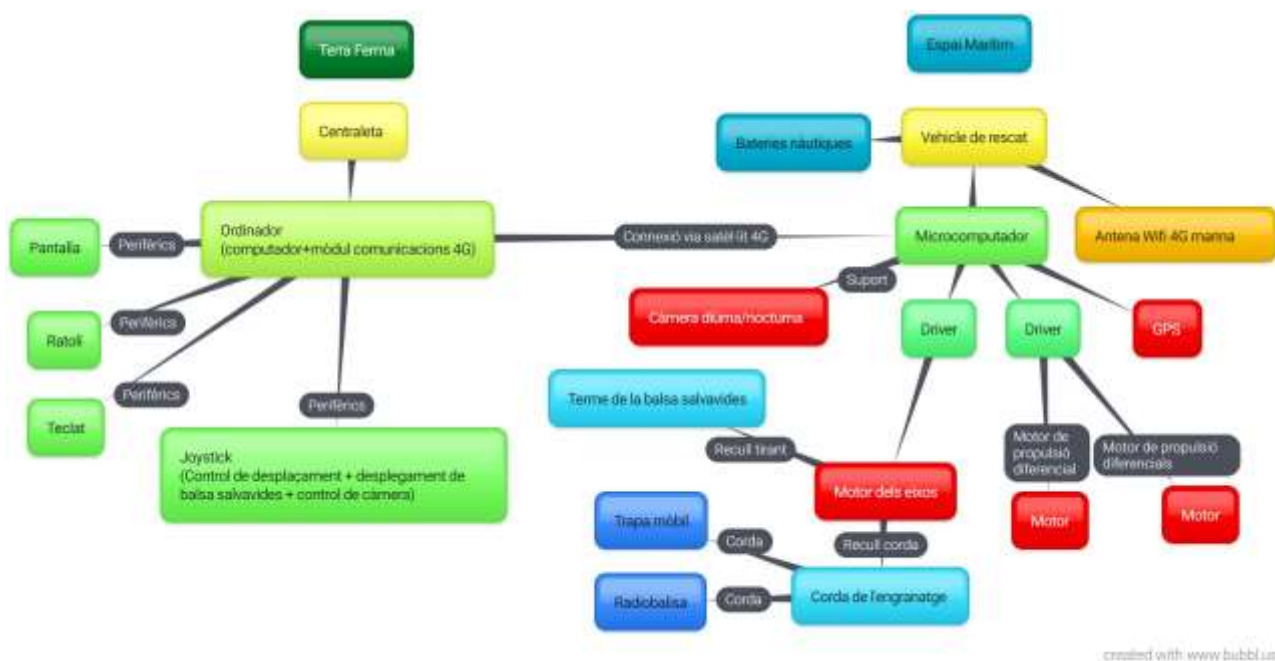


Figura 7.1.1. Esquema de blocs de l'electrònica que intervé a la centraleta i al vehicle de rescat. Font: Pròpia

Es pot comprovar com l'electrònica de blocs connecta ambdós sistemes electrònics mitjançant canals 4G.

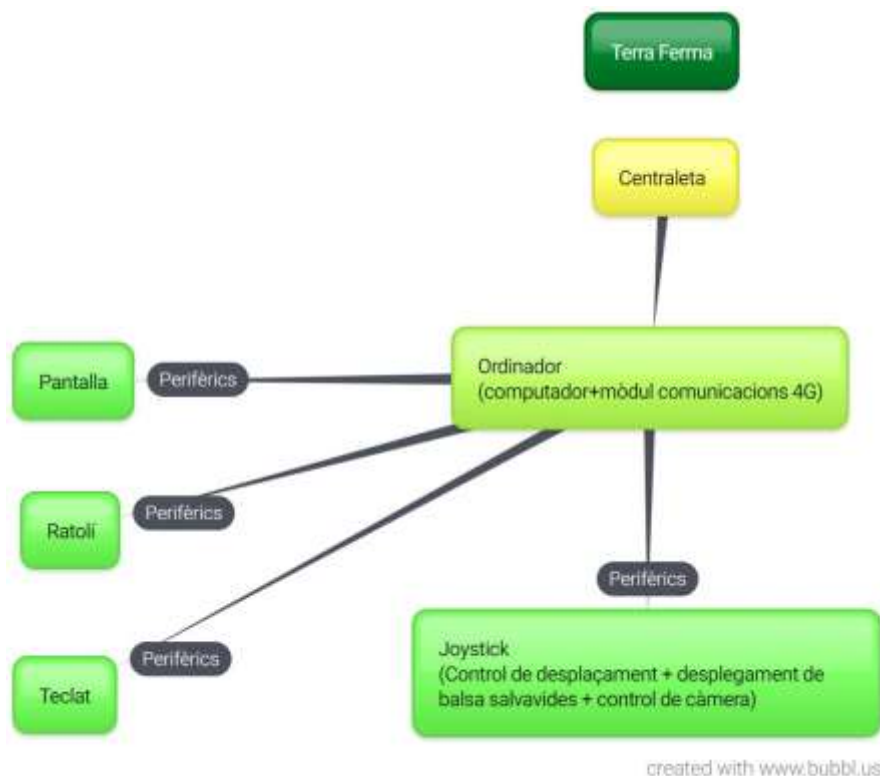


Figura 7.1.2. Esquema de blocs de l'electrònica que intervé a la centraleta. Font: Pròpia

A l'esquema de blocs de la centraleta es pot comprovar que aquesta està situada a terra ferma, per tat, l'alimentació elèctrica és rebuda per les instal·lacions elèctriques convencionals a partir d'endolls (230 V), els quals estan dotats de diferència de potencial gràcies a la xarxa elèctrica trifàsica de CA. El disseny de la centraleta es tractarà en un altre apartat del treball, però en essència la centraleta està composta per una sèrie d'ordinadors (un per a cada treballador) que alhora tenen connectats una sèrie de perifèrics: pantalla, ratolí, teclat i "joystick".

No es requereixen ordinadors d'última tecnologia. Els ordinadors són els elements encarregats d'enviar les ordres de control remot pels canals 4G al vehicle de rescat i de rebre les imatges de la càmera instal·lada a l'embarcació. La pantalla, el ratolí i el teclat serveixen per a fer servir totes les funcions de les quals disposa un ordinador convencional (programació, enviament de missatges, connexió a internet, ...). El "joystick" serveix per al control de desplaçament del vehicle de rescat, desplegar la balsa salvavides i per a controlar la càmera de l'embarcació.

D'altra banda, a l'espai marítim, es troba el vehicle de rescat, amb un sistema electrònic més complex que l'instal·lat a terra ferma. Aquest sistema consta d'un mòdul de comunicació 4G (Antena WiFi 4G marina) i d'un microcomputador. Al microcomputador es troben connectats una càmera diürna/nocturna, un dispositiu GPS i dos "drivers" de motors

que connecten a tres motors, dos d'ells de propulsió diferencial i un encarregat de desplegar la balsa salvavides i d'activar la radiobalisa.

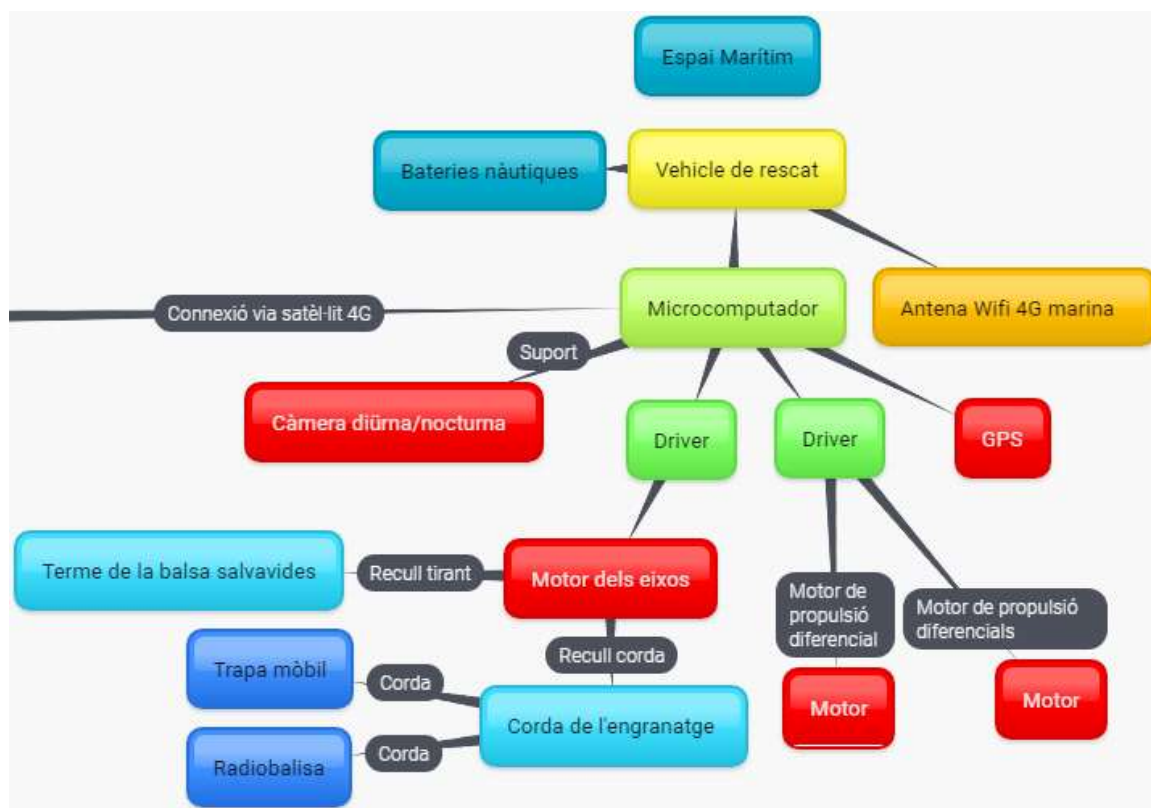


Figura 7.1.3. Esquema de blocs de l'electrònica que intervé al vehicle de rescat. Font: Pròpia

És indispensable que l'antena WiFi 4G marina disposi de protecció marina, optimització de senyal fins a aproximadament unes 15 milles náutiques i connexió a internet de banda ampla 4G. És necessària connexió 4G perquè al pilot li arribin imatges nítides de la càmera d'a bord i pugui dur a terme el protocol d'auxili en les millors condicions possibles. Cal tenir en compte que l'espai marítim dels països del Mediterrani és de màxim 200 milles náutiques i serà necessari contractar una tarifa internacional per obtenir connexió 4G via satèl·lit. Aquestes tarifes són descomunament cares, i cal negociar amb les teleoperadores que ofereixen aquest servei (Orange, Iberojet, ...) per aconseguir una tarifa de preu reduït que permeti a una flota sencera de vehicles de rescat navegar amb normalitat. Així doncs, queda definit que l'única manera de mantenir l'intercanvi de senyals necessari entre la centralita i el vehicle de rescat passa per la utilització de sistemes satel·litaris.

La càmera del vehicle de rescat ha de permetre lliure rotació en els seus tres eixos de rotació, i ha de disposar de mètodes de detecció de petites embarcacions i naufragats a llargues distàncies (zoom, detecció de radiació infraroja, ...) per fer més efectiva l'etapa de localització del punt d'emergència per part del pilot del vehicle de rescat. Per descomptat,

cal que disposi de càmera per a baixa lluminositat (per poder efectuar rescats de nit i en condicions de baixa lluminositat).

Cal tenir al cap que el mar és un entorn molt hostil per als sistemes electrònics de tota mena. La corrosió i la filtració d'aigua salada poden destruir per complet la instal·lació. És per això que gran part de l'esforç s'ha de fixar en satisfer l'IP 68. La manera més eficient de satisfer aquesta IP 68 és cercar productes del mercat que ja disposin d'aquests requeriments tan difícils de complir si s'ha de fer tot de nou [41]. Mirant l'esquema des d'una perspectiva global, els únics elements que independentment dels altres podrien arribar a donar problemes en alta mar serien els "drivers" i el microcomputador. La resta d'elements els podem trobar al mercat ja invulnerables a les inclemències de la mar.

Les ECUs són microcomputadors (per tant permeten programació, instal·lació de softwares externs, connexió a internet, ...) amb "drivers" de sortida per a motors nàutics. Aquesta és la millor opció per substituir els "drivers" i el microcomputador de l'esquema per una capsula impermeable anticorrosiva que contingui els mateixos elements però més protegits.

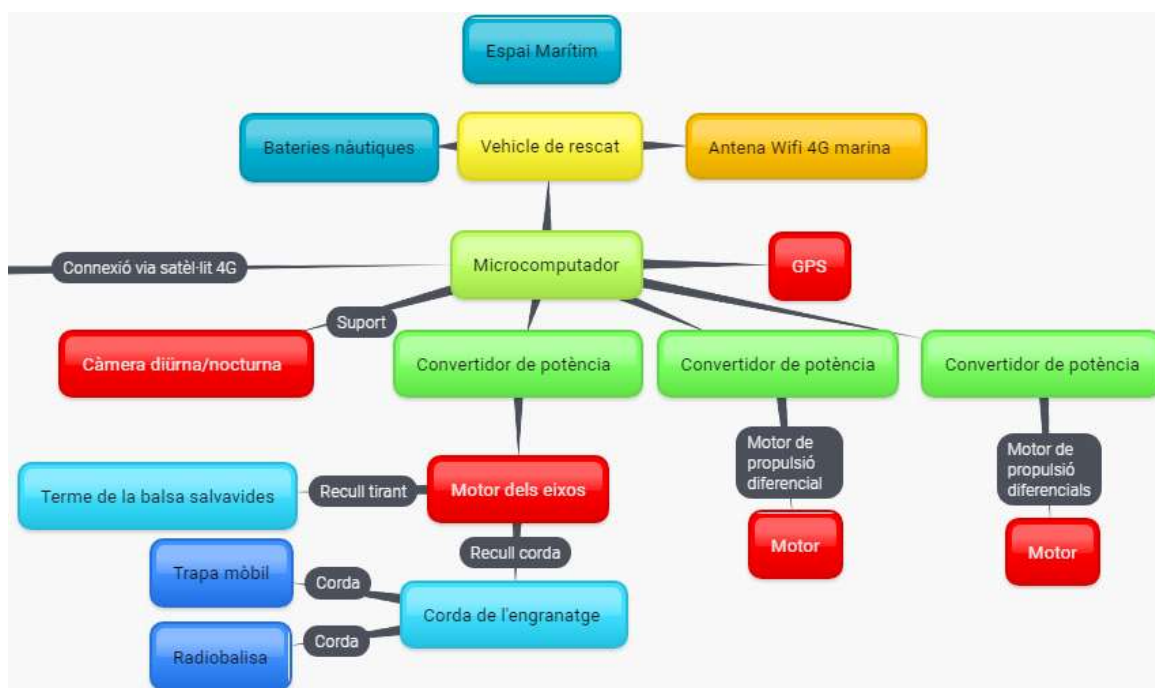


Figura 7.1.4. Esquema de blocs de l'electrònica que intervé al vehicle de rescat amb la incorporació de l'ECU.

Font: Pròpia

Així doncs, a la sortida dels "drivers" de l'ECU incorporem onduladors CC/CA o trossejadors CC/CC segons el motor escollit per a l'embarcació [42]. Per raons econòmiques i mediambientals, els tres motors són elèctrics i els convertidors estan alimentats per bateries nàutiques. Es requereix una bateria nàutica per cada motor de propulsió i

connectar el convertidor de l'altre motor a una de les dues bateries (el seu consum és menyspreable), havent de connectar l'altre bateria també a la ECU (sistema electrònic amb dues bateries nàutiques en total). Els motors de propulsió han de ser forabord i els més lleugers possibles per simplificar el disseny de l'embarcació (poder reduir les mides de l'embarcació). Ambdós motors per separat han de superar els 50 CV de potència i per descomptat complir l'IP 68. Pel que fa al motor encarregat d'obrir les bales salvavides i llençar la radiobalisa al mar, basta amb un motor elèctric que compleixi l'IP 68 i que disposi de potència suficient per llençar la balsa salvavides de 100 Kg i la radiobalisa al mar (es pot menysprear el parell necessari per estirar del terme de la balsa, ja que el seu valor és molt inferior al necessari per inclinar la trapa del vehicle de rescat). Aquest motor elèctric cal que disposi de dos eixos de sortida perpendiculars entre ells, amb velocitats de sortida diferents i parells diferents. Aquestes dues marxes s'aconsegueixen instal·lant a la sortida del motor (concretament a l'eix de velocitat angular més baixa) un reductor (si és que el motor no disposa ja d'un) que redueixi la velocitat de sortida de l'eix que fa girar les politges que estiren de la peça encarregada d'empènyer la trapa per inclinar-la. Si el motor en qüestió disposa de dos eixos de sortida, però aquests no són perpendiculars entre ells, cal que mitjançant un sistema d'engrenatges i eixos s'acabi transmetent el parell encarregat de la rotació d'un dels dos grups de politges en direcció perpendicular a la de l'eix encarregat de fer girar l'altre grup de politges que intervé en el sistema mecànic de desplegament i llançament. Si el motor només disposa d'un eix de sortida, existeix l'opció d'utilitzar dos motors diferents en comptes d'un sol motor per fer girar les politges del sistema mecànic de desplegament i llançament explicat en el punt 10.2 del treball. En aquest darrer cas, el motor necessari per fer girar la politja encarregada de desplegar la balsa serà d'una potència inferior a la requerida pel motor encarregat d'inclinar la trapa per llençar la balsa salvavides i la radiobalisa d'emergència al mar.

La radiobalisa d'emergència és un dels elements més importants que formen el sistema electrònic del vehicle de rescat utilitzat per dur a terme el protocol d'auxili que s'exposa en aquest projecte. Es tracta d'un transmissor de ràdio utilitzat en situacions d'emergència per facilitar la localització d'un vaixell, avió (qualsevol vehicle de transport) o persona que es trobi en perill. Quan s'activa envia senyals intermitents amb dades que permeten la localització de persones, embarcacions i aeronaus que es troben en perill. Aquest senyal és recollit per un satèl·lit de la xarxa (COSPAS-SARSAT) [43] que calcula la posició i alerta als serveis de rescat. La finalitat bàsica d'aquesta tecnologia és permetre el rescat més ràpid possible de les víctimes [44]. La radiobalisa del vehicle de rescat és llençada al mar juntament amb la balsa salvavides, activant així el dispositiu automàticament en entrar en contacte amb l'aigua. La radiobalisa es manté lligada al vehicle de rescat en tot moment amb una corda d'un metre de llarg que li permet arribar fins a l'aigua salada però no fins als motors (es podrien fer malbé tant els motors com la radiobalisa d'emergència). Aquesta radiobalisa anirà protegida amb un protector especial (funda flotable) per evitar que es faci

malbé mentre es manté dins de l'espai marítim nacional, durant protocols de seguiment i retorns al port dels vehicles de rescat.

Algunes ECUs disposen de busos de comunicació [45], els quals permeten la connexió 4G del seu microcomputador mitjançant la connexió d'una antena WiFi 4G marina (mòdul de comunicació 4G).



Figura 7.1.5. Esquema de blocs de la connexió entre l'ECU i l'antena WIFI 4G marina. Font: Pròpia

Les ECUs, en general, no disposen de sortides per a dispositius com el GPS i la càmera. És per això que per donar vida al projecte cal negociar amb els principals fabricant d'ECUs del món (NIRA, Bosch, ...) [46][47] un nou disseny preparat per aquestes dues sortides específiques. Les sortides són fàcils d'implementar, ja que es tracta de dispositius comuns i estandarditzats, així que s'estima que el preu no s'elevi massa respecte als preus actuals, i més tenint en compte que és per a tasques humanitàries.

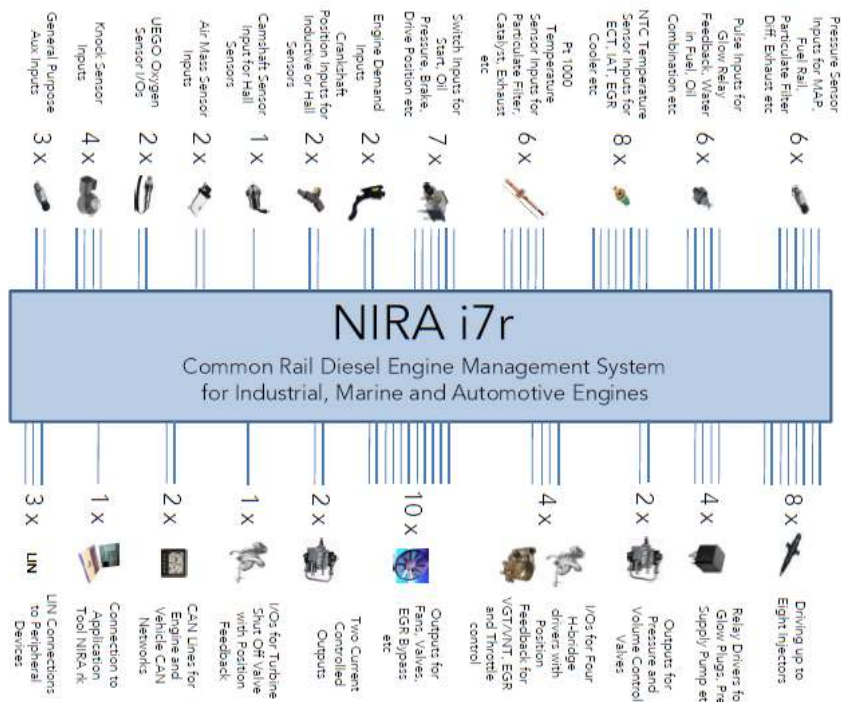


Figura 7.1.6. Sortides de la ECU NIRA i7r. Font: [nira](#)

També cal incloure bateries nàutiques que alimentin l'ECU i els convertidors, tal com s'ha explicat anteriorment. Les bateries per a vaixells no són més cares que les d'un cotxe comú, i mitjançant connexions elèctriques es poden alimentar tots els elements electrònics esmentats [48]. El fet que siguin bateries nàutiques estalvia treball a l'hora d'aïllar els elements electrònics vulnerables a l'aigua.

Les connexions i el cablejat són un altre dels elements importants del sistema electrònic del vehicle de rescat. Al mercat hi ha una oferta molt àmplia d'aquests elements amb l'IP 68 demandada per al vehicle per control remot. Es tracta d'elements simples i no gaire cars.



Figura 7.1.7. Cable resistent a l'aigua salada. Font: [directindustry](#)

El comportament del vehicle de rescat davant la falta de senyals de la centralita és estar aturat esperant que arribi senyal 4G.

7.2. IP

El grau de protecció dels components electrònics d'aquest treball de fi de grau és primordial, ja que el mar és un entorn molt hostil per als sistemes electrònics de tota mena. La corrosió i la filtració d'aigua salada poden destruir per complet qualsevol instal·lació electrònica que hàgim instal·lat a l'interior de l'embarcació si aquesta no disposa d'elements protectors que disposin com a mínim del grau de protecció IP 68, el qual preveu les pitjors situacions que es puguin donar a la mar.

El grau de protecció IP és un marcat de protecció internacional segons l'estàndard IEC 60529 que classifica i avalua el grau de protecció proveït contra la intrusió de cossos, pols, contacte accidental i aigua, mitjançant evolvants i caixes electromecàniques [49].

La nomenclatura utilitzada per a definir el grau de protecció IP és la següent [50]:

Indicació IP	Primer dígit	Segon dígit	Tercer dígit	Quart dígit
IP	del 0 al 6	del 0 al 9	del 0 al 9	Lletra
Obligatòria	Obligatòria	Obligatòria	No s'empra	Opcional

Taula 7.2.1. Taula resum del significat de cada dígit del codi IP. Font: [wikipedia](#)

El primer dígit especifica la protecció contra l'entrada de cossos:

Nivell	Efectiu contra	Descripció
0	Res	Cap protecció contra contactes i cossos externs
1	> 50mm	Protecció tals com una mà o similars
2	> 12,5mm	Protecció contra dits o similars
3	>2,5mm	Protecció contra eines o similars
4	> 1mm	Protecció contra cables o similars
5	Pols	Protecció contra entrada de pols, però no totalment
6	Pols	Protecció contra entrada de pols, totalment

Taula 7.2.2. Taula resum del significat del primer dígit del codi IP. Font: [wikipedia](#)

El segon dígit especifica la protecció contra l'entrada d'aigua:

Nivell	Efectiu contra	Descripció	Detalls
0	Res	-	-
1	Gotes d'aigua	Gotes d'aigua caiguda verticalment durant 10 minuts	Simula pluja de 1mm
2	Gotes d'aigua amb angle de 15°	Gotes d'aigua caiguda vertical a 15° durant 2,5 minuts	Simula pluja de 3mm
3	Aigua a esprai	Aigua nebulosa caiguda vertical a 60° durant 10 minuts	Aigua a pressió de 50-150 KPa
4	Aigua esquitxada	Aigua esquitxada caiguda en qualsevol direcció durant 10 minuts	Aigua a pressió de 50-150 KPa
5	Aigua a doll	Aigua projectada en qualsevol direcció durant 3 minuts	Aigua a pressió de 30 KPa a distància de 3m
6	Aigua a doll fort	Aigua projectada en qualsevol direcció durant 3 minuts	Aigua a pressió de 100 KPa a distància de 3m
6K	Aigua a doll molt fort	Aigua projectada en qualsevol direcció durant 3 minuts	Aigua a pressió de 1000 KPa a distància de 3m
7	Immersió en aigua fins a 1m	Immersió fins 1m	Durada de 30 minuts
8	Immersió en aigua a 1m o més	Immersió a partir d'1m a especificar pel fabricant	Durada especificada pel fabricant
9K	Aigua a alta temperatura i a doll molt fort	Norma IEC 60529	Durada de 30 segons en 4 diferents angles. Pressió d'aigua 8-10 MPa. Temperatura aigua 80°C

Taula 7.2.3. Taula resum del significat del segon dígit del codi IP. Font: [wikipedia](https://en.wikipedia.org/wiki/IP_code)

La normativa IEC 60529 es tracta d'un estàndard nacional estatunidenc [51].

Prescindim de l'explicació de la resta de dígit, ja que no són rellevant pel cas treballat en aquest projecte.

A l'igual que amb qualsevol tipus de normativa, és freqüent que les especificacions del grau de protecció IP variïn amb el temps [52][53][54].

Així doncs queda decidit que tots els elements que formen part del sistema electrònic del vehicle de rescat a l'espai marítim han de comptar amb tot el necessari per satisfer els requeriments del grau de protecció demandat per a dur a terme les tasques de rescat a l'espai marítim d'un país determinat.

En l'actualitat, tant les ECUs [55], com les càmeres [56], els dispositius GPS [57], els motors [58] i les antenes WiFi 4G marines [59] disponibles al mercat satisfan aquests requeriments, fet que facilita en gran mesura la implementació del treball de fi de grau.

7.3. Electrònica pràctica del prototip

Abans d'implementar el treball de fi de grau, cal disposar d'una inversió considerable per part d'inversors, entitats pels drets humans, ajudes universitàries [60], premis [61], ...

No és cap misteri que els projectes d'enginyeria d'aquesta magnitud són cars, i a vegades cal anar porta per porta per a vendre el producte i convèncer els inversors que l'invent és fiable i té possibilitats de generar benefici a llarg termini. És per això que en aquest apartat s'analitzen les parts del sistema electrònic d'un possible prototip a petita escala que serveixi per a convèncer tribunals, inversors, ...

Com s'ha comentat anteriorment, el sistema electrònic del projecte es divideix en dos grans blocs: centraleta i vehicle de rescat.



Figura 7.3.1. Esquema de blocs de l'electrònica global del prototip. Font: Pròpia

A terra ferma es troba la centraleta, que rep la localització dels punts d'emergència per part de les autoritats pertinents (SIVE [62], ...). El sistema electrònic de la centraleta està format per: ordinador (torre d'ordinador), pantalla d'ordinador, ratolí, teclat i "joystick".

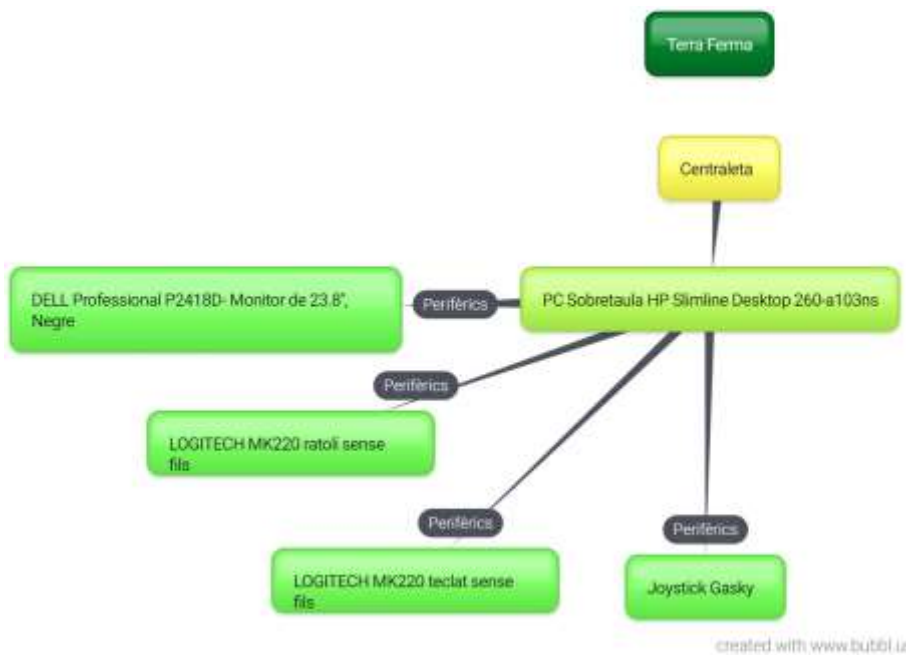


Figura 7.3.2. Esquema de blocs de l'electrònica que intervé a la centraleta del prototip. Font: Pròpia

Per a la fabricació d'un primer prototip com a exemple del verdader projecte treballat en aquest treball de fi de grau, no cal fer una gran inversió per a tenir una centraleta decent i operativa. La torre d'ordinador es pot aprofitar de qualsevol persona relacionada amb el

projecte o coneguts, ja que no requereix cap característica especial de la qual no disposi una computadora convencional. Fins i tot, en cas de no disposar d'aquesta, es podria arribar a utilitzar un microcomputador Raspberry Pi 0 [63], obtenint així un microcomputador a un preu absurdament baix. Tot i això, un exemple de torre d'ordinador comuna perfectament preparada per a suportar les tasques encomanades seria un PC de sobretaula HP Slimline Desktop 260-a103ns [64]. Aquí serà on s'instal·larà el programa que es dissenyarà per a controlar el vehicle de rescat per control remot.

Pel que fa a la pantalla, el teclat i el ratolí repetim la hipòtesi d'aprofitament d'aquests perifèrics tan comuns i d'ús quotidià per a la majoria de persones. Com a exemple de pantalla s'ha escollit una DELL Professional P2418D-Monitor de 23.8" negre [65]. S'ha escollit un ratolí sense fil LOGITECH MK220 i un teclat sense fil LOGITECH MK 220 [66], ambdós del mateix model, buscant una uniformitat estètica. El ratolí i el teclat se suposen sense fil, tot i que no hi ha cap problema en utilitzar-ne amb cable de connexió USB endollat a la torre o microcomputador.

El "joystick" és un dels punts clau [67]. No pot ser un "joystick" qualsevol, cal que disposi de doble comandament, un per al desplaçament del vehicle de rescat i un altre per a la rotació de la càmera instal·lada al vehicle en totes les direccions possibles. És per això que un bon candidat és el "joystick" Gasky professional de 4 eixos amb connexió sense fils. Aquest "joystick" disposa d'una palanca principal amb rotació respecte d'una ròtula de la base del "joystick", utilitzada per al desplaçament de l'embarcació de rescat. També disposa d'un sensor a la part superior de la palanca que permet els mateixos desplaçaments de 360° i 90° que la palanca encarregada del desplaçament del vehicle gràcies a la ròtula situada també a la part superior de la palanca, just a sota del sensor. El sensor és l'encarregat de controlar totes les possibles rotacions de la càmera instal·lada al vehicle de rescat. Aquest sensor es pot controlar amb un sol dit de la mateixa mà encarregada de controlar la palanca, fet que fa que el control de l'embarcació sigui fàcil i intuïtiu, semblant al d'un videojoc. El "joystick" també compta amb un botó vermell (polsador situat a la part superior de la palanca) que, pressionant-lo durant 10 segons produeix l'accionament a distància del motor encarregat de desplegar la balsa salvavides, llençar-la al mar i a llençar la radiobalís al mar (ambdues lligades al vehicle de rescat). Mentre es du a terme l'operació de desplegament de la balsa i posterior llançament al mar, la palanca de control de desplaçament del vehicle de rescat vibra per donar informació tàctil al pilot del vehicle per control remot que l'operació s'està duent a terme satisfactòriament i indicar que ja es pot deixar de pressionar el botó vermell.



Figura 7.3.3. “Joystick” Gasky professional de 4 eixos amb connexió sense fils. Font: [indiamart](#)

Pel que fa al zoom del qual la càmera disposa, es pot regular amb els botons situats a la part superior del “joystick”, als laterals del sensor de control de rotacions de la càmera. La resta de botons situats a la part superior de la palanca s'utilitzen per a la selecció de la càmera. Es tracta d'un “joystick” sense fils completament ergonòmic i fàcil d'utilitzar.

La torre d'ordinador seleccionada per a fabricar el prototip ja disposa de mòduls de comunicació 4G interns. La connexió 4G és la que connecta els dos grans blocs del projecte, la centraleta i l'embarcació de rescat. A l'espai marítim d'un país determinat és on es troba el vehicle de rescat. El prototip de vehicle de rescat està format per dos elements principals: el microcomputador i l'antena WiFi 4G marina. Aquesta unió de microcomputador i mòdul de comunicació 4G és la que permet que la informació fluctui pels canals 4G via satèl·lit mitjançant ones electromagnètiques a una velocitat suficientment alta com per a poder controlar el vehicle per control remot sense tenir talls significatius en la connexió. Per raons econòmiques i d'espai, s'ha escollit com a candidat per formar part del sistema electrònic del prototip del vehicle de rescat el microcomputador Raspberry Pi 3 model B [68][69]. Per implementar el prototip del vehicle de rescat s'utilitzarà una balsa salvavides apte per al rescat de 4 persones, molt més lleugera que la balsa SOLAS B Lalizas 15 P (apte pel rescat de 15 persones) utilitzada en el vehicle de rescat final teòric (de massa 100 Kg). Es tracta de la Balsa Duarray ISO 9650 Throw over rafts Bag 4 P [70] de 360 mm de diàmetre, 710 mm de llargària i 29 Kg de massa. Es troba emmagatzemada dins d'una bossa amb la geometria d'un cilindre que s'obre igual que totes les bales salvavides, estirant del terme. Per a protegir-la de l'aigua del mar, s'ha decidit que abans de fer funcionar el prototip, la balsa plegada (abans de ser inflada) serà emmagatzemada dins d'una bossa de plàstic hermèticament tancada (aquesta es trencarà durant l'operació d'inflat per la mateixa força de la inflació).

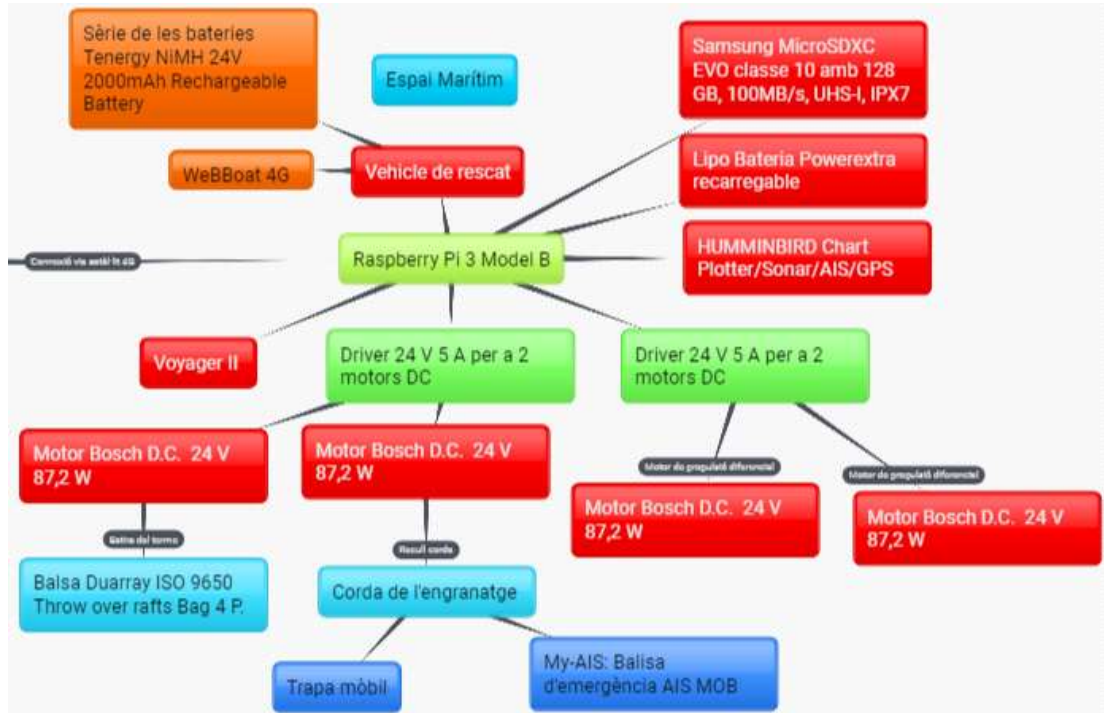


Figura 7.3.4. Esquema de blocs de l'electrònica que intervé al vehicle de rescat del prototip. Font: Pròpia

El microcomputador Raspberry Pi 3 model B és un dispositiu electrònic diminut que pot dur a terme les mateixes funcions que un ordinador complet. Aquesta Raspberry és la tercera generació d'aquesta classe d'ordinadors disponibles al mercat que tant s'han popularitzat durant els darrers anys gràcies al seu baix cost.

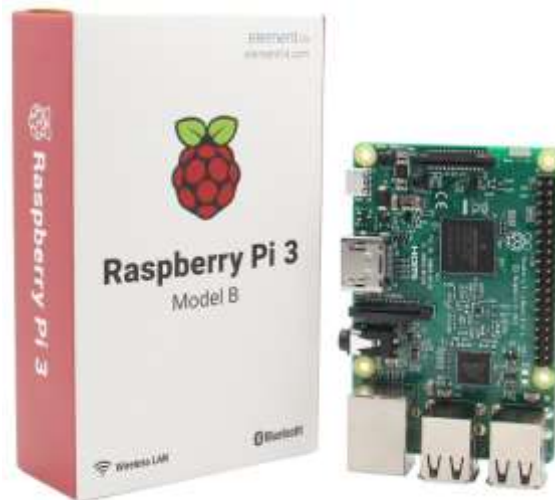


Figura 7.3.5. Raspberry Pi 3 Model B. Font: tmt

Bàsicament el que es pot trobar en aquesta placa és un miniordinador de baix consum. El que conté és un processador ARMv8 a 1,2 GHz de 64-bit amb 4 nuclis, molt similar als que es poden trobar en molts telèfons mòbil androide. També disposa d'1 GB de memòria RAM, connectivitat WiFi 802,11 b/g/n, Bluetooth 4,1, Ethernet, connexió HDMI per a visualitzar imatges a un monitor i 4 ports USB per a connectar perifèrics. Aquest microcomputador no disposa de memòria interna. Això és degut al fet que la memòria ve donada per una targeta micro SD. Serà a la targeta micro SD on instal·larem el sistema operatiu que es vulgui utilitzar. La ranura per a introduir la micro SD es troba a la part inferior de la placa. La targeta utilitzada és recomanable que sigui ràpida, preferiblement de classe 10, i contra més GB tingui millor, ja que disposarem de més memòria al sistema operatiu. Una bona opció pot ser la targeta de memòria Samsung MicroSDXC EVO de classe 10 amb 128 GB, 100MB/s, UHS-I, IPX7 [71]. Aquí serà on s'instal·larà el programa que es dissenyarà per al control del vehicle de rescat per control remot. En un dels cantons de la placa hi ha una sèrie de pins, que són sortides digitals per a poder connectar a ella tot tipus de dispositius (LEDs, motors, ...) que seran útils per al projecte d'electrònica d'aquest treball de fi de grau. La Raspberry Pi 3 model B també disposa de connexió per a connectar un display o càmeres que es venen per separat. El port micro USB és l'encarregat d'alimentar de corrent elèctric la Raspberry. El consum d'aquest sorprenent ordinador és menor a 5 V. La millor candidata per ocupar aquest lloc és la Lipo Bateria Powerextra recarregable [72].

L'antena WiFi 4G marina és el mòdul de comunicació que connecta la centraleta amb el vehicle de rescat. Aquests productes són molt cars al mercat, però si es busca bé es poden aconseguir grans qualitats a preus raonables tenint en compte la seva funcionalitat. L'antena tàctica de banda ampla 4G proTAC [73] cobreix totes les freqüències 2G, 3G i 4G (800 MHz-2,6 GHz, amb rang ampliat des de 600 MHz fins a 6 GHz) utilitzades a escala mundial (GSM, GPRS, DCS, UMTS, WCDMA, LTE, WLAN, ...). Aquesta antena té 4 antenes en una amb guany de 5dBi, 35 Km d'abast per estalviar costos respecte a sistemes satel·litaris (distància insuficient a la pràctica, però més que suficient per a posar a prova el prototip) i disposa de protecció davant descàrregues electrostàtiques. Pot treballar perfectament a qualsevol continent i en totes les xarxes del món i ofereix una connexió estable ideal per a sistemes ERP i VPN. Té una mida molt petita, i el pes no supera el Kg. Disposada de connector tipus N, té una potència RF de 250 W i disposa d'un guany de fins a 5 dBi.



Figura 7.3.6. Antena tàctica de banda ampla 4G/WiFi proTAC5311. Font: [disvent](#)

Pel que fa a la càmera, no s'ha d'escatimar en costos. Cal buscar la millor opció disponible al mercat. La càmera són els ulls del pilot, tant de dia com de nit, i cal que la visibilitat sigui excel·lent. Partint d'aquesta base, la càmera de navegació nocturna Voyager II [74] és la càmera que en relació qualitat-preu més avantatges brinda al pilot de l'embarcació.



Figura 7.3.7. Pàgina del catàleg de FLIR de sistemes marítims de visió nocturna. Font: [disvent](#)

El sistema marítim de visió nocturna Voyager II disposa de dues de les millors càmeres de visió nocturna de la seva categoria i una càmera de TV de color dotada d'una funció doble de llum diürna/baixa lluminositat que permeten veure amb claredat les entrades al port i altres embarcacions en la penombra de l'alba i el vespre. El sistema de visió nocturna Voyager II disposa d'un estabilitzador que estabilitza la càmera en la posició indicada des de la centralita per obtenir imatges estabilitzades que permetin al pilot controlar adientment

el vehicle. El Voyager II disposa de dos eixos de rotació, ambdós de 360°. L'enfocament automàtic és un altre de les opcions que ofereix el Voyager II que també serveix d'ajuda pel pilot a l'hora de cercar pasteres o persones que requereixin ser rescatades. La càmera tèrmica de gran angular de Voyager II permet detectar fàcilment altres embarcacions o riscs, mentre que la seva càmera tèrmica de 140 mm de llarg abast li permet apropar-s'hi per obtenir la informació valuosa necessària per reaccionar a temps. La lent de 140 mm és capaç de detectar un home demanant auxili a 2,2 Km de distància i un objecte o petita embarcació a 5,8 Km, qualitat que ajudarà molt al pilot a l'hora de localitzar pasteres a prop del punt indicat per les autoritats pertinents. Anteriorment s'han explicat les funcions que el "joystick" era capaç de fer per al correcte control de la càmera. Després de fer un petit estudi d'eficiència, s'ha arribat a la conclusió que les opcions que ofereix la càmera del canvi de tipus de càmera es controlaran amb els 4 botons situats a la part superior de la palanca del "joystick". Tres d'aquests botons indicaran una càmera diferent cadascun d'ells, i el quart determinarà quin tipus de visió s'utilitza en la càmera de TV de color (si es passa del dia a la nit i no s'ha donat cap ordre, la càmera es posa en mode baixa lluminositat automàticament). La capacitat d'interfície expandida permet al Voyager II treballar en connexió amb altres equips electrònics de l'embarcació. El Voyager II disposa de sortida Ethernet el qual permet ser connectat directament a la Raspberry.

No es pot concebre un projecte d'aquest tipus si no s'inclou un dispositiu GPS a l'interior de l'embarcació. La majoria dels GPS nàutics disposen de la funció sonar, ja que estan pensats en la majoria dels casos per a embarcacions d'unes dimensions considerables, molt més grans que les del vehicle proposat en aquest treball de fi de grau. És el cas del dispositiu GPS escollit per a donar la posició del prototip a la centraleta i traçar trajectòries cap als punts d'emergència, el Humminbird Chart Plotter/Sonar/AIS/GPS [75]. Pel cas d'aquest treball de fi de grau, mantindrem la funció del sonar desactivada, ja que a part de no tenir un sonar instal·lat a l'embarcació, no fa falta rebre informació de les profunditats del mar per a dur a terme les tasques de salvament del protocol treballat.

Els "drivers" connectats a la Raspberry són els encarregats de transformar els senyals digitals del microprocessador en les diferències de tensió adients per fer funcionar els motors de propulsió diferencial i els motors de rotació encarregats d'obrir la balsa i llençar-la al mar juntament amb la radiobalisa [76][77]. Els "drivers" escollits han estat per ambdós casos "drivers" de 24 V, 5 A per a dos motors elèctrics de corrent continu [78] (dos "drivers") i els motors elèctrics Bosch de 24 V, 87,2 W i 5 A de corrent continu [79] (quatre motors). Com que el que es busca en l'estructura del prototip és la màxima simplificació possible del model, s'ha decidit que per a fer girar les politges del sistema de desplegament i llançament explicat en el punt del treball 10.2 ("Sistema de desplegament i llançament") s'escull l'alternativa d'utilitzar dos motors en comptes d'un únic motor que s'encarregui de transmetre parell a totes les politges del sistema de desplegament

i llançament (raó per la qual es requereixen quatre motors Bosch de 24 V, 87,2 W i 5 A de corrent continu en comptes de tres). Tot i que a l'apartat d'"Electrònica teòrica" s'ha dit que aquests dos motors són diferents entre si (un requereix menys potència que l'altre), al tractar-se d'un prototip a escala reduïda, s'estima que la potència necessària per inclinar la trapa serà similar a la necessària per a desplegar la balsa salvavides. Pel que fa als elements mecànics complementaris, és suficient amb afegir el sistema mecànic encarregat del desplegament i el llançament al mar de la balsa salvavides i la radiobalisa explicat al punt 10.2 d'aquest treball ("Sistema de desplegament i llançament") a escala reduïda (d'acord amb les mesures del prototip del vehicle de rescat) i dues petites turbines a les sortides dels motors de propulsió diferencial que serveixin per a propulsar l'embarcació.

La radiobalisa és un altre dels elements indispensables en el protocol de rescat treballat en aquest treball de fi de grau. Es tracta d'un dispositiu electrònic que en entrar en contacte amb l'aigua s'activa automàticament, podent activar-se també de manera manual (no és el cas d'aquest projecte) [80]. És un dels millors sistemes de seguretat que es poden portar a una embarcació. Un cop activada, la radiobalisa emet un senyal d'alarma amb la posició del vehicle de rescat, que enviarà ininterrompudament via satèl·lit als serveis de salvament des de la posició on es trobi. Com que el que ens interessa per al prototip és que els costos siguin els més reduïts possibles mantenint una qualitat raonable, s'ha decidit que utilitzar una radiobalisa d'emergència AIS-MOB de My-AIS [81] és suficient per complir la funció d'aquest aparell per un preu notòriament més baix que les radiobalises més professionals, pensades per ocupar el seu lloc en el vehicle de rescat un cop s'hagi acabat l'etapa de construcció del prototip [82]. Per al disseny del prototip no es tindrà en compte el protector (funda flotable) de la radiobalisa, ja que les distàncies recorregudes pel prototip seran molt petites comparades amb les quals haurà de recórrer el vehicle de rescat teòric final durant el retorn a la centraleta, el protocol de seguiment i el manteniment en espai marítim nacional, i per tant, la radiobalisa no patirà un desgast significatiu (es podrà reutilitzar perfectament sense la necessitat d'utilitzar un protector de radiobalises).

Per últim, cal incloure una bateria, connexions i aïllament. La bateria alimenta l'antena WiFi 4G, els "drivers", el GPS i la càmera. Hi ha multitud de bateries recarregables al mercat que poden subministrar l'alimentació elèctrica necessària per fer funcionar els elements esmentats, com és el cas de la bateria Tenergy NiMH 24V 2000mAh Rechargeable Battery [83]. Així doncs, per alimentar aquests elements del sistema electrònic de l'embarcació basta amb agrupar una sèrie de bateries com la proposada i connectar-les mitjançant connexions elèctriques als aparells que les requereixen. Cal afegir que la bateria escollida està dins del rang d'alimentació requerit per tots i cadascun dels elements del sistema que necessiten alimentació pròpia. Les connexions connecten els sistemes electrònics entre ells, i cal que siguin de materials impermeables resistent a l'aigua salada. Actualment al

mercat podem trobar multitud de cables i connexions resistents a l'aigua, com és el cas dels cables de silicona de Besilen [84] i les connexions Moobam Waterproof IP 68 3 way cable connector [85]. Tot i això, cal que tant els cables com les parts elèctriques del sistema estiguin perfectament aïllades. No cal patir pel sistema de la centraleta, ja que aquest no serà posat a prova contra les inclemències de la mar ni estarà exposat a l'exterior, on pot ploure i bufar el vent. Un aïllament global és necessari per assegurar que es compleix la IP 68 per protegir tots els components electrònics susceptibles de ser malmesos per la corrosió i l'aigua salada. Amb la precisió que es busca en aquest treball de fi de grau no es poden seleccionar aïllaments concrets, ja que les connexions i disposició dels elements electrònics al prototip del vehicle poden variar segons el disseny utilitzat per a construir el prototip. Tot i això, al mercat es poden trobar milers de productes que compleixen la normativa IP [6][8] i desenvolupen les funcions explicades [86][87][88]. També cal afegir que el vehicle de rescat disposa de compartiments amb elements anticorrosius i resistents a l'aigua salada, que és on estaran instal·lats els elements electrònics a protegir [89][90].



Figura 7.3.8. Caixa de connexions elèctrica submarina. Font: [indexmarine](http://indexmarine.com)

7.4. Pressupost de l'electrònica pràctica del prototip

Pel que fa al pressupost del sistema electrònic que forma el prototip se suposa, com ja s'ha dit, que es compta amb la majoria de components de la centraleta: torre d'ordinador, monitor, teclat i ratolí. Tanmateix, el valor d'aquests elements es recull en la taula següent:

Element	Cost (€)
DELL Professional P2418D-Monitor de 23,8" Negre	301,41
LOGITECH MK220 ratolí + teclat sense fils	22
Total	323,41

Taula 7.4.1. Taula resum del cost de la torre d'ordinador, el monitor, el teclat i el ratolí. Font: Pròpia

Com ja s'ha explicat, tots aquests components es poden aconseguir gratuïtament mentre durin les exposicions del prototip. Per acabar amb el recompte de costos del prototip de la centraleta, basta amb sumar els costos del "joystick" Gasky escollit:

Element	Cost (€)
"Joystick" Gasky sense fils	39

Taula 7.4.2. Taula resum del cost del "joystick". Font: Pròpia

Així doncs, el cost de la centraleta queda avaluat en 362,41 €. Si d'aquest cost se suprimeixen els 323,41 €, queda que el cost d'adquisició real del prototip de centraleta és únicament de 39 €.

Per altra banda, els components electrònics requerits per a dur a terme el prototip del vehicle de rescat de pasteres són més cars i requereixen una inversió important:

Element	Unitats	Cost (€)
Sèrie de les bateries Tenenergy NiMH 24 V 2000 mAh Rechargeable Battery	5	307
ProTAC 5311	1	531
Samsung MicroSDXC EVO classe 10 amb 128 GB, 100 MB/s, UHS-I, IPX7	1	42,52
Lipo Bateria Powerextra recarregable	1	14,99
HUMMINBIRD Chart Plotter/Sonar/AIS/GPS	1	2.000
Driver 24 V, 5A per a 2 motors	2	178,52
Càmera Voyager II	1	4.000
Motor Bosch D.C. 24 V, 87,2 W	4	240
My-AIS: Balisa d'emergència AIS MOB	1	199
Total		7.513,03

Taula 7.4.3. Taula resum del cost dels dispositius electrònics del vehicle de rescat. Font: Pròpia

Als costos del prototip del vehicle de rescat caldria sumar-li els costos del cablejat de silicona, les connexions “waterproof” i altres elements aïllants esmentats anteriorment (sense tenir en compte els mateixos compartiments resistents a l'aigua marina que el prototip disposarà per a guardar aquests elements, igual que els tindrà el vehicle de rescat definitiu) que uneixin els dispositius electrònics entre ells i completin la instal·lació. Tot i això, per als càlculs que es fan en aquest apartat es consideren menyspreables en comparació amb els costos dels elements principals que conformen el sistema electrònic del prototip del vehicle de rescat.

I si als 7.513,03 € se sumen els 39 € del “joystick”, el preu total del sistema electrònic del prototip ascendeix a 7.552,03 €:

Sistema	Cost (€)
Centraleta	39
Vehicle de rescat	7.513,03
Total	7.552,03

Taula 7.4.4. Taula resum del cost dels dispositius electrònics del vehicle de rescat i la centraleta. Font: Pròpia

Es tracta d'una xifra elevada, però no és cap suma de diners que no es pugui obtenir amb beques, premis o alguns inversors interessats a fer negoci en el camp del salvament marítim, un mercat poc explotat que pot resultar molt atractiu per a alguns d'ells.

7.5. Programa de control remot

El control remot del vehicle de rescat des de la centraleta situada a terra ferma es du a terme gràcies a un programa informàtic dissenyat per connectar l'embarcació amb el punt de control terrestre. Amb els senyals enviats des del vehicle a la centraleta (imatges, localització, ...), el pilot és capaç de seguir la ruta generada pel GPS d'a bord del vaixell, esquivar obstacles, arribar fins al punt d'emergència i comprovar si realment requereixen ajuda urgent.

El programa informàtic també connecta la centraleta amb la xarxa de dades del SIVE perquè des del SIVE es puguin enviar les variacions de les coordenades del punt d'emergència cada un cert interval de temps (en el cas que no es perdi la localització de l'embarcació d'immigrants) de manera completament automàtica per facilitar la cerca del punt d'emergència. Aquestes dades són introduïdes automàticament al GPS d'a bord del vehicle de rescat, que va variant cada un cert interval de temps (1 minut) la trajectòria a seguir segons les indicacions del SIVE. En el cas de no rebre cap actualització de la posició del punt d'emergència, es considera que la posició del punt no ha variat, però si no es rep cap actualització de dades després de 20 minuts, l'equip de meteoròlegs de la centraleta s'encarregarà de generar una àrea d'espai marítim per on començar a buscar tenint en compte els factors meteorològics i l'estat de la mar. Aquesta àrea sortirà representada als

monitors dels pilots (pantalla del GPS) juntament amb les darreres coordenades enviades pel SIVE.

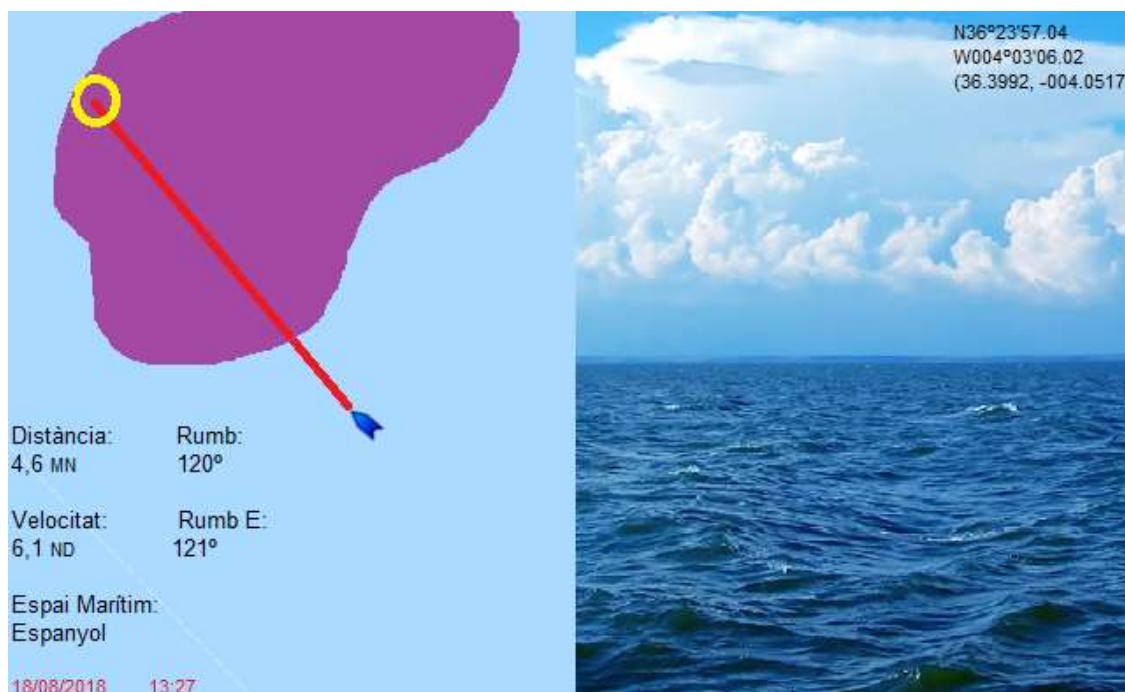


Figura 7.5.1. Vista del monitor (càmera Voyager II) de la centraleta durant el protocol d'auxili (punt 3.2).

Font: Pròpia

La proposta d'estructura del programa informàtic es basa en la màxima comoditat pel pilot a l'hora de dur a terme els trajectes de rescat de pasteres i altres embarcacions en perill. Al monitor apareixen dues pantalles. La pantalla de la meitat esquerra mostra un mapa centrat en el punt on està situat el vehicle de rescat. La carta de navegació que apareix als monitors de la centraleta és la mateixa que porta instal·lada el dispositiu GPS de l'embarcació de rescat [91]. Es tracta d'una simple visualització de la pantalla del GPS des de la centraleta [92]. A l'altra meitat es poden veure les imatges directament enviades des de la càmera. Combinant la informació de l'orientació de l'embarcació i la trajectòria indicades pel dispositiu GPS i les imatges de la càmera, el pilot disposa de tot el que necessita per a procedir al trajecte de rescat [93]. Cal afegir que el vehicle no disposa de dispositius generadors/receptors de senyal AIS a causa de les seves dimensions i utilitat (una manera més de simplificar el model del projecte).



Figura 7.5.2. Vista del monitor (càmera Voyager II) de la centraleta durant el rescat de 7 immigrants.

Font: Pròpia

Un cop localitzades les pasteres, l'encarregat de dirigir el vehicle de rescat informa les autoritats pertinents, en el cas de l'estat Espanyol a la Guardia Civil i Salvamento Marítimo, de la variant del protocol presa des del moment que l'embarcació d'immigrants ha estat localitzada. Aquesta informació se subministra omplint un petit formulari que apareix quan al programa se l'indica que ja s'han localitzat les pasteres i s'ha reconegut l'espai d'acció, havent estat opcional l'operació de desplegament de la balsa salvavides.



Nº d'immigrants aproximat: 7

Nº de bales desplegades: 1

Nº d'immigrants aproximat dins les bales salvavides: 7

Protocol de seguiment: No

Figura 7.5.3. Formulari informatiu per a la Guardia Civil i Salvamento Marítimo. Font: Pròpia



El programa envia automàticament les respostes juntament amb la posició del vehicle de rescat (subministrada pel dispositiu GPS) perquè les autoritats pertinents puguin decidir el millor mètode de rescat valorant les embarcacions de rescat disponibles, el nombre d'immigrants i la distància que hi ha entre el punt de rescat i les primeres embarcacions disponibles. També envia el codi de la Radiobalisa utilitzada per a generar el senyal d'auxili AIS, per no generar confusions entre els equips de rescat. En el cas d'haver seguit el protocol de seguiment i que tothom acabés ocupant un lloc de les bales salvavides, es passaria automàticament al punt 4.1.1 del protocol d'auxili i el pilot tornaria a enviar el formulari modificat als equips de rescat per indicar la finalització del protocol de seguiment i el retorn al protocol d'auxili convencional.

8. Disseny de la centraleta

La centraleta és el punt des d'on es piloten els vehicles de rescat utilitzats per dur a terme el protocol d'auxili. A continuació es presenta el disseny proposat per a la construcció de la centraleta. Els plànols estan fets per AutoCAD (versió 2016) a escala real. S'ha escollit el programa AutoCAD perquè és el més popular dins del món de l'enginyeria per fer plànols en 2 dimensions i perquè és el que més opcions ofereix per aquest tipus de plànols. Cal advertir que el disseny plantejat en aquest apartat per a la centraleta no és immutable i pot variar segons el país, el territori en el qual estigui construït i el nombre d'operaris que treballin dins del recinte de la centraleta.



Figura 8.1. Plànol de la planta de la centraleta. Font: Pròpia

La centraleta ha d'estar instal·lada a terra ferma, concretament a la costa i a prop del port on es troben els vehicles de rescat. A l'entrada del recinte envoltat per tanques de seguretat hi ha la caserna del responsable de seguretat. El responsable de seguretat té dues tasques

principals. La primera és vigilar que només entrin els vehicles i el personal autoritzats. Això ho pot fer obrint i tancant les barreres de l'entrada segons si el vehicle o persona està autoritzada a entrar al recinte o no. La segona és estar pendent del seu monitor, que disposa d'imatges en viu de tot el perímetre interior del recinte gràcies a les càmeres instal·lades a les tanques d'aquest. El responsable de seguretat disposa de suport a dins del recinte, ja que un altre membre de seguretat (en contacte permanent per ràdio amb el responsable de seguretat, que és qui pot veure les imatges de totes les càmeres que vigilen el recinte) patulla el recinte i la centraleta i s'encarrega que no hi hagi cap problema per motius de seguretat i d'infiltració de persones alienes al treball que es du a terme dins de la centraleta. Immediatament després de la caserna, a l'interior del recinte, està el pàrquing dels cotxes (pels treballadors o autoritzats a entrar al recinte) i l'heliport. No és un requeriment indispensable de la centraleta, però s'ha considerat pertinent disposar d'un heliport utilitzable en qualsevol moment per part de la Guardia Civil i Salvamento Marítim com a símbol de bona voluntat i amb l'objectiu d'acurtar distàncies entre aquestes tres organitzacions. Un dels beneficis que ambdues organitzacions poden trobar en disposar d'un heliport dins del recinte de la centraleta és tenir un lloc on poder efectuar un aterratge d'emergència en cas d'avaria si aquesta es produís per alguna zona propera a la centraleta. Un altre benefici que aquestes autoritats poden obtenir de disposar d'un heliport dins d'aquest recinte és la posició estratègica de tenir un helicòpter [94] allà mateix, ja que la centraleta està situada a un punt de la costa aïllat de la resta de serveis de salvament marítim, podent així efectuar rescats a la mar per aquesta zona marina més ràpidament del normal.

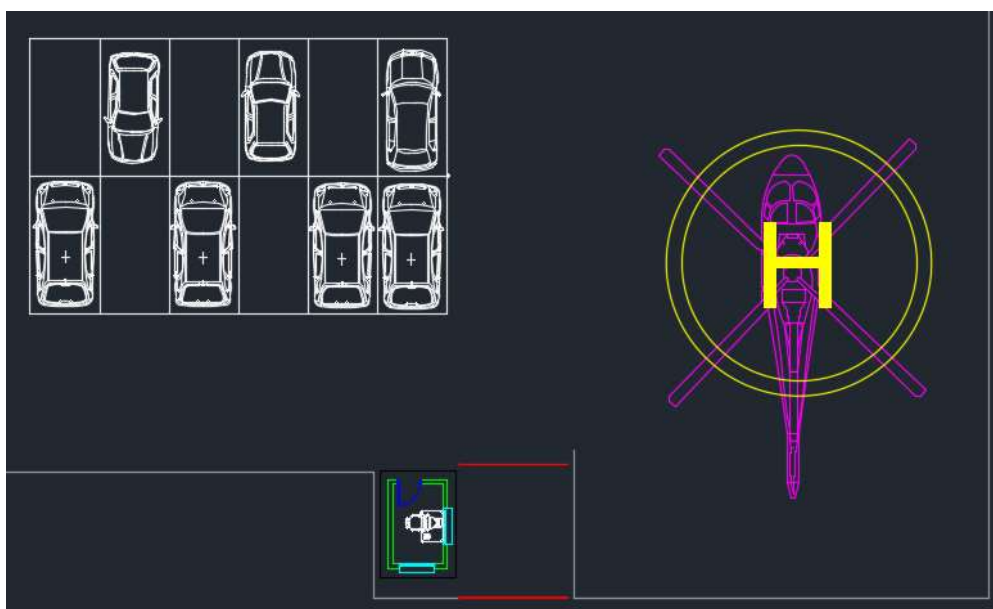


Figura 8.2. Pàrquing de cotxes, heliport i caserna del responsable de seguretat. Font: Pròpia

Entrant més cap a l'interior del recinte hi ha la centraleta, amb un pàrquing per a motos al

seu lateral esquerre (també pels treballadors o autoritzats a entrar al recinte). Es pot dividir la centraleta en dues grans parts: el centre de control i el parc. A la figura 8.3 es poden apreciar les dues parts de la centraleta introduïdes en aquest paràgraf. A la part lila hi ha el parc i a la part vermella el centre de control. La centraleta està envoltada per natura autòctona del punt de la costa en el qual estigui situat. Aquest fet pot semblar que no aporta res al protocol, però en realitat està pensat perquè els pilots i treballadors de la centraleta puguin sortir de tant en tant a fer un tomb i relaxar-se entre els arbres d'un ambient agradable.



Figura 8.3. Pàrquing de motos i centraleta. Font: Pròpia

El parc de la centraleta és la part de la centraleta on es duen a terme les tasques administratives, de manteniment i reparació i on els treballadors disposen d'un espai per al descans, la higiene i la subsistència en general. El parc disposa de dues entrades, una per persones i una altra per a vehicles i persones (lògicament). L'entrada per a persones és per l'entrada principal, que dóna directament a l'oficina, on es troba la secretaria, que s'encarrega principalment d'identificar les persones que entren i surten de la centraleta i de les tasques burocràtiques i administratives de la centraleta. L'entrada per a vehicles i persones dóna directament al taller mecànic. Aquí és on es duen a terme les tasques de manteniment i reparació de vehicles de rescat. La centraleta, en ser construïda a prop del port dels vehicles de rescat, és el lloc idoni per dur a terme aquestes feines, i fins i tot el mateix mecànic pot anar de tant en tant al port per comprovar que tot està en ordre i fer les revisions pertinents. El taller mecànic disposa de dues entrades per a vehicles, una per a

cotxes de grans dimensions amb remolc i una altra per a camions, tot i que també poden entrar vehicles més petits si fos necessari. Aquestes dues entrades han estat dissenyades perquè aquests tipus de vehicles (cotxes de grans dimensions amb remolc i camions) poden portar els vehicles de rescat de la costa fins a la centraleta. També han estat dissenyades perquè els proveïdors puguin portar els productes demandats a la centraleta en qualsevol tipus de vehicle, tingui les dimensions que tingui. Entre l'oficina i el taller mecànic es troba el despatx del mecànic.



Figura 8.4. Plànol de la planta de la centraleta amb cotes. Font: Pròpia

Tant el taller mecànic com l'oficina connecten amb el menjador i la cuina, lloc on els operaris disposen d'elements suficients per cuinar i menjar. Aquí és on es troba la màquina de cafè, epicentre de qualsevol lloc de treball. El menjador es troba al centre del parc. Als voltants del menjador hi ha el dormitori, els vestuaris (femení i masculí) i la sala d'espera. S'ha considerat adient incloure un dormitori al parc, copiant l'estil dels parcs de bombers, per disposar d'un espai de relaxació pels operaris que els hi toqui fer moltes hores de guàrdia seguides. Els vestuaris disposen de taquilles amb pany perquè els treballadors puguin guardar la seva roba de carrer i els seus objectes personals. Els vestuaris tenen lavabos i dutxes. Els vestuaris són necessaris, ja que, igual que els equips de Salvamento Marítim i la Guardia Civil, els treballadors de la centraleta hauran de portar uniforme de treball per professionalitzar una feina de rescat que està pensada per ser

controlada per cadascun dels estats que accepti com a vàlid i efectiu el protocol plantejat en aquest treball de fi de grau. La sala d'espera és la saleta prèvia abans d'entrar al centre de control. Aquesta enllaça el centre de control amb la sala de reunions i el menjador. Es tracta d'una simple sala on el cap del centre de control (o cap de la centraleta) i/o els treballadors del centre de control poden fer esperar a persones externes a la centraleta (que no treballen regularment dins de la centraleta). Per últim està la sala de reunions. És l'única habitació del parc que té una finestra per la qual es pot veure el centre de control. Això és degut al fet que en ser utilitzada pel meteoròleg, el cap de la centraleta o algun dels dos auxiliars de la centraleta per mantenir reunions amb persones externes a la centraleta o personal de la mateixa centraleta, aquests han d'estar disponibles en tot moment per atendre emergències dins del centre de control, i per tant han d'estar sempre una mica pendents de les grans pantalles del centre de control i del que passa a l'altra banda de la finestra en general.



Figura 8.5. Parts del parc. Font: Pròpia

El centre de control és l'espai des d'on s'aplica el protocol d'auxili. Disposa d'un parell de lavabos (masculí i femení) per als treballadors del centre de control i d'un parell de sortides d'emergència a banda i banda de la sala. El centre de control està format principalment per la peixera de direcció, la línia de control i dues grans pantalles, separades de la línia de control per una distància de 3 metres i tres llargues baranes d'un metre d'alçada. La peixera de direcció és el lloc de treball del cap de la centraleta, els seus dos auxiliars i el meteoròleg. Els escriptoris de treball dels quatre estan mirant en direcció a les grans

pantalles. Aquesta sala de treball s'anomena peixera perquè està envoltada per finestres que permeten observar tots els punts del centre de control des del seu interior. La peixera de direcció es troba elevada respecte de la línia de control, amb tres esglaons (alts, llargs i amples) que connecten els dos nivells. A dins de la peixera, el cap de la centraleta, els seus auxiliars i el meteoròleg treballen conjuntament per dur a terme les tasques de rescat de la forma més eficient possible. El cap de la centraleta és l'encarregat d'assignar els punts d'emergència als pilots de la línia de control. Els dos auxiliars del cap de la centraleta tenen la funció de fer tot allò que els hi ordeni el cap, des de contractar amb el SIVE i Salvamento Marítimo fins a mantenir reunions amb proveïdors a la sala de reunions (multifuncionals). La feina del meteoròleg és la de recomanar trajectòries de trajectes als pilots, àrees de recerca i demès tasques relacionades amb la meteorologia que puguin millorar el rescat dels pilots de la línia de control. Els treballadors de l'interior de la peixera disposen d'uns metres lliures per davant de la peixera (2 metres) per estirar les cames i estar constantment pendents del que passa a les grans pantalles per poder atendre les necessitats dels pilots resolent dubtes i/o donant instruccions.

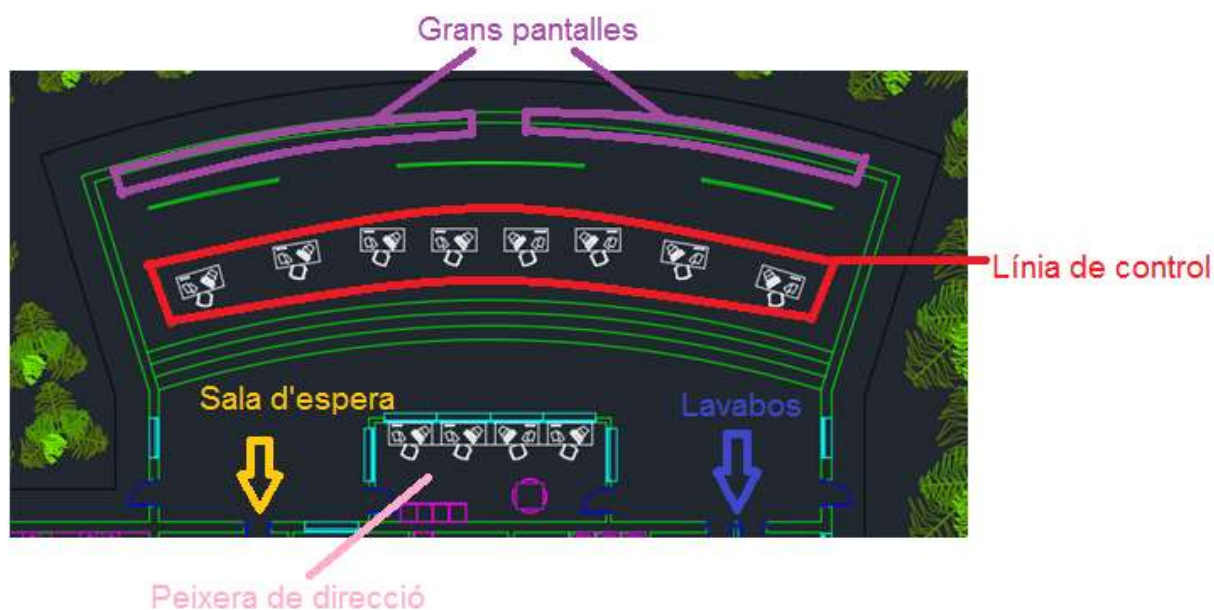


Figura 8.6. Parts del centre de control. Font: Pròpia

Els pilots dels vehicles fan la seva feina a la línia de control. És allà des d'on piloten els vehicles de rescat per control remot. Disposen de tot el necessari per portar a terme el protocol d'auxili. Tenen "joysticks", ordinadors, monitors, teclat i ratolí, entre d'altres (arxius a paper, bolígrafs i llapis, ...). Just davant es troben les grans pantalles. Es tracta d'un parell de pantalles de grans dimensions instal·lades al fons de la sala (enganxades sobre la paret, és per això que no es poden apreciar a cap de les imatges del plànol de la planta de la centraleta) les quals ofereixen informació als pilots del temps en el país on estan

desenvolupant el protocol d'auxili (a l'espai marítim), mostren els punts d'emergència on es requereix l'ajuda d'algun dels pilots lliures i indiquen la posició de cadascun dels vehicles de rescat (i les seves trajectòries generades pels dispositius GPS que porten incorporats cadascun dels vehicles de rescat) actius (es considera vehicle de rescat actiu a aquell vehicle que un cop se li assigna un punt d'emergència a atendre, surt del port dels vehicles de rescat) al país en directe. Dos reproductors d'alta definició instal·lats al sostre del centre de control són els encarregats de plasmar a la pantalla les imatges del mapa del país (espai marítim inclòs, lògicament) amb tota la seva informació. En estar instal·lades a la paret del fons de la centralita (enganxades a la paret), tal com es pot comprovar a la figura 8.6, les pantalles tenen una forma corbada que s'adapta al perfil de l'edifici. Les grans pantalles poden tenir unes dimensions variables segons el nombre de pilots que treballin dins del centre de control. En el cas que s'ha utilitzat per a l'exemple es tracta de 8 pilots treballant alhora, i les dimensions de les grans pantalles han de ser d'aproximadament 10 m de llarg i 7 m d'alçada cadascuna d'elles. Ambdues pantalles mostren exactament el mateix mapa amb la mateixa informació, i estan separades per dos metres de distància entre elles (estan instal·lades a 1 metre del centre de la paret del final de la sala). Això és així perquè tots els pilots puguin veure tota la informació que es transmet des de la pantalla sense haver d'adoptar postures poc ergonòmiques que amb el pas del temps acabin degenerant en problemes físics.

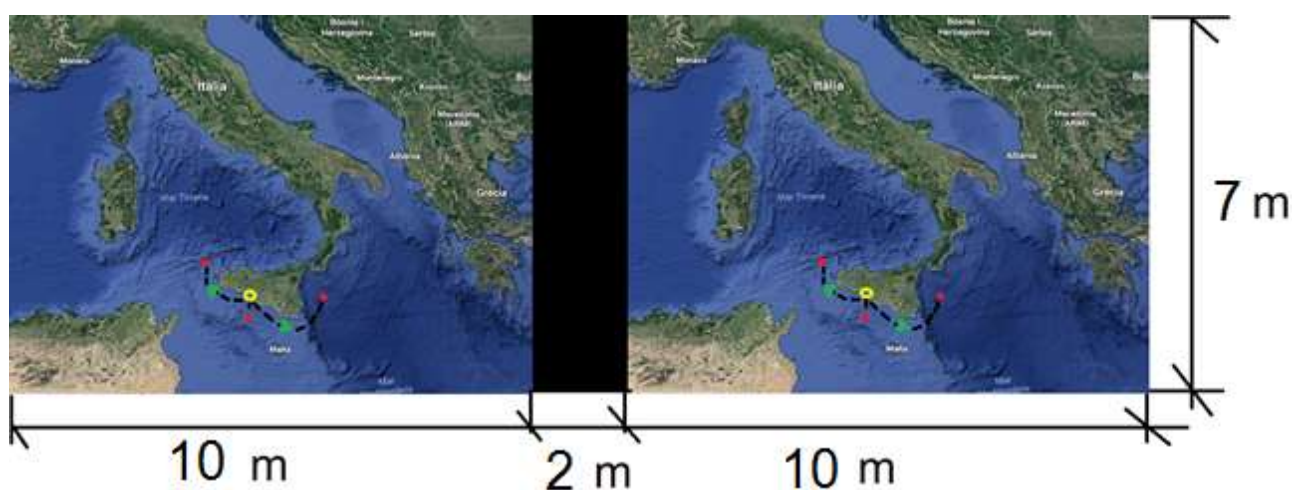


Figura 8.7. Imatge de les dues grans pantalles (imatge desenvolupada en la qual no es té en compte la curvatura d'aquestes) d'una hipotètica centralita a Itàlia amb 8 pilots al centre de control, 3 punts d'emergència i dos vehicles de rescat actius. Font: Pròpia

9. Disseny del port dels vehicles de rescat

Els vehicles de rescat pilotats des de la centralita no poden estar amarrats a un port normal i corrent. Igual que les embarcacions de Salvamento Marítimo i la Guardia Civil, aquests han d'estar amarrats en un espai especialment reservat per a ells que els permeti estar segurs i preparats en tot moment i iniciar el seu trajecte el més ràpid possible. Aquest espai reservat per salvaguardar els vehicles de rescat quan no estan efectuant el protocol d'auxili plantejat en aquest treball de fi de grau és el port dels vehicles de rescat. A continuació es presenta el disseny proposat per a la construcció del port dels vehicles de rescat. Els plànols estan fets per AutoCAD (versió 2016) a escala real. S'ha escollit el programa AutoCAD [95] perquè és el més popular dins del món de l'enginyeria per fer plànols en 2 dimensions i perquè és el que més opcions ofereix per aquest tipus de plànols, com per exemple la inserció de blocs, la possibilitat d'incorporar diferents textures i la gran varietat de propietats de cadascun dels elements que conformen el pla. Cal advertir que el disseny plantejat en aquest apartat per al port dels vehicles de rescat no és immutable i pot variar segons el país, el territori en el qual estigui construït i el nombre de vehicles de rescat que descansin al port. En aquest exemple, el port té una capacitat màxima de 10 vehicles de rescat (de les mides del vehicle de rescat proposat a l'apartat d'"Estructura del vehicle de rescat"), i està dissenyat en funció del nombre de pilots utilitzats en el disseny de la centralita (8 pilots).

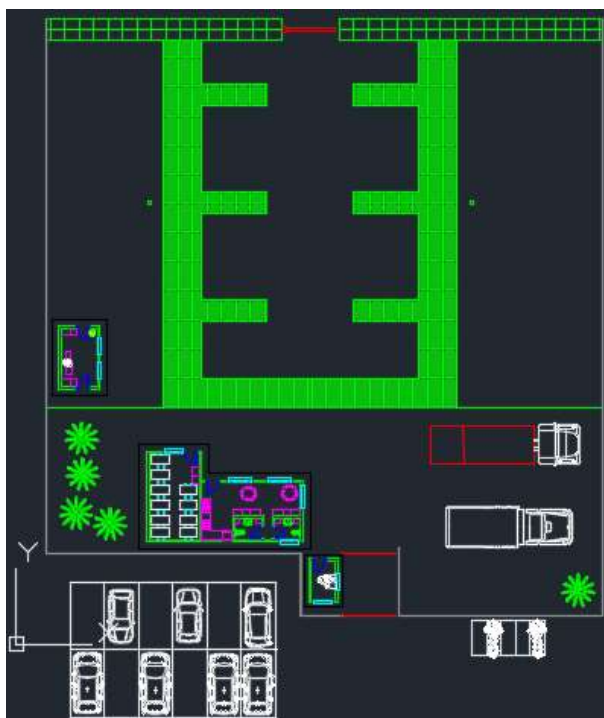


Figura 9.1. Plànol de la planta del port dels vehicles de rescat. Font: Pròpia

El port dels vehicles de rescat ha d'estar construït a la costa, tocant el mar (lògicament) i a prop del recinte de la centraleta per mantenir un contacte més estret entre els treballadors del port i els de la centraleta (sobretot el mecànic, responsable del manteniment i reparació dels vehicles de rescat). A l'entrada del port, tal com es pot comprovar a la figura 9.1, es poden veure dos pàrquings, un per a cotxes i l'altre per a motos. Aquests pàrquings estan reservats per al personal que treballa dins del recinte del port dels vehicles de rescat i per persones externes al port però que han d'entrar per a fer algun tipus de tasca o quelcom relacionat amb el protocol. A l'entrada del recinte envoltat per tanques de seguretat hi ha la caserna del responsable de seguretat. El responsable de seguretat té dues tasques principals. La primera és vigilar que només entrin els vehicles i el personal autoritzats. Això ho pot fer obrint i tancant les barreres de l'entrada segons si el vehicle o persona està autoritzada a entrar al recinte o no. La segona és estar pendent del seu monitor, que disposa d'imatges en viu de tot el perímetre interior del recinte gràcies a les càmeres instal·lades a les tanques d'aquest. El responsable de seguretat disposa de suport a dins del recinte, ja que un altre membre de seguretat (en contacte permanent per ràdio amb el responsable de seguretat, que és qui pot veure les imatges de totes les càmeres que vigilen el recinte) patrulla el recinte i les instal·lacions d'aquest i s'encarrega que no hi hagi cap problema per motius de seguretat i d'infiltració de persones alienes al treball que es du a terme dins del port.



Figura 9.2. Pàrquing de cotxes i caserna del responsable de seguretat. Font: Pròpia

Un cop passada la barrera de seguretat, a la dreta hi ha un pàrquing/espai de càrrega i descàrrega per a camions i vehicles amb remolc, molt útil per facilitar el transport dels vehicles de rescat per terra en cas que requerissin algun tipus de reparació o manteniment que s'hagués de dur a terme al taller mecànic de la centraleta.

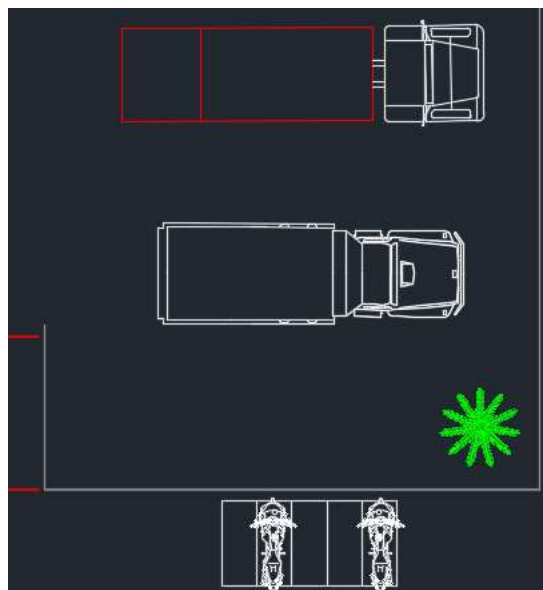


Figura 9.3. A l'exterior del recinte, pàrquing de motos. A l'interior, pàrquing/espai de càrrega i descàrrega per a camions i vehicles amb remolc. Font: Pròpia

Entrant a dins del recinte a mà esquerra estan les instal·lacions del port. Es tracta d'una estructura de 10,8 m x 6,3 m formada per una petita cuina, un menjador, un parell de lavabos (masculí i femení) i una habitació de 3,8 m x 6,3 m on es guarden les bales salvavides utilitzades durant el protocol d'auxili. En el disseny del port dels vehicles de rescat no s'ha inclòs cap vestuari, a diferència de la centraleta. El motiu és que la centraleta dissenyada en aquest treball de fi de grau estava pensada perquè hi treballassin com a mínim 18 persones alhora, mentre que el port ha estat pensat per estar operatiu només amb 3 persones (optimització de recursos). Així doncs, no s'ha considerat prioritari fer dos vestuaris, dues dutxes i un altre parell de lavabos per només tres persones.

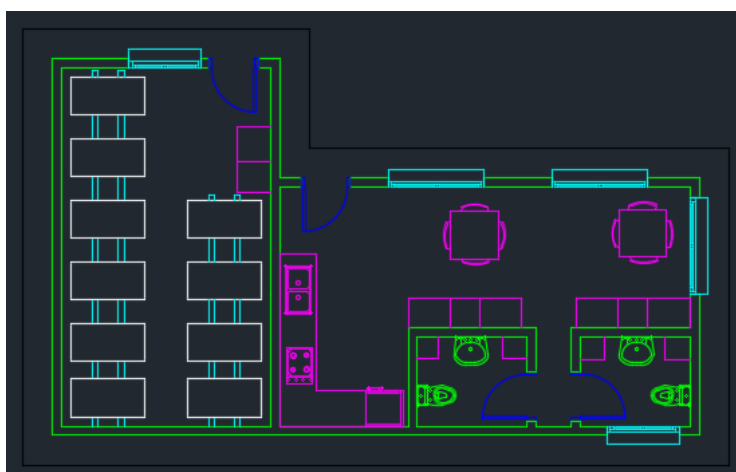


Figura 9.4. Instal·lacions del port. Font: Pròpia

A banda dels dos membres de seguretat, a dins del port treballa també el preparador de vehicles de rescat. Aquesta persona s'encarrega d'instal·lar les bales salvavides als vehicles de rescat i mantenir-los operatius en tot moment, de fer les tasques administratives i burocràtiques del port (atendre el telèfon, ...), d'obrir i tancar la barrera de seguretat que separa el port del mar (s'obre des del seu despatx) i d'amarrar els vehicles de rescat que arriben al port. Un senyal salta al seu ordinador i al seu telèfon mòbil de la feina (eina indispensable) quan un vehicle de rescat que torna del mar està a menys de 3 Km de distància del port. A més de totes aquestes tasques, també és l'encarregat de desfer els nusos de les cordes que amarren els vehicles de rescat (d'igual manera, el preparador rep un senyal d'alerta tant a l'ordinador com al telèfon mòbil en el moment que un vehicle de rescat ha d'abandonar el port per efectuar un rescat), i de la mateixa manera, d'obrir la barrera de seguretat que separa el port del mar perquè els vehicles de rescat puguin sortir per complir amb el seu deure. Una de les parts més important de la preparació dels vehicles de rescat, juntament amb la instal·lació de les bales salvavides als vehicles de rescat, és la càrrega de les bateries i motors elèctrics dels vehicles de rescat. Per facilitar el servei de càrrega s'han incorporat a un metre del moll de fusta uns carregadors d'un metre d'alçada i secció quadrada de 200 mm x 200 mm amb molts metres de cable per ambdós laterals del moll. El despatx del preparador de vehicles de rescat està situat a 4 metres i mig del moll de fusta. És allà on passa la major part del temps i on du a terme principalment les tasques burocràtiques i administratives, així com el contacte directe amb la centraleta (a través del seu ordinador pot rebre tota la informació relacionada amb el protocol, des de les imatges que veu cadascun dels pilots fins a les dades que aquest envia a la Guardia Civil i Salvamento Marino, passant per les imatges de les grans pantalles del centre de control).

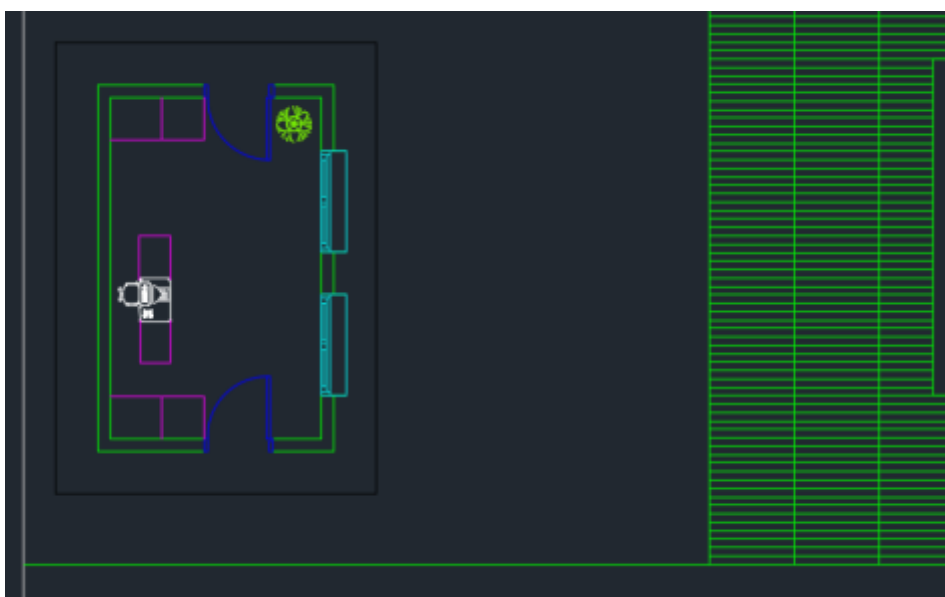


Figura 9.5. Despatx del preparador de vehicles de rescat. Font: Pròpia

El recinte portuari es troba separat del mar per una barrera de seguretat (amb la que es controla l'entrada i sortida de vehicles de rescat del port) que custodia l'entrada de 4 metres d'amplada (per impedir que entrin embarcacions alienes al protocol d'auxili, es tracta d'una mesura més de seguretat contra robatoris i pirateria) i per un espigó de pedres que fa la funció de mur de contenció de l'aigua.

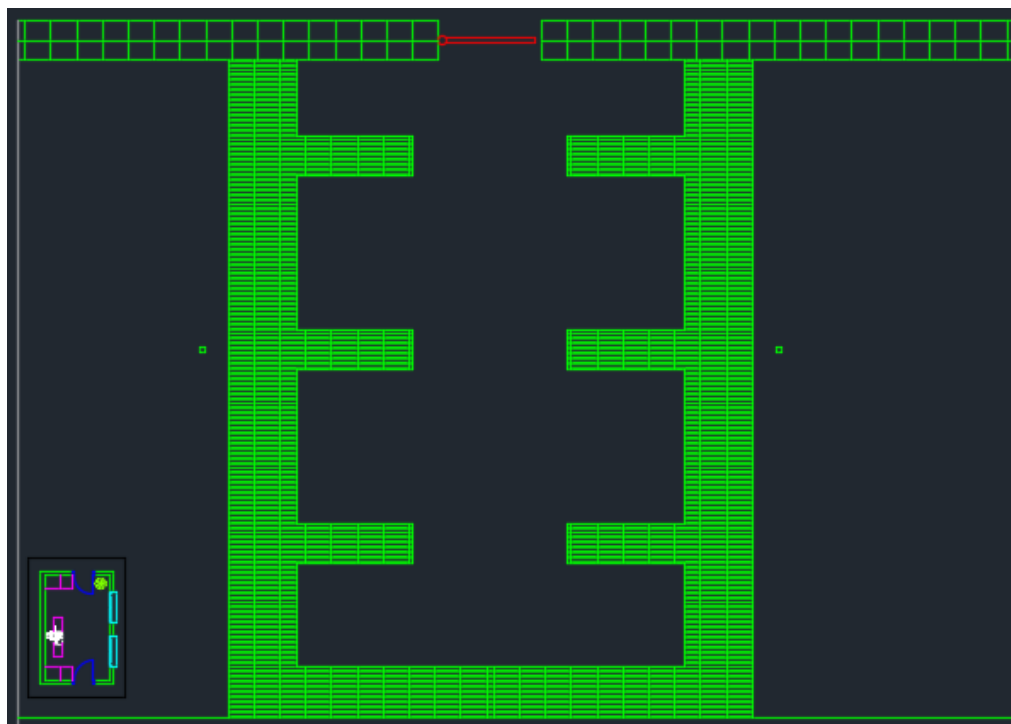


Figura 9.6. Despatx del preparador de vehicles de rescat, moll de fusta, carregadors, espigó i barrera de seguretat. Font: Pròpia

El moll de fusta del port dissenyat en aquest apartat té capacitat per guardar 10 vehicles de rescat. Cal que els 10 vehicles estiguin operatius en tot moment tot i disposar de només 8 pilots al centre de control, ja que es necessiten 2 vehicles de rescat en reserva per si sorgeix algun problema amb algun dels 8 vehicles de la flota principal. El moll presenta forma de "U" amb 3 passarel·les (de mesures 4,5 m x 1,5 m) que comencen a cadascun dels laterals del moll i generen 2 grans espais per banda (en total 4) de 6 m x 4,5 m, cadascun d'ells amb capacitat per a dos vehicles de rescat (en total 8 vehicles de rescat). Al final del moll hi ha dos espais de 4 m x 4,5 m destinats a guardar els dos vehicles de reserva.

10. Disseny del vehicle de rescat

10.1. Estructura del vehicle de rescat

El disseny del vehicle de rescat és primordial si el que es vol és que el protocol exposat en aquest treball de fi de grau sigui efectiu. Cal que el vehicle de rescat disposi d'una sèrie d'elements, espais i distribució dels mateixos que permeti a l'embarcació ser equipada correctament. La proposta del disseny del vehicle de rescat és provisional, i està oberta a futures millores aeronàutiques i estructurals. En aquest apartat es mostra el disseny de l'estructura de l'embarcació a partir d'una balsa salvavides capaç de refugiar a 15 persones, i en cap cas es mostren els compartiments a prova d'aigua marina ni els dispositius electrònics i mecànics que formen el sistema electro-mecànic del vehicle de rescat. Això és degut al fet que el vehicle de rescat marí teòric final té llibertat de disposar dels elements (tant electrònics com mecànics) que es considerin apropiats en qualsevol espai del temps, creant així un vehicle que no es queda mai obsolet, podent intercanviar dispositius del vehicle per altres que disposin de millores notables o simplement per altres marques més barates durant els processos de reparació o renovació. Pel que fa als engranatges que formen el sistema electro-mecànic i el sistema de politges, cordes i actuadors, no s'ha volgut plasmar-los en aquest apartat del treball perquè es profunditzarà més sobre aquest tema en l'apartat següent del treball i en aquest apartat s'ha volgut donar més protagonisme a la part estructural del vehicle, sense elements que destorbessin en l'anàlisi visual i escrit. El disseny de l'embarcació és pel cas teòric del vehicle de rescat que treballarà en alta mar. Això vol dir que no es tracta del disseny del vehicle de rescat del prototip, i per tant, les mesures utilitzades han estat les aptes perquè es pugui aplicar el protocol d'auxili en alta mar. Tot i això, el disseny del prototip del vehicle de rescat haurà de ser molt similar al disseny d'aquest apartat, canviant l'escala per adaptar-la a la balsa utilitzada pel prototip [70](Balsa Duarray ISO 9650 Throw over rafts Bag 4 P.) i variant la posició d'alguns dels elements que formen el vehicle de rescat. També es recorda que el vehicle de rescat proposat en aquest treball transporta únicament una balsa salvavides apte per al rescat de 15 persones, insuficient per satisfer les tasques de rescat per les quals ha estat creat, però idoni per definir el camí a seguir en futurs estudis i dissenys d'aquestes embarcacions perquè puguin transportar més bales salvavides.

El programa utilitzat per al disseny del vehicle de rescat ha estat el SolidWorks [96]. Es tracta d'un programa de dibuix 3D que permet fer tot tipus d'operacions i confeccionar qualsevol tipus de peça, per molt difícil que sembli i per molts detalls dels quals disposi. Hi ha alternatives a aquest programa, com per exemple l'AutoCAD [97] i el Catia [98]. L'AutoCAD és un programa de dibuix tècnic en 2D, i tot i ser possible definir completament

el vehicle de rescat amb plànols en 2D, s'ha considerat més visual el fet de poder mostrar el vehicle de rescat tal com seria un cop confeccionat. Respecte al Catia, tot i ser un programa de dibuix 3D, no el domino tant com el SolidWorks, ja que aquest últim el vaig aprendre a utilitzar el primer any de carrera a l'ETSEIB a l'assignatura "Expressió Gràfica a l'Enginyeria" [99].

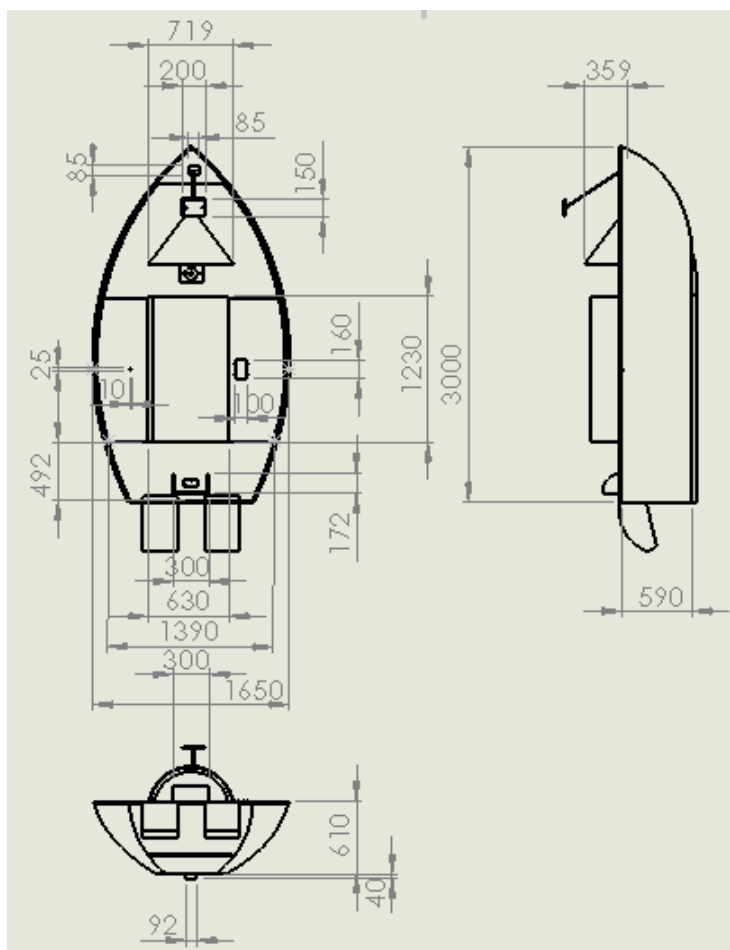
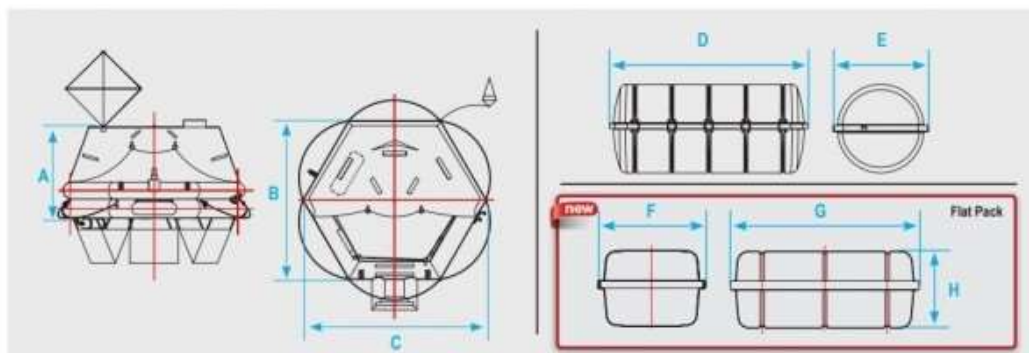


Figura 10.1.1 Plànol del vehicle de rescat. Font: Pròpia

Seguint en la línia de fer el vehicle el més senzill possible (no només per guix de treball sinó també per costos), les dimensions del vehicle són petites: 3000x590x1650 mm. Les dimensions del dipòsit de la balsa salvavides són les reals d'una balsa salvavides del mercat (balsa SOLAS B Lalizas 15 P.) [100], amb diàmetre 1230 mm i llargària de 630 mm. La balsa salvavides escollida per fer el disseny del vehicle de rescat, com ja s'ha dit anteriorment, ha estat de 15 persones (apte per al rescat de 15 persones). Aquesta balsa cilíndrica es col·loca al recipient de la balsa de manera que si s'obris sense inclinar la trapa en cap moment, el sostre de la balsa inflada quedaria amunt i la base de la balsa a baix (en contacte amb la trapa). La massa de la balsa salvavides cilíndrica és de 100 Kg.



Code	Persons	Pack	Dimensions (mm)							Cradle included Dimensions (mm)		
			A	B	C	D	E	F	G		H	
79868	8	A	1250	2390	2390	1090	615	-	-	-	600 x 560	
79880		Flat - A				-	-	564	994	405		-
79904		B				1045	545	-	-	-		-
79869	10	A	1400	2694	2694	1230	630	-	-	-	800 x 560	
79905		B				1090	615	-	-	-		-
79870	12	A	1500	2924	2924	1230	630	-	-	-	-	
79882		Flat - A				-	-	664	1044	405		-
79906		B				1090	615	-	-	-		-
79871	15	A	1600	3238	3238	1285	670	-	-	-	800 x 560	
79907		B				1230	630	-	-	-	-	800 x 560

Figura 10.1.2. Taula de dimensions de bales salvavides aptes per al rescat de 15 persones. Font: [promonautica](#)

El vehicle de rescat ha estat dissenyat a partir de la forma de la balsa salvavides cilíndrica de 1230x630 mm (referència LA 79907), que ha servit de base a partir de la qual dibuixar cadascuna de les parts de l'embarcació. La balsa desplegada té una base hexagonal, i al seu interior disposa d'elements de supervivència com per exemple aigua, aliments i medicines, entre d'altres (sense contar l'ombra). La balsa escollida, tal com el seu nom indica, compleix les normes establertes al conveni SOLAS. L'objectiu del conveni SOLAS [101] és especificar normes de construcció, equipament i explotació d'embarcacions per a garantir la seva seguretat i la dels seus tripulants. Els estats d'abanderament que hagin adoptat el SOLAS són responsables de garantir que les embarcacions sota pavelló compleixin amb les prescripcions, mitjançant el correcte reconeixement i emissió dels certificats establerts al conveni com a prova de compliment. El contenidor de la balsa salvavides és de plàstic. Al seu contenidor, per ser protegides de l'aigua, les bales estan

envasades al buit en grans bosses de polietilè que es trenca quan la balsa s'infla [102].

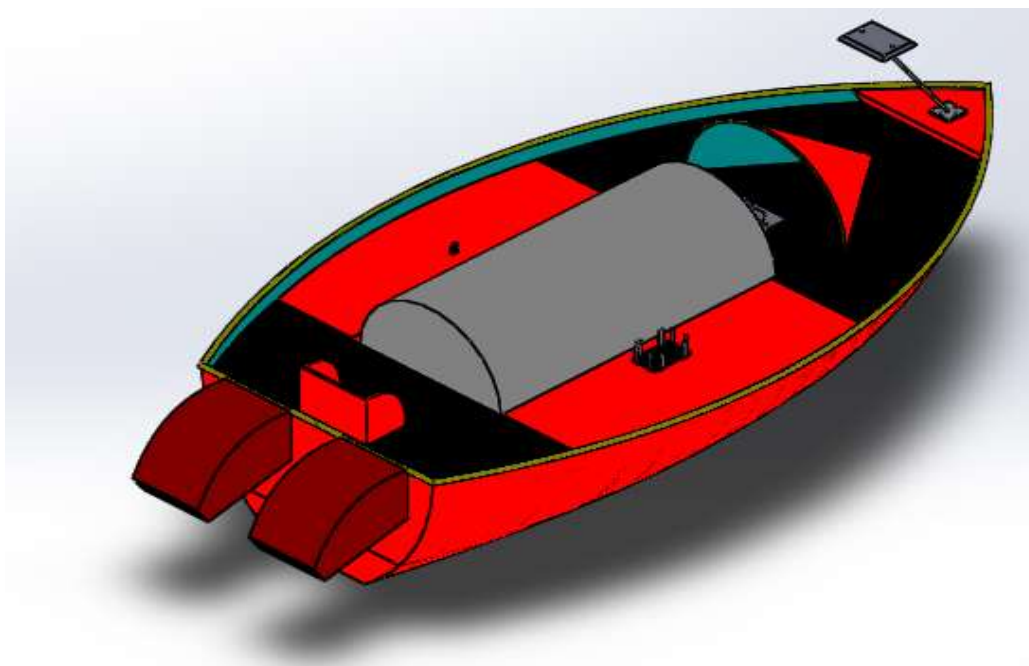


Figura 10.1.3. Vehicle de rescat vista isomètrica general. Font: Pròpia

A la figura 10.1.3 es pot comprovar que la coberta està dividida en tres parts diferents segons el seu color: dues parts negres i una vermella. Les parts negres no són més que plaques "waterproof" d'acer inoxidable. L'acer és un dels materials més utilitzats en la construcció d'embarcacions gràcies a la seva gran versatilitat de propietats. Algunes d'elles són la tenacitat (propietat d'un material d'absorbir energia abans de trencar-se) i l'elongació (capacitat d'un material de recuperar la seva forma original quan se li aplica un esforç) [103]. A més, per assegurar que no es filtra aigua a través de la coberta, es recobrirà la cara inferior interna de les xapes d'acer inoxidable que formen la coberta (la cara més interna de la coberta) amb làmines d'EPDM [104]. Tècnicament, l'EPDM és cautxú de polietilè propilè diè monòmer, un elastòmer amb molt bones propietats davant del pas de l'aigua i als agents atmosfèrics, amb una alta elasticitat i resistència, fet que el converteix en un material molt indicat per a la impermeabilització de tot tipus de superfícies. A més, la resistència als agents atmosfèrics li aporten una major durabilitat respecte a altres materials utilitzats per a la impermeabilització de cobertes, arribant les marques fins i tot a garantir el seu correcte funcionament per més de 50 anys. L'EPDM no només presenta una bona resistència davant dels agents atmosfèrics, sinó també resistència mecànica, ja que la gran elasticitat que té li aporta la capacitat de resistir trencaments provocats per altres materials. La part vermella és una trapa mòbil, també feta de materials "waterproof" (també d'acer inoxidable), sobre la qual descansa la balsa salvavides cilíndrica. Les tres parts amb la

balsa salvavides cilíndrica, juntament amb l'aïllament interior d'EPDM, constitueixen una barrera al pas de l'aigua completa, evitant l'entrada d'aigua salada a l'interior de l'embarcació que pogués desencadenar un possible enfonsament del vehicle de rescat o una fallada en el sistema electrònic del vehicle de rescat. També tenen una altra funció, que és la de protegir els elements electrònics dels pirates, no només amagant-los, sinó també guardant-los amb un sistema completament hermètic difícil de penetrar. El casc és un altre dels elements essencials d'una embarcació, ja que és el que manté contacte directe amb l'aigua salada i rep les forces d'empenyiment d'aquesta. El casc també es fabricarà amb acers inoxidable, ja que són els materials metàl·lics que millor resultats donen davant la corrosió.

A la figura 10.1.3 també es pot apreciar que hi ha dos compartiments per a la instal·lació del parell de motors de propulsió diferencial, tal com s'ha explicat a l'apartat d'"Electrònica teòrica". Ambdós estan situats a la popa del vehicle i presenten una estructura idèntica i simètrica respecte de l'eix transversal de l'embarcació per aconseguir una propulsió òptima i sense desviació deguda al mateix vehicle de rescat. Ambdós compartiments seran confeccionats amb acer inoxidable per les seves propietats característiques.

Just a sobre dels motors, també a popa, es pot veure que hi ha una estructura protectora d'acer inoxidable amb la funció de protegir el dispositiu GPS del qual disposa el vehicle de rescat. Aquesta estructura només protegeix per tres cantons al GPS per diverses raons. La primera és per protegir el GPS per aquests tres cantons, lògicament. El perquè no es protegeix per la part superior és ben senzill: no es vol obstruir la connexió via satèl·lit del GPS, ja que és un dels elements principals de l'embarcació i ha de disposar d'una connexió òptima amb la centraleta i el SIVE. Per la part davantera tampoc protegeix al dispositiu GPS, ja que aquest està protegit per la balsa salvavides, que fa de paret i protegeix del fort vent d'alta mar.

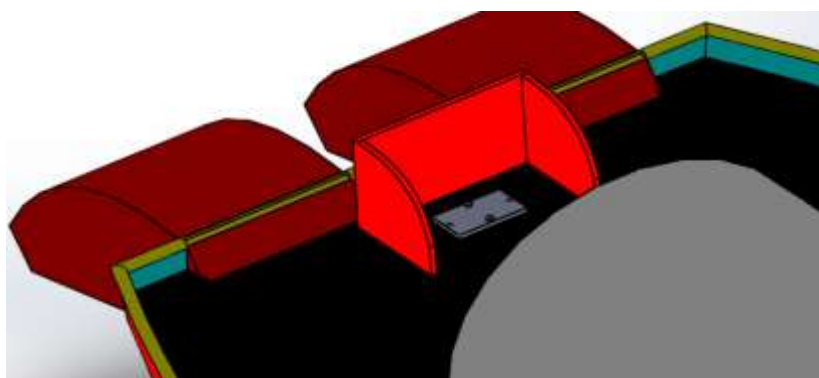


Figura 10.1.4. Base del dispositiu GPS entre els compartiments dels motors de propulsió diferencial. Font: Pròpia

La base d'acer inoxidable del dispositiu GPS està fixada a la coberta de la popa, de color

negre. Aquesta part de la coberta, igual que la resta de parts de l'embarcació, està fabricada a prova d'aigua i de la corrosió. És just sota aquesta part de la coberta on es troben la major part dels components del sistema electro-mecànic del vehicle de rescat. Abans de procedir amb l'exposició dels elements que seran instal·lats sota la coberta de popa, a mode d'introducció, cal dir que en aquest apartat del treball s'ha escollit l'opció d'utilitzar un sol motor amb dos eixos de sortida perpendiculars entre ells per transmetre el parell motor generat a les politges del sistema de desplegament i llançament que s'explicaran a l'apartat següent (punt 10.2 del treball, "Sistema de desplegament i llançament"), amb un reductor a la sortida de l'eix de rotació més lent. Recordem que hi havia diferents opcions, com per exemple l'alternativa d'utilitzar dos motors diferents de diferent potència cadascun (aquesta opció és la que ha estat escollida per al disseny del sistema electrònic del prototip del vehicle de rescat exposat al punt 7.3 del treball, a "Electrònica pràctica del prototip").

El pla és instal·lar en aquesta part l'ECU, les bateries nàutiques, els convertidors de potència, el motor encarregat de desplegar la balsa i llençar la radiobalisa d'emergència, el sistema de politges i pistons encarregat de desplegar la balsa i llençar la radiobalisa i el conjunt d'elements aïllants necessaris per a les connexions elèctriques (per exemple, la connexió del dispositiu GPS amb l'ECU). La connexió del dispositiu GPS amb l'ECU es durà a terme fent passar els cables del GPS a través d'uns orificis de la coberta sobre la qual està instal·lat (no marquem els orificis, ja que depenent del GPS que s'esculli, el nombre de cables i el diàmetre dels mateixos variarà). Aquest espai té unes dimensions aproximades (ja que no es tracta de parets rectes) de 1390x490x400 mm. Concentrar la major part dels elements electrònics en el mateix punt de l'embarcació és una manera d'optimitzar espai i costos. L'optimització d'espai és obvia, i la reducció de costos ve donada per la reducció d'espai a aïllar, ja que recordem que l'entorn marí no és gens benèvol amb els elements electrònics, i cal que aquests estiguin completament aïllats (tot i estar perfectament aïllats per la coberta, s'aïllen també sota aquesta per garantir la seguretat total dels elements electrònics). Cal dir que molts dels elements electrònics que formen el sistema electrònic del vehicle de rescat no necessiten ser aïllats, com per exemple l'ECU i les bateries nàutiques.

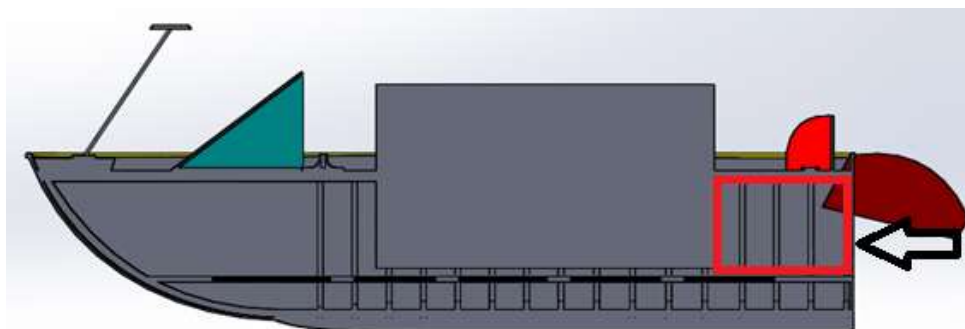


Figura 10.1.5. Espai reservat per a l'ECU, les bateries i demés components que formen el sistema electrònic-mecànic de l'embarcació. Font: Pròpia

Al mig de l'embarcació hi ha una trapa que fa de coberta de color vermell, sobre la qual descansa la balsa salvavides cilíndrica a transportar durant el protocol d'auxili. La trapa disposa d'una solapa metàl·lica, la qual serveix per fixar millor la balsa salvavides i permet la rotació d'ella mateixa al voltant del seu eix fix de rotació per afavorir el desplegament de la balsa salvavides en el moment de llençar la balsa i la radiobalisa al mar. Com s'ha explicat anteriorment, aquesta trapa amb la balsa salvavides cilíndrica fa de barrera aïllant de l'interior del vehicle de rescat marítim. La trapa és un element mòbil unit al casc de babord mitjançant frontisses que permeten la rotació al voltant del seu eix. Aquesta rotació permet llençar al mar la balsa desplegada i la radiobalisa d'emergència, que s'activa en entrar en contacte amb l'aigua.

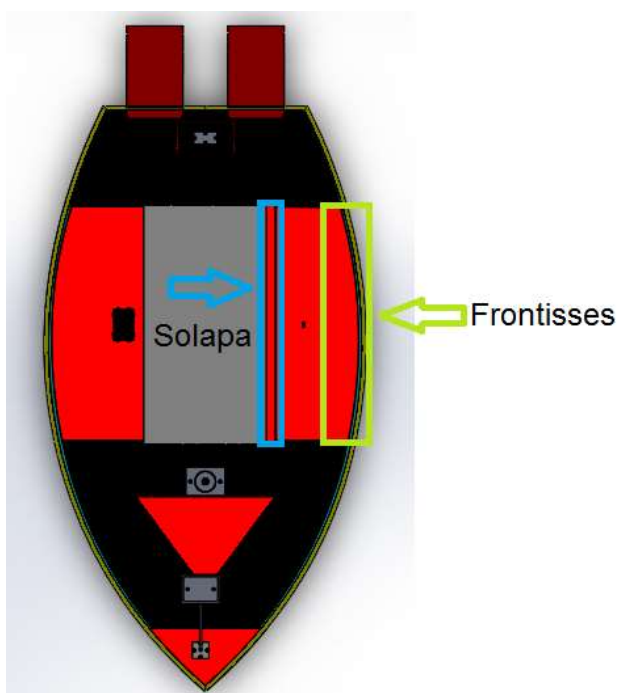


Figura 10.1.6. Localització de la solapa i les frontisses del vehicle de rescat. Font: Pròpia

Just per sota de la trapa hi ha instal·lada al vehicle de rescat marí una segona coberta inferior d'acer inoxidable, pensada per protegir l'interior del vehicle durant l'operació de desplegament de la balsa salvavides cilíndrica i l'activació de la radiobalisa. Aquesta té pràcticament la mateixa forma que la trapa, i protegeix de l'aigua l'estructura de l'embarcació i el sistema electrònic. A més, incorpora dues parets laterals per protegir l'interior de l'embarcació en les direccions de proa i de popa. A la figura 10.1.7 es pot observar, a estribord, un forat rectangular per on passarà l'èmbol encarregat d'empènyer la trapa quan el pilot ho indiqui. També es pot observar que hi ha un altre forat rectangular a la paret de la segona coberta (la de sota la trapa) que dóna a la popa. Aquest forat s'utilitza per deixar passar el tirant de la balsa salvavides, que és estirat per la politja encarregada d'estirar del terme de la balsa, instal·lada a l'espai vermell que apareix a la figura 10.1.5.

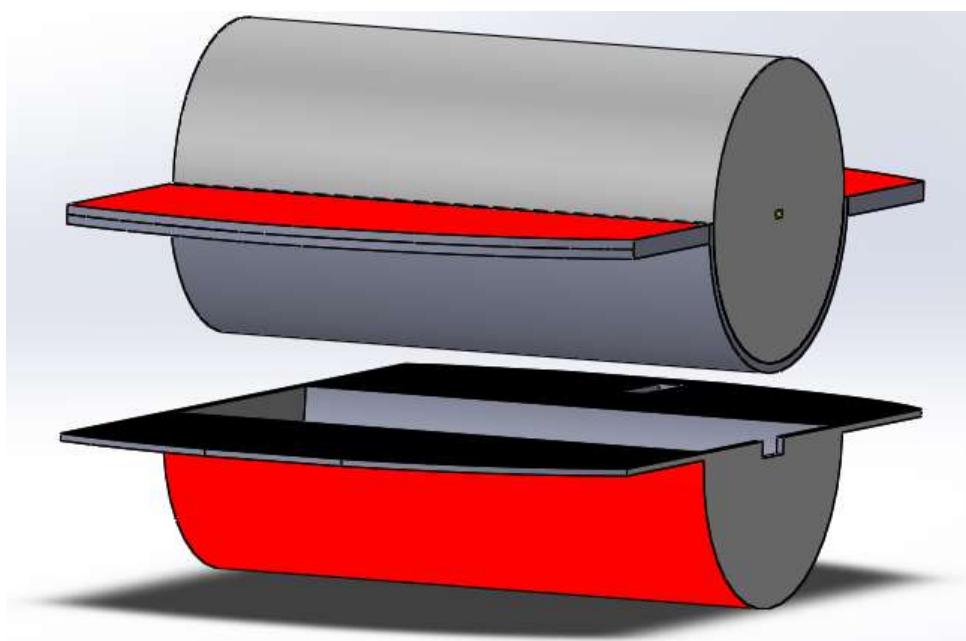


Figura 10.1.7. Trapa amb la balsa cilíndrica i segona coberta, amb el forats pel pistó i pel tirant. Font: Pròpia

A un dels laterals d'aquesta segona coberta (estribord, el mateix cantó que el forat rectangular) es troba una de les parts del sistema de politges encarregada d'empènyer la trapa.

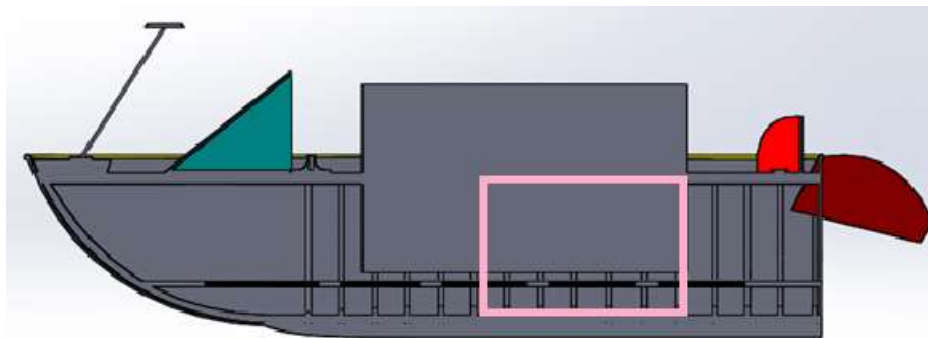


Figura 10.1.8. Espai reservat per a una de les parts del sistema de politges encarregada d'empènyer la trapa.

Font: Pròpia

Aprofitant l'esquelet de l'embarcació, es va considerar utilitzar tota la part inferior de l'embarcació (per sota del reforç) per fer passar els cables que connecten els dispositius electrònics de proa amb els de popa.

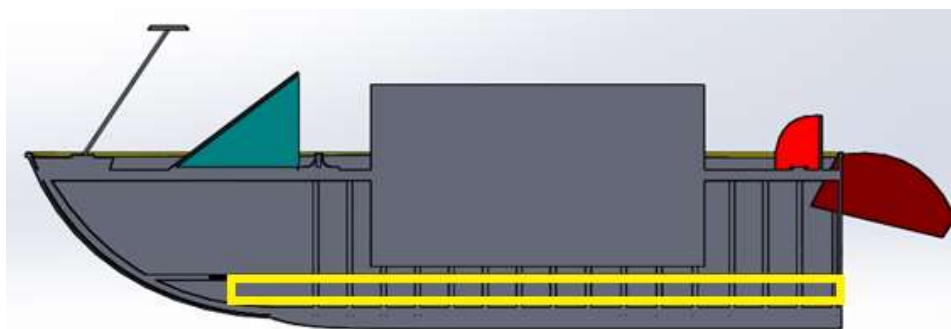


Figura 10.1.9. Espai reservat per al cablejat que connecta els dispositius electrònics de proa amb els de popa.

Font: Pròpia

Fixat a sobre de la trapa podem trobar dos elements d'acer inoxidable que ressalten pel seu color, diferent del vermell lluminós d'aquesta. Es tracta d'una base rectangular amb varetes metàl·liques rectangulars que el que fan és que la radiobalisa no es mogui d'aquesta posició (Radiobalisa dins la funda flotable). La radiobalisa està lligada a un ancoratge amb un orifici de 10 mm de diàmetre per fer passar la corda. La corda mesura aproximadament un metre, suficient perquè la radiobalisa arribi al mar i s'activi, però insuficient per arribar fins a l'hèlix del motor, on es podrien fer malbé ambdós. Aquesta corda connecta els laterals de l'embarcació per sobre de la balsa salvavides cilíndrica.

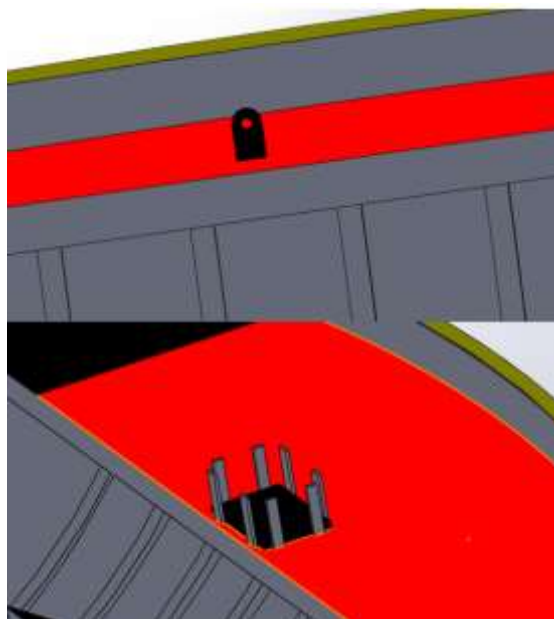


Figura 10.1.10. Base on es troba la radiobalisa i ancoratge al qual va lligada. Font: Pròpia

La forma cilíndrica de la balsa salvavides implica una alta resistència al pas de l'aire durant els trajectes de rescat en la direcció en la qual viatgi l'embarcació. És per això que s'ha decidit incorporar a l'embarcació un aleró d'acer inoxidable que desviï progressivament els corrents d'aire frontals a la cara circular de la balsa salvavides cilíndrica, aconseguint un vehicle molt més aerodinàmic, ràpid i òptim (estalvi d'energia). Alhora, per aprofitar l'espai i aconseguir un vehicle de rescat compacte i senzill, s'ha considerat adient instal·lar l'antena WiFi 4G marina entre l'aleró i la balsa salvavides cilíndrica per protegir-la de les inclemències del temps (principalment dels corrents d'aire que poden arribar a fer malbé el dispositiu). Tot i estar instal·lada entre l'aleró i la balsa salvavides, s'ha comunicat al fabricant de l'antena escollida pel prototip [105] la situació explicada en aquest paràgraf i ha contestat que no hi haurà cap problema amb la connexió 4G, que tot hauria de funcionar correctament, ja que hi ha vaixells que instal·len aquestes mateixes antenes a llocs coberts de l'embarcació (també buscant protegir el dispositiu) i la qualitat de la connexió no disminueix. La connexió de l'antena WiFi 4G amb l'ECU es durà a terme fent passar els cables de l'antena a través d'uns orificis de la coberta sobre la qual està instal·lada (no marquem els orificis, ja que depenent de l'antena marina que s'esculli, el nombre de cables i el diàmetre dels mateixos variarà), sigui fora o just a sota de la base d'acer inoxidable sobre la qual es fixarà l'antena (hi ha antenes WiFi que ho permeten [106]), i fent passar els cables de la mateixa per la part inferior de l'embarcació (figura 10.1.9) fins a arribar a la popa (figura 10.1.5).

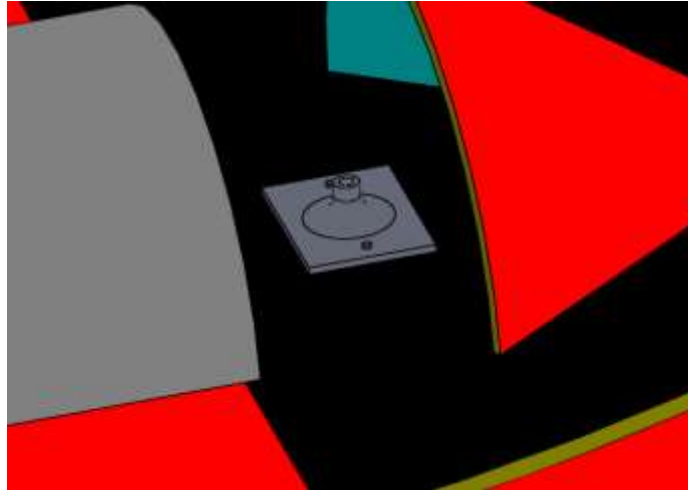


Figura 10.1.11. Base de l'antena WiFi 4G marina entre l'aleró i la balsa salvavides cilíndrica. Font: Pròpia

A la punta de proa es pot observar un esglaó que dóna lloc a una petita plataforma on hi ha una base metàl·lica d'acer inoxidable fixada a aquesta. Aquesta base metàl·lica és l'inici del suport de la càmera (d'acer inoxidable) instal·lada al final de la barra cilíndrica que neix d'aquesta, i dóna lloc a una altra base (també d'acer inoxidable) on es fixa la càmera escollida per transmetre les imatges del mar a la centraleta. Tots aquests elements, les dues bases i la barra cilíndrica inclinada formen el suport de la càmera, que té la funció de fixar-la al vehicle i elevar-la el màxim possible perquè disposi d'una visió panoràmica i òptima per poder dur a terme el protocol d'auxili amb la millor visibilitat possible. La connexió de la càmera marina amb l'ECU es farà trenant el cablejat de la càmera a través de la barra cilíndrica inclinada del suport de la mateixa (i protegint aquests cables amb protectors de cables a prova de la corrosió i l'aigua salada), fent passar els cables de la càmera a través d'uns forats que hi ha a la coberta de sota l'esglaó sobre el qual està instal·lat (no marquem els forats, ja que depenent de la càmera marina que s'esculli, el nombre de cables i el diàmetre dels mateixos variarà), i fent passar els cables de la mateixa per la part inferior de l'embarcació (figura 10.1.9) fins a arribar a la popa (figura 10.1.5).

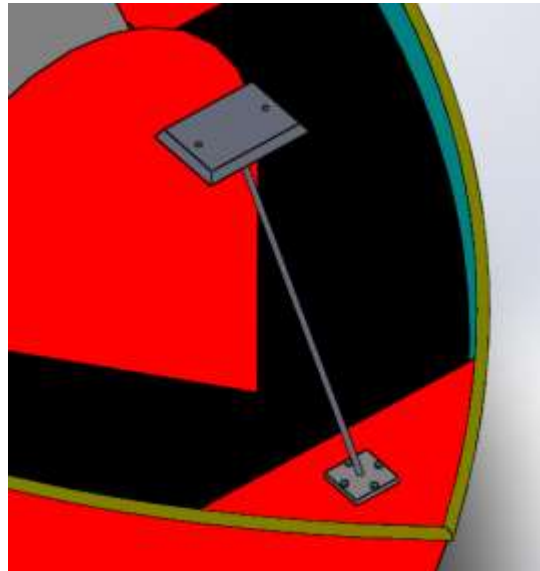


Figura 10.1.12. Suport de la càmera compost per una barra cilíndrica i de dues bases metàl·liques. Font: Pròpia

Pel que fa a la part inferior del casc del vehicle de rescat (obra viva), s'ha decidit que el més segur era disposar d'una petita superfície plana perquè la força d'empenyiment sigui elevada en la direcció vertical i assegurar la flotabilitat de l'embarcació en les situacions més adverses que es pugui trobar navegant per la Mediterrània.

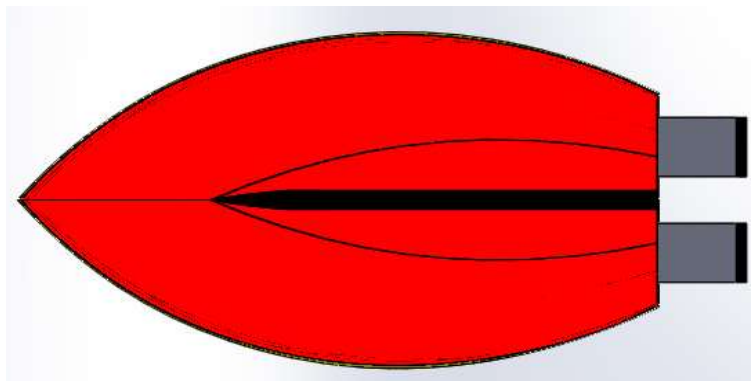


Figura 10.1.13. Vista de la planta per sota del vehicle de rescat. Font: Pròpia

El disseny de l'esquelet del vehicle de rescat ha estat un dels principals focus d'esforç del treball de fi de grau. S'han estudiat les diferents alternatives que s'utilitzen en l'actualitat per al disseny d'embarcacions marines [107][108] i s'han fullejat molts llibres que parlen sobre aquesta matèria [109][110]. Al final d'aquest període d'estudi, s'han extret les conclusions oportunes i s'han aplicat al disseny de l'embarcació, tot combinant diferents idees i innovant per aconseguir l'estructura més resistent als xocs i a les inclemències del temps possible (xocs amb vaixells i pasteres, grans onades, ...).

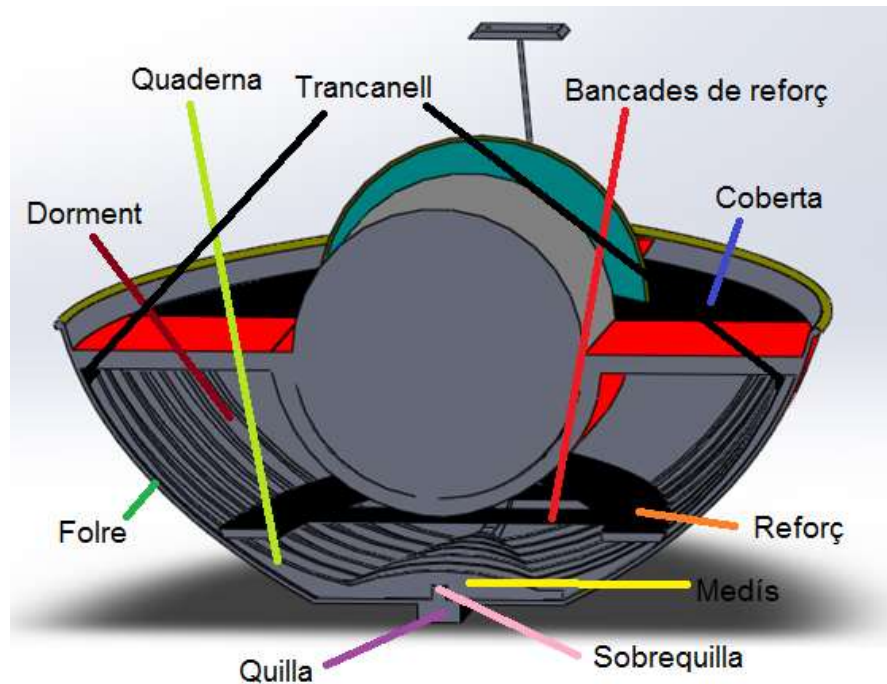


Figura 10.1.14. Parts de l'estructura interna del vehicle de rescat. Font: Pròpia

Es procedeix a explicar les parts de l'estructura interna del vehicle, tal com es mostra a la Figura 10.1.14 [111]. Començant de fora cap endins, al primer nivell de l'embarcació (el més superficial, el que té contacte directe amb l'exterior del vaixell) hi ha la coberta i la quilla. La coberta és, segons el diccionari invers de la llengua catalana [112], la plataforma horitzontal que clou el buc d'una nau i el divideix en compartiments sobreposats.

La quilla, confeccionada amb acer inoxidable, és la peça des d'on neixen les quadernes o costelles. És la peça més important de l'estructura sobre la qual es construeix un vaixell, és al vaixell el que la columna vertebral és a l'esquelet. Una de les seves principals utilitats és la de mantenir el rumb i no virar per culpa dels corrents marins presents en qualsevol espai de mar obert. Travessant el casc i passant pel folre (material que hi ha entre el casc i el dorment) apareixen la sobrequilla (d'acer inoxidable, igual que la quilla) i el dorment (de fusta de teca) al segon nivell de l'embarcació (més cap a l'interior). En nàutica, s'anomena folre al conjunt de taulons dels vaixells de fusta i de xapes d'acer en els metàl·lics (en el cas del vehicle de rescat està compost per xapes d'acer inoxidable a la part més superficial i de taulons de fusta de teca a l'interior) amb què es cobreix l'esquelet del buc, cobertes, mampares, ... La teca és potser la millor fusta per a la fabricació de vaixells. És una espècie molt estable, flexible i amb molt bona resistència als impactes. S'asseca fàcilment, té la fibra recta, és molt impermeable i és molt durable. Fins i tot es comporta bé quan es fan servir ancoratge de ferro per unir les peces [113]. La sobrequilla o quilla falsa és un element constructiu en els vaixells i embarcacions. Es posa de popa a proa per sobre dels medissos

en tots els vaixells i serveix per a consolidar la quilla i donar estabilitat, tot facilitant la fixació de les quadernes i els medissos. Pel que fa al dorment, és simplement la cara inversa del casc de l'embarcació, la filada de fustes que serveixen de suport als baus. Just després trobem el trancanell (d'acer inoxidable), les quadernes i els medissos (ambdós de fusta de teca). El trancanell és la filada de la coberta que, resseguint-ne el contorn, forma la unió d'aquesta amb el costat de la nau. Les quadernes són les costelles de l'esquelet de l'embarcació. Es tracta de barres corbades de fusta o metall que ressegueixen el contorn de la cara interior del casc (dorment) i van des de la sobrequilla fins a la cara interior de la coberta (bancada). Els medissos són peces corbades que es fixen transversalment sobre la quilla i que són la base de les quadernes d'un buc. Com pot observar el lector d'aquest treball de fi de grau, hi ha un element de l'esquelet que encara no s'ha explicat i no s'utilitza normalment en la construcció d'embarcacions. Es tracta d'una innovació feta per garantir la resistència de l'embarcació vers possibles xocs que pugui tenir, sigui amb altres vaixells o bé impactes amb grans onades que de vegades sacsegen el mar Mediterrani. Aquest reforç de fusta de teca, que segueix el contorn de la cara interior del casc (dorment) a menys de 200 mm d'alçada respecte de la part més baixa del vehicle de rescat, garanteix la robustesa que es busca en una embarcació de rescat d'aquest tipus. El reforç impedeix els grans desplaçaments del casc i reforça les quadernes, garantint que no es moguin de la seva posició. A la part interior del reforç hi ha les bancades de reforç, que uneixen estribord amb babord (del mateix material que el reforç). Aquestes bancades són les que li donen rigidesa al reforç, i alhora aquest se la dóna a l'estructura de l'embarcació.

Cal que l'embarcació sigui visible des de lluny, ja sigui per facilitar les tasques de recerca en cas d'avaria o perquè els naufrags puguin avisar-la fàcilment. És per això que s'ha escollit com a color del casc (tant l'obra viva com l'obra morta) el vermell lluminós. Un altre recurs a utilitzar perquè els immigrants sàpiguen que es tracta d'un vehicle de rescat marí europeu i confiïn en el protocol d'auxili dut a terme (que sàpiguen que els acabaran transportant a les costes europees) és plasmar la bandera del país on es du a terme el rescat d'immigrants (espai marítim) al casc de l'embarcació juntament amb inscripcions de S.O.S. per comunicar les intencions de l'embarcació.

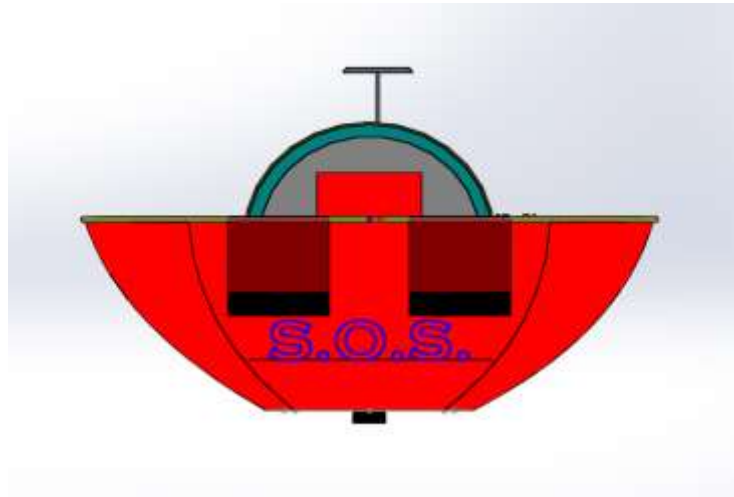


Figura 10.1.15. Vista de l'Alçat del vehicle de rescat amb el missatge de S.O.S. Font: Pròpia

10.2. Sistema de desplegament i llançament

Abans de procedir amb l'explicació del sistema de desplegament i llançament, a mode d'introducció, cal dir per a la correcta comprensió d'aquest apartat del treball que en aquest apartat s'ha escollit l'opció d'utilitzar un sol motor amb dos eixos de sortida perpendiculars entre ells per transmetre el parell motor generat a les politges del sistema de desplegament i llançament que s'explicaran a continuació, amb un reductor a la sortida de l'eix de rotació més lent.

El sistema encarregat de desplegar la balsa salvavides cilíndrica i llençar-la al mar juntament amb la radiobalisa dins de la seva corresponent funda flotable està compost per un motor, dos eixos, tres politges (amb les seves tres cordes corresponents), una peça especialment dissenyada per aquest vehicle, la seva guia articulada i un parell de molles elàstiques. El motor, la politja encarregada d'estirar del terme de la balsa salvavides cilíndrica (amb la seva corresponent corda lligada al terme de la balsa) [114] i l'eix que uneix ambdós es troben a l'espai indicat a la figura 10.1.5 (vermell), instal·lats per sobre del reforç. Aquesta politja es troba encastada a la bancada (cara oposada de la coberta) de la popa de cap per avall i en línia recta amb el forat de la balsa per on llisca el tirant que permet desplegar-la. La velocitat angular d'aquesta politja és més alta que la de la resta de politges del sistema, ja que ha d'estirar 11 m de tirant mentre l'altre parell de politges només ha d'estira menys de mig metre en el mateix temps simultàniament. Aquesta diferència de velocitats entre eixos quadra perfectament amb la seva funcionalitat, ja que

l'eix que gira més ràpidament necessita fer menys força que el parell d'eixos que giren més lentament, els quals han de fer una força més elevada per inclinar la trapa i d'aquesta manera poder llençar al mar la balsa i la radiobalisa (reducció de velocitat de l'eix a canvi d'un augment del parell). Aquesta diferència de velocitats dels eixos, que giren a velocitats diferents tot i ser propulsats pel mateix motor, ve donada per la incorporació al sistema mecànic de desplegament i llançament d'un reductor, aconseguint així dues marxes diferents pels eixos [115].

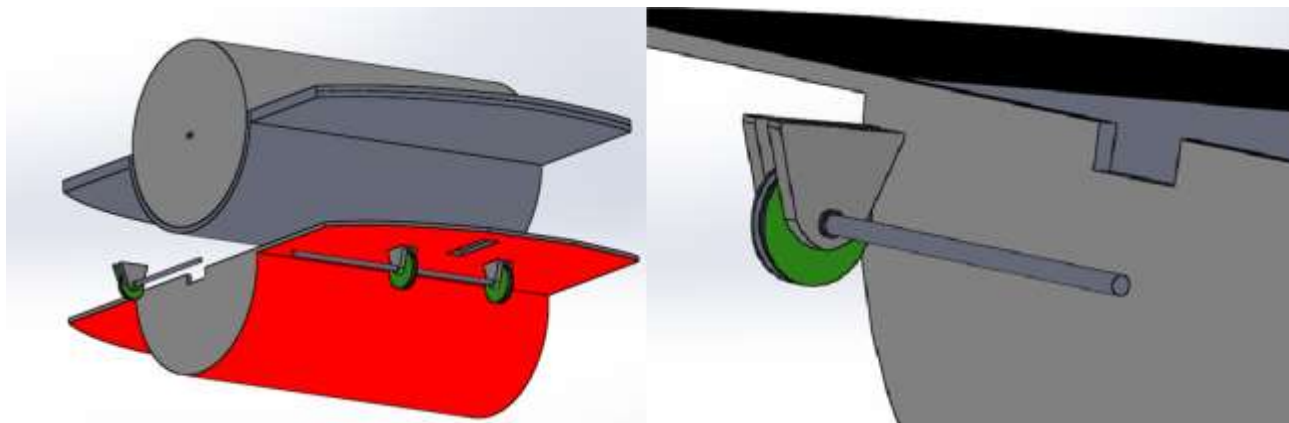


Figura 10.2.1. Vista global del sistema de politges i zoom sobre la politja encarregada d'estirar del terme.

Font: Pròpia

Per altra banda, l'eix que connecta el motor amb les dues politges que roten més a poc a poc (ambdues amb la mateixa velocitat i sentit), aquestes mateixes (amb el seu parell de cordes pertinent), la peça especialment dissenyada per aquest vehicle, la seva guia articulada i el parell de molles elàstiques es troben a l'espai marcat a la figura 10.1.8 (rosa). Aquest segon eix és perpendicular al que fa girar la politja encarregada d'estirar del terme de la balsa (la de major velocitat angular). Les dues politges que roten a velocitat síncrona (i en el mateix sentit) es troben encastades a la segona coberta (la de sota de la trapa) de cap per avall, perpendicular a l'eix que les fa girar (lògicament) i una a cada banda del forat rectangular que permet el pas de la peça encarregada d'empènyer la trapa.

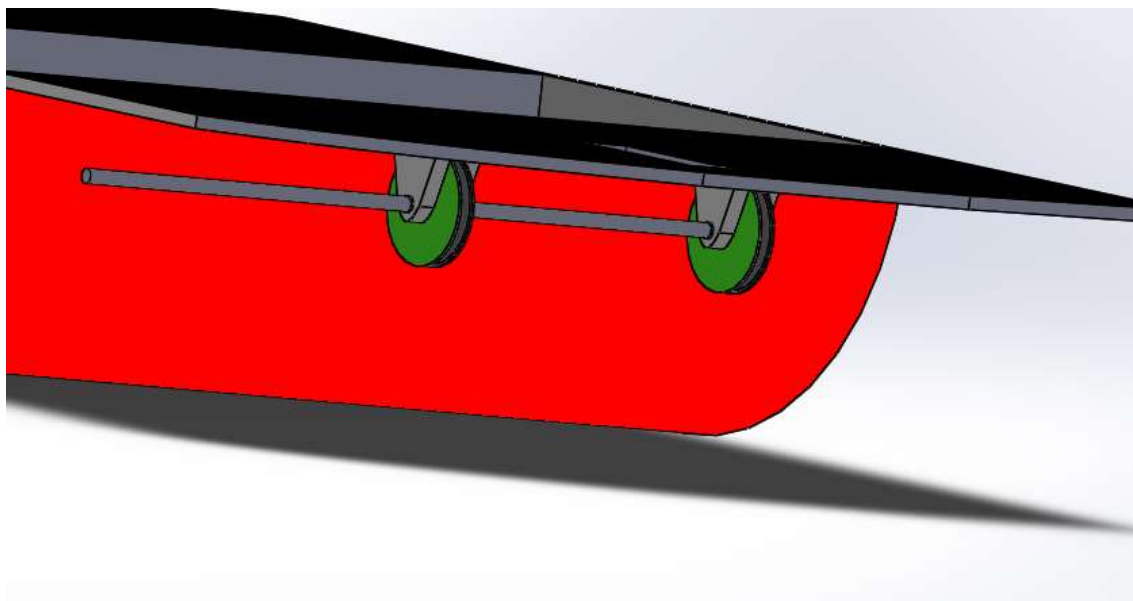


Figura 10.2.2. Parell de politges que roten a velocitat síncrona. Font: Pròpia

Just a sota de les politges es troba la peça especialment dissenyada per aquest sistema mecànic del vehicle de rescat. Es tracta d'una barra d'acer inoxidable de secció quadrada 40x40 mm i de 400 mm de longitud que presenta forma de creu a causa de les barres (també d'acer inoxidable) de secció rectangular 30x15 mm que s'han soldat als seus laterals. Les cordes que estiren les politges estan lligades als extrems de les barres soldades a la peça, i són les encarregades de transmetre el moviment en direcció vertical a la peça, tot i que també es desplaça una mica en l'eix horitzontal. Quan la peça es desplaça verticalment (puja), el que fa és empènyer el lateral de la trapa d'estribord amb la seva punta d'EPDM de geometria (forma) similar a la d'una porció esfèrica (per evitar que es faci malbé la trapa).

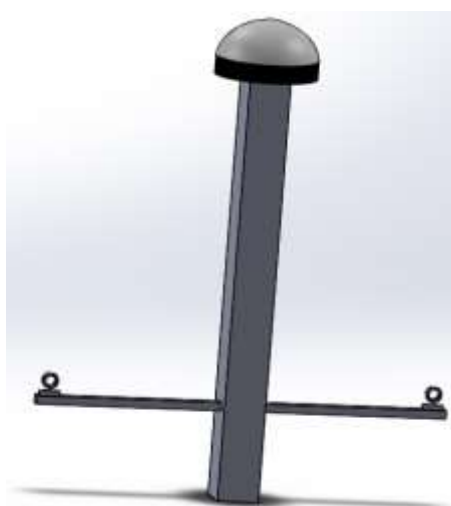


Figura 10.2.3. Peça especialment dissenyada pel sistema mecànic del vehicle de rescat encarregat d'empènyer la trapa. Font: Pròpia

Però perquè la peça es desplaci en la direcció exacte que es requereix, cal incorporar al sistema la guia articulada de la peça. Aquesta guia articulada d'acer inoxidable està fixada a l'embarcació per la seva part inferior, la de l'articulació. Es pot dir que l'articulació uneix l'embarcació amb la guia. L'articulació es troba encastada als dorments d'estribord. La guia, de secció interior i exterior quadrada (40x40 mm i 60x60 mm, respectivament), presenta forats rectangulars a totes les seves cares, que tenen la finalitat de disminuir la superfície de fregament i de deixar passar les barres de la peça que transmeten el moviment gràcies a les cordes lligades als seus extrems (sense aquestes obertures, les barres soldades no es podrien desplaçar perquè es trobarien amb l'obstacle de la guia). És necessari lubricar la guia amb oli lubricant per assegurar el correcte lliscament de la peça sobre la guia articulada [116].



Figura 10.2.4. Guia articulada de la peça encarregada d'empènyer la trapa (figura 10.2.3). Font: Pròpia

Com ja s'ha dit, la peça encarregada d'empènyer la trapa no segueix una trajectòria purament rectilínia, sinó més aviat curvilínia, motiu pel qual el forat és rectangular (per permetre el desplaçament en la direcció longitudinal del rectangle). Perquè la peça pugui seguir una trajectòria curvilínia sense presentar problemes, s'ha decidit incorporar dos ganxos a la guia, un a cada banda de l'obertura rectangular de la cara frontal als dorments d'estribord, que estiguin enganxats a dues molles per un dels seus extrems, mentre que l'altre extrem de les molles estarà enganxat als dorments d'estribord (important que estiguin enganxats als dorments i no a alguna de les quadernes de l'embarcació). Aquestes molles combinades amb l'articulació de la guia permeten un lleu desplaçament curvilini en el pla de l'articulació i el restringeix en l'eix horitzontal perquè la punta de la peça no se surti de la secció rectangular per la qual ha d'empènyer. A l'inici de l'operació de desplegament i llançament, la peça i la guia es troben en posició vertical com a resultat de la tensió inicial que el parell de cordes fa sobre la peça encarregada d'empènyer la trapa.

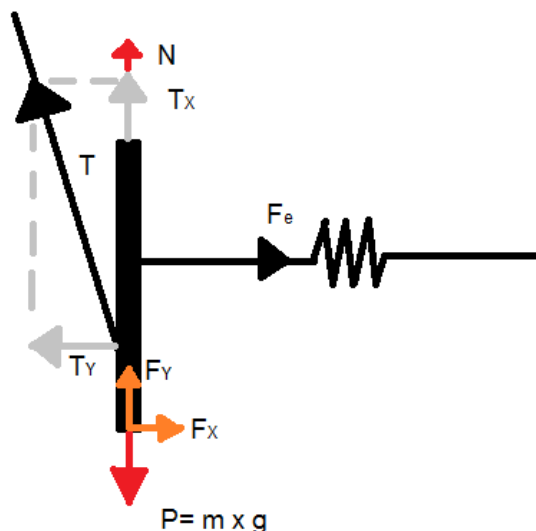


Figura 10.2.5. Balanç de forces del sistema peça guia. Font: Pròpia

La constant elàstica de la molla és baixa (material que oposa una resistència considerable a compressió i a tracció), fet que ajuda a fer que la peça i la guia es mantinguin pràcticament verticals en tot moment (perfectament verticals no, ja que la peça que empeny la trapa segueix una trajectòria lleugerament curvilínia, donant lloc a desviacions petites de l'angle entre l'eix de la peça i la guia respecte de l'eix vertical del pla de l'articulació). El principal material candidat per la molla és l'acer inoxidable [117], que presenta importants propietats elàstiques tant a tracció com a compressió (en ambdós casos, mòdul de Young al voltant de 210 000 MPa [118]) a part de les propietats anticorrosives comentades a l'apartat de "Disseny del vehicle de rescat". La força elàstica igual a 0 de les molles es dona quan la posició de la peça forma 5° (direcció positiva a estribord) respecte de l'eix vertical (eix Y) en el pla de l'articulació. Seguint la llei de Hooke [119], es tracta del punt d'elongació igual a 0.

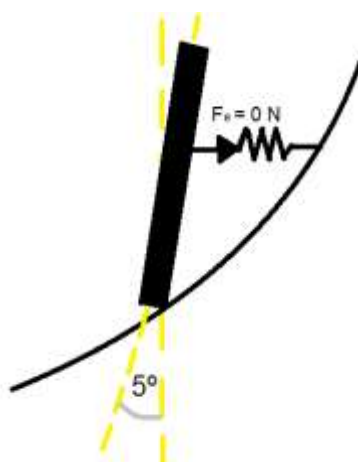


Figura 10.2.6. Posició de la peça i la guia on la força elàstica de les molles és nul·la. Font: Pròpia

El procés de desplegament de la balsa salvavides cilíndrica i llançament d'aquesta al mar juntament amb la radiobalisa d'emergència s'inicia en el moment que el pilot, des de la centraleta, manté 10 segons pulsant el pulsador de color vermell del "joystick" per donar l'ordre d'obrir la balsa salvavides. En aquest precís moment, el motor s'engega, i gràcies a la presència de dues marxes diferents pot subministrar el moviment de rotació a totes les politges del sistema mecànic encarregat del desplegament i el llançament de la balsa i la radiobalisa. Una de les politges estira del terme, mentre que les altres dues estiren de la peça encarregada d'empènyer la trapa per estribord, aconseguint així obrir la balsa salvavides al mateix temps que s'inclina la trapa perquè la balsa desplegada vagi a parar al mar. Per entendre bé aquest procés, cal recordar que aquesta balsa cilíndrica es col·loca al recipient de la balsa de manera que si s'obris sense inclinar la trapa en cap moment, el sostre de la balsa inflada quedaria amunt i la base de la balsa a baix (en contacte amb la trapa). Pot semblar que no és tan intuïtiu que la balsa sigui capaç de ser llençada al mar d'aquesta manera, però cal tenir en compte que durant el procés d'inflació de la balsa [120], aquesta s'allibera del recipient cilíndric que la conté, facilitant enormement la retirada de la balsa del recipient de la trapa que el conté. Durant el procés d'inflament, la corda que uneix la radiobalisa d'emergència amb babord és desplaçada verticalment (a l'inici del procés ja es troba tensada) a causa de l'obertura del recipient cilíndric de la balsa salvavides, fet que provoca que la radiobalisa surti de la base on està situada (figura 10.1.10), i a causa de la inclinació de la trapa, ejectada cap al mar per babord. Per tant, queda clar que el procés d'inflació de la balsa salvavides és molt important pel correcte llançament d'aquesta al mar, ja que la força que generada durant aquest procés és la raó principal que fa que la radiobalisa sigui ejectada, que la balsa surti del recipient de la trapa i ambdues acabin flotant al mar a causa de la inclinació de la trapa.



Figura 10.2.7. Balsa salvavides desplegada apte per al rescat de 15 persones com a màxim.

Font: [deyuanmarine](http://deyuanmarine.com)

11. Millores futures

El protocol d'auxili presentat en aquest treball de fi de grau és molt complet i disposa de solucions efectives per als casos de rescat més típics que es poden donar en alta mar. Tot i això, hi ha tot un ventall de possibles millores, tant del protocol com del vehicle de rescat que amb el que es du a terme. A continuació s'exposaran algunes de les millores que s'han considerat més necessàries i/o útils per al procés de millora del protocol.

Una de les millores principals que cal incorporar en un futur pròxim al vehicle de rescat és la capacitat de portar incorporades diverses bales salvavides. Ja s'ha explicat en anteriors punts del treball de fi de grau que amb una sola balsa salvavides amb capacitat per a 15 persones no és possible atendre a la majoria d'embarcacions d'immigrants que creuen el Mediterrani clandestinament. És per això que cal crear una embarcació més gran amb capacitat per a 6 bales salvavides cilíndriques amb capacitat per a refugiar a 15 persones cadascuna d'elles. Òbviament, no es desplegarien totes alhora, sinó una a una segons com es desenvolupi el rescat en qüestió. El desplegament de cadascuna de les bales es faria de la mateixa manera que en el cas de portar incorporada una sola balsa, prement el polsador vermell del "joystick" durant 10 segons (10 segons per cada balsa, deixant de prémer el botó entre balsa i balsa). No es desplegarien totes les bales de cop per dues raons principalment: costos econòmics i l'impacte mediambientals. El cost d'una balsa salvavides de bona qualitat amb capacitat per a 15 persones pot rondar els 1000 € [121], per tant cal anar amb compte i no utilitzar més bales de les necessàries durant el protocol d'auxili. L'impacte mediambiental és un altre factor a tenir en compte a l'equació, ja que no s'ha d'oblidar que durant el protocol d'auxili es genera brossa en forma de recipients cilíndrics de plàstic i fibra de vidre i bales salvavides de plàstic. Una alternativa diferent pot ser la d'afegir espai per a menys de 6 bales salvavides cilíndriques, però que aquestes tinguin capacitat per a refugiar a més de 15 persones cadascuna d'elles [122].



Font 11.1. Balsa salvavides buida arribant a la costa en forma de brossa marina. Font: [Fenix Yachts](#)

Una altra millora podria ser la barreja d'idees entre el projecte inicial del "vehicle autònom marí de rescat de pasteres" (descartat) i aquest treball de fi de grau ("Protocol de rescat d'immigrants al Mediterrani"). Es tractaria de modificar completament el vehicle de rescat per control remot per adaptar-lo al transport d'un gran nombre d'immigrants. D'aquesta manera, el protocol variaria en el sentit que un cop localitzat el punt d'emergència no caldria esperar a les autoritats encarregades del rescat, sinó que el mateix vehicle seria capaç de transportar els immigrants a la costa perquè fossin atesos pels equips mèdics i identificats per les autoritats de l'estat europeu en qüestió. Aquesta millora hauria d'anar de la mà d'altres millores com podria ser la capacitat de seguiment d'un vehicle de rescat (sense cap pilot que el pilotés) a un altre pilotat per un pilot de la centraleta com a solució al problema de l'espai necessari per a transportar a un gran nombre d'immigrants.

Dins de l'apartat de millores s'ha considerat pertinent incorporar la idea de rescatar persones que no siguin immigrants irregulars. Aquest protocol innovador, amb el pas de temps, no es descarta per ser utilitzat per rescatar tot tipus de persones en perill en alta mar que requereixin ser rescatats. En aquest apartat del treball es planteja per primer cop la possibilitat d'expandir del protocol més enllà del control de fronteres si realment el temps demostra que aquest ha estat una bona solució als problemes dels immigrants morts al Mediterrani durant la llarga travessia a Europa.

12. Impacte ambiental

L'impacte ambiental cada cop es té més en compte a l'hora d'implementar un projecte. S'ha d'intentar, en la mesura del possible, que els materials que s'utilitzen per a la implementació siguin reciclables i/o reutilitzables. Es pot dividir l'impacte ambiental del projecte en dos grans blocs: impacte ambiental a la costa (entenen costa com terra ferma), impacte ambiental al mar.

L'impacte ambiental a la costa ve donat per la construcció de la centraleta i del port dels vehicles de rescat. Ambdós han estat dissenyats per ser construïts a la costa, la centraleta una més a l'interior i el port, lògicament, just davant del mar. En el cas de la centraleta, l'impacte ambiental és l'habitual en la construcció d'un recinte qualsevol amb un edifici al seu interior, i dependrà molt del punt de la costa on es decideixi dur a terme la construcció d'aquest. A més, dins del recinte de la centraleta no es duran a terme cap tipus d'activitats que puguin afectar el medi ambient (crema de materials, abocament de residus, ...). La construcció d'un edifici envoltat per tanques de seguretat no ha de suposar cap impacte ambiental important si es vigila de no alterar la vida de la fauna i la flora autòctona, de manera que a més del disseny de la centraleta (fet a l'apartat del treball "Disseny de la centraleta"), abans de procedir amb la construcció de la centraleta caldrà fer un estudi de la fauna i la flora autòctona, informar-se dels animals i les plantes que la formen i situar el recinte en el punt que menys afecti la vida d'aquestes espècies. D'igual forma, per dur a terme la construcció del port dels vehicles de rescat cal assegurar-se que no s'altera la vida de la fauna i la flora autòctona. En aquest cas és vital l'estudi de la fauna marina i el control de les obres durant la construcció del port, ja que és un procés delicat que pot arribar a perjudicar greument a tota la fauna i flora marina dels voltants si aparegués una fuga de combustible, un abocament indegut de material tòxic o alguna altra operació il·lícita, il·legal i perillosa pel medi ambient.

Pel que fa a l'impacte ambiental al mar, aquest bé donat principalment per la deriva dels recintes cilíndrics que emmagatzemen les bales salvavides plegades de plàstic i fibra de vidre i les bales salvavides inflades de plàstic. Aquesta generació de residus cap al mar és inevitable pel correcte funcionament del protocol, i es considera un mal menor en comparació al fet de salvar vides al Mediterrani. Una solució que es proposa per acabar amb aquest preu a pagar és que les autoritats que s'encarreguen de rescatar els naufrags prenguin consciència de la situació i, si el tipus de rescat i les condicions meteorològiques i de la mar ho permeten, a part de salvar els immigrants de les bales salvavides també recullin (pugin a bord) les bales i els recipients (enganxats sota de les bales salvavides) en el moment de tallar els tirants que uneixen les bales amb el vehicle de rescat i desinflen les bales amb un ganivet per més tard poder reciclar tant la balsa com el recipient i fer del

protocol d'auxili una operació menys nociva pel medi ambient.

En general, els plàstics són elements difícils de reciclar, però existeixen mètodes per aconseguir donar-los una nova vida útil [123]. Els dos mètodes principals de reciclatge de plàstics són el reciclatge mecànic (o físic) i el reciclatge químic. El reciclatge mecànic és ideal per a termoplàstics i es divideix en 3 fases principals: compactació o extrusió, pel·letització i fabricació de nous productes. A la compactació el material es renta per treure-li qualsevol residu o etiqueta, posteriorment es comprimeix amb l'ajuda de premses i difusors de calor. Un cop compactat el material es mol i es fon per a crear tires primes, les quals es tallen i donen com a resultat petits pellets. A aquest procés se l'anomena pel·letització. Per últim, s'utilitzen els pellets com a matèria primera per a fabricar nous productes a través de diversos processos de conformat de materials plàstics com la injecció, l'extrusió i el modelatge entre d'altres. El reciclatge químic és un procés enfocat als termoestables. Per a aquest procés cal degradar els materials plàstics, mitjançant calor o amb catalitzadors, fins que tornin a la seva composició original i quedin únicament molècules senzilles anomenades monòmers. Aquest procés es pot realitzar per diferents subprocessos com per exemple la piròlisi o la hidrogenació entre d'altres.

Pel que fa als recipients cilíndrics de fibra de vidre, existeixen mètodes innovadors per reciclar aquestes fibres en cas d'aplicar-se la recomanació comentada anteriorment de recollir les bales i els recipients del mar després d'haver acabat amb el rescat dels immigrants. Un d'ells és el desenvolupat pel propietari d'un abocador i un professor de química de la UA [124]. Es tracta d'un procés que no causa emissions contaminants a l'atmosfera capaç de separar les fibres de vidri de la resina (plàstic) a temperatura ambient. Aquest innovador procés de reciclatge de fibra de vidre presenta nombrosos avantatges, ja que es realitza en condicions suaus de pressió i temperatura, amb la qual cosa és econòmicament rendible. A més, en comparació amb altres processos, com els basats en els mètodes tèrmics, no implica emissions altament contaminants a l'atmosfera i el material que s'obté és exactament igual que el de partida o origen pel que fa a les seves propietats. Aquest és només un exemple dels processos que estan sorgint en l'actualitat per reciclar materials compostes com la fibra de vidre, i corroboren que un protocol d'auxili com el plantejat en aquest treball de fi de grau pot arribar a ser ecològicament sostenible.

Desviant l'objectiu cap als materials que formen el vehicle de rescat, els materials que més abunden en la confecció de l'embarcació són l'acer inoxidable, l'EPDM i la fusta de teca (sense contar els elements electrònics). L'acer inoxidable és un dels elements de l'embarcació més fàcils de reciclar, fins i tot els ferrovellers paguen per recollir les restes d'aquest material. El mètode més comú de reciclatge d'aquests tipus d'acers es compon de 5 fases diferents: classificació, embalatge, cisallat, separació de materials i fosa [125]. La fundació és el final comú dels processos de reciclatge de tots els materials metàl·lics.

L'acer inoxidable fos s'aboca en motlles i es modela en forma de lingots o blocs. Més tard, es poden transformar en planxes planes que s'utilitzen per fabricar nous productes. El cas de l'EPDM és més complex que el de l'acer. No és tan comú el reciclatge d'aquest tipus de materials (cautxú) tot i que hi ha empreses especialitzades en aquests tipus de processos. L'EPDM es pot reciclar utilitzant diferents tipus de reciclatge, entre els quals destaquen la piròlisi (El cautxú es converteix en hidrocarburs lleugers mitjançant un procés tèrmic aconseguint diferents tipus de quitrans, gasos i olis), la reutilització (s'empren com a element de protecció en ponts i embarcacions i es reutilitzen per confeccionar catifes, bosses, carteres, sandàlies, gronxadors i testos per a jardins 100% ecològics) i l'obtenció de productes de cautxú modelatge (s'adhereix cautxú verge al cautxú reciclat per fabricar llosetes per a terres i volanderes)[126]. Pel que fa a la fusta de teca [127], el seu procés de reciclatge és comú amb el de la gran majoria de fustes disponibles al mercat. El seu reciclatge consta d'una única fase, la trituració [128]. Un cop triturada, la fusta pot ser reutilitzada per altres aplicacions com per exemple la fabricació de taulers aglomerats (DM, MDM, ...).

Pel que fa als dispositius electrònics que intervenen en el sistema electrònic del protocol de rescat d'immigrants, tant de la centraleta i del port com del vehicle de rescat, són productes molt cotitzats pels ferrovellers i contenen materials molt valuosos com pot ser el coure o fins i tot argent. El reciclatge d'aquests aparells dependrà molt de cadascun dels aparells que s'escullin per formar part del sistema electrònic del protocol, per això cal tenir en compte la reciclabilitat a l'hora d'escollir un dispositiu per a la centraleta, el port o el vehicle de rescat. D'altra banda, tant els motors de propulsió diferencial com el motor dels eixos són elèctrics i, per tant, no contribueixen en la contaminació dels oceans.

Fent una valoració global de les possibilitats de reciclatge que presenten els elements més utilitzats en la fabricació del vehicle de rescat, la possibilitat de no deixar brossa marina al mar per part de les autoritats encarregades d'efectuar el rescat i el requeriment de fer estudis de la zona abans de procedir amb la construcció dels recintes necessaris per al correcte funcionament del protocol, es conclou que si les operacions requerides per confeccionar aquest projecte es fan tenint en compte les recomanacions indicades i fent els estudis pertinents, l'impacte ambiental d'aquest protocol d'auxili pot arribar a ser ínfim.

13. Pressupost

En aquest apartat del treball és important remarcar el propòsit fonamental del treball de fi de grau, i aquest és crear un protocol de rescat d'immigrants al Mediterrani amb el corresponent plantejament i disseny de totes i cadascuna de les parts que el formen. En cap cas l'objectiu final ha estat construir els vehicles de rescat, la centraleta i el port que els guarda, ja que és un gruix de feina que s'escapa de qualsevol treball de fi de grau que es pugui dur a terme per un sol estudiant en mig any. Per tant, per realitzar el pressupost d'aquest projecte s'han tingut en compte únicament les hores dedicades per l'estudiant a la confecció d'aquest protocol de rescat d'immigrants i al disseny de cadascuna de les seves parts i les hores estimades que es consideren necessàries per aprofundir en l'estudi del protocol abans de procedir amb la construcció dels vehicles, la centraleta i el port.

Contant només les hores dedicades a l'estudi i disseny del protocol d'auxili amb totes les seves parts i sense tenir en compte les hores dedicades al projecte anterior descartat ("Vehicle autònom de rescat de pasteres"), l'estudiant ha dedicat unes 200 hores de treball aproximadament. Com que l'estudiant no compta amb cap títol universitari cap títol universitari, fent un balanç del preu mitjà que les empreses paguen als becaris en pràctiques a l'ETSEIB, s'ha considerat raonable posar un preu a cada hora de treball de 6 €.

Hores de treball	Cost (€/h)	Cost de l'estudiant
200	6	1200

Taula 13.1. Taula resum del cost de les hores dedicades al treball de fi de grau per part de l'estudiant.

Font: Pròpia

D'altra banda, es considera necessària la intervenció d'equips especialistes en diferents àmbits del projecte per aprofundir en l'estudi d'aquest. Després de fer uns càlculs aproximats basant-se en l'experiència d'enginyers industrials coneguts (alguns d'ells professors de l'ETSEIB) i en el nombre d'hores que han calgut per definir el camí a seguir per fer realitat el protocol d'auxili en aquest treball de fi de grau (200 hores aproximadament), s'ha arribat a la conclusió que les hores extra que li fan falta al projecte són:

Professional	Hores de treball	Cost (€/h)	Cost del professional (€)
Arquitecte	150	33,78	5.067
Informàtic	150	34,88	5.232
Advocat	30	15	450
Enginyer de ponts i camins	100	41,30	4.130
Enginyer nàutic	100	34,40	3.440
Total			18.319

Taula 13.2. Taula resum del cost de les hores extra dedicades al projecte per part dels professionals.

Font: Pròpia

Per a determinar els preus per hora de cada professional s'ha fet un estudi de mercat amb el preu per hora d'aquests professionals en diferents empreses dels sectors en els quals estan especialitzats [129]. L'arquitecte i l'enginyer de ponts i camins són vitals per dur a terme un disseny específic en la zona de la costa europea on finalment es decideixi construir la centraleta i el port, i l'informàtic és imprescindible per dissenyar un sistema informàtic bàsic per començar a efectuar els primers rescats per control remot. L'enginyer nàutic serà l'encarregat d'aprofundir en el disseny del vehicle de rescat, incorporar millores com l'augment del nombre de bales salvavides que poden ser instal·lades en ell i de fer els càlculs finals més específics per poder procedir amb la construcció de l'embarcació de rescat. Un advocat és necessari en qualsevol projecte que estigui relacionat amb el transport d'immigrants irregulars. Per al preu per hora de l'advocat s'han tingut en compte preus adaptats a pressupostos ajustats amb finalitats d'ajuda social per part d'organitzacions com "Defender a quien Defiende" [130], una plataforma d'advocats progressistes que dediquen part del seu temps a col·laborar desinteressadament en projectes d'ajuda social que requereixen ajuda en l'àmbit legislatiu. El cost de les hores extra de 18.319 € pot arribar a disminuir molt després de les hores extres que

l'estudiant pensa dedicar en aprofundir en l'estudi del protocol de rescat durant el TFM dintre de dos anys (2020).

Per últim, s'ha decidit que en cas que el projecte tiri endavant segons els patrons establerts en aquest treball de fi de grau, serà el mateix estudiant l'encarregat de mantenir converses amb els equips de la Guardia Civil, Salvamento Marítimo i les autoritats de l'estat amb les que calgui estar en contacte per tal de tirar endavant la proposta de la coalició entre la Guardia Civil, Salvamento Marítimo i la centraleta. El cost d'aquest procés és molt difícil d'estimar, ja que dependrà molt de la voluntat de les altres parts implicades en avançar en la direcció d'una coalició de rescat i de l'interès que els hi pugui causar aquesta idea. Com a resum i sense tenir en contes les futures hores que l'estudiant dedicarà a aprofundir en el protocol d'auxili durant els seus estudis de MUEI (màster en enginyeria industrial), el cost total del disseny específic del protocol de rescat en una zona de la costa europea concreta és de 19.519 €.

Cost de l'estudiant	1.200 €
Cost dels professionals	18.319 €
Total	19.519 €

Taula 13.3. Taula resum del cost total del disseny específic del protocol de rescat per una zona de la costa europea concreta. Font: Pròpia.

Conclusions

L'objectiu principal d'aquest projecte era dissenyar un protocol de rescat d'immigrants al Mediterrani que servis per reduir significativament el nombre d'immigrants irregulars morts al Mediterrani durant la travessia clandestina que aquests realitzen per canviar de continent. Aquest objectiu ha estat aconseguit satisfactòriament després de moltes hores de treball. S'ha aconseguit exposar totes i cadascuna de les parts que componen el protocol d'auxili i s'ha presentat tot un sistema de col·laboració entre la Guardia Civil, Salvamento marítimo i la centraleta que sobrepasa les competències d'un enginyer industrial (en el cas d'Espanya).

S'ha aconseguit el que s'esperava d'aquest projecte, assentar les bases d'un possible protocol d'actuació davant situacions d'emergència en les quals les autoritats encarregades dels rescats al mar dels estats del sud d'Europa no disposen de suficients mitjans per rescatar a tots els immigrants que requereixen la seva ajuda. No s'ha aprofundit en l'estudi de cap àmbit del protocol, ja que aquest és tan ampli i pot presentar tantes varietats segons el país, la costa on es trobin la centraleta i el port, el pressupost destinat al rescat de refugiats al mar i els elements escollit per crear el sistema informàtic, electrònic i mecànic que resultava absurd fer un estudi per un hipotètic cas en concret. Tal com s'ha indicat a l'apartat de "Pressupost", faria falta un equip de professionals per tal d'adaptar aquest protocol a un punt determinat de la costa europea tenint en compte els factors explicats en aquest paràgraf.

Després de fer el treball, s'ha arribat a la conclusió que és possible crear un protocol de col·laboració entre les diferents autoritats dels estats del sud d'Europa i que aquest és viable com a solució a la greu crisi dels refugiats Siris i al problema dels immigrants que intenten creuar el mar Mediterrani en general. És viable per diverses raons, però la principal és que amb molt poca gent es pot donar un marge de temps molt elevat a les autoritats encarregades d'efectuar els rescats en alta mar de salvar a un gran nombre d'immigrants. Es tracta d'un projecte realista que s'adapta a la situació del continent Europeu en l'actualitat.

Per últim, cal dir que s'han assolit la major part dels objectius exposats a l'apartat d'"Objectius del projecte" de dins de la "Introducció" del treball. S'ha corroborat que el protocol pot ser dut a terme d'una manera ecològica si es fa correctament. Per dur a terme el protocol s'ha exposat un sistema de vehicle per control remot fàcil de controlar i preparar, on tant els motors que propulsaven el vehicle com el motor dels eixos són elèctrics. S'ha aconseguit dissenyar una embarcació visible pels immigrants, amb una autonomia energètica important assolida gràcies a la connexió de bateries nàutiques a cadascun dels

motors elèctrics que formen el vehicle de rescat.

En un futur s'espera que els estats d'Europa puguin plantejar-se la possibilitat d'incorporar un protocol d'auxili com l'exposat en aquest treball de fi de grau basat en la col·laboració entre equips de rescat que pugui reduir significativament les morts d'immigrants irregulars durant el seu viatge per mar a Europa.

Agraïments

Primer de tot voldria agrair a tota la meva família tot el suport que m'han donat no només durant aquest quadrimestre en el qual he estat fent el treball de fi de grau, sinó durant tota la carrera. L'ajuda que he rebut per part d'ells ha estat immensa, i són els principals responsables de tots els èxits que he aconseguit i aconseguiré. També m'agradaria dedicar un agraïment especial al meu tutor, en Manuel Moreno Eguílaz, que des del primer moment va mostrar interès pel meu projecte i va acceptar tutelar-lo tot i saber el gran gruix de feina que implicava el fet de ser el tutor d'un treball d'aquestes característiques. Dono les gràcies a tots els meus amics de la universitat, especialment els de l'assemblea d'estudiants, que gràcies a la seva experiència i qualitat humana han estat capaços d'ajudar-me sempre que m'ha fet falta, no només en l'àmbit acadèmic, sinó també emocionalment. Per últim, m'agradaria donar les gràcies al meu amic Andreu Punsola, que m'ha ajudat amb les pedres que m'he trobat al llarg d'aquest camí que ha estat el protocol de rescat d'immigrants al Mediterrani.

Bibliografia

Referències bibliogràfiques

- [1] PUBLICATIONS EUROPA. La crisis migratòria [<http://publications.europa.eu/webpub/com/factsheets/migration-crisis/es/>, 19 de juliol del 2018]
- [2] FOROCOMUNISTA. Resumen de “El Capital”, de Gabriel Deville [<http://www.forocomunista.com/t12480-resumen-de-el-capital-de-gabriel-deville-publicado-en-el-ano-1884-links-de-descarga-actualizados-obra-verdaderamente-interesante-para-la-formacion>, 20 de juliol del 2018]
- [3] 20 MINUTOS. Las concertines, recurso extremo en la frontera de Ceuta y Melilla [<https://www.20minutos.es/noticia/3367891/0/preguntas-respuestas-concertinas-valla-melilla-ceuta/>, 20 de juliol del 2018]
- [4] PROACTIVA OPEN ARMS. Ayúdanos a seguir [https://www.proactivaopenarms.org/es/dona?qclid=CjwKCAjw2MTbBRASEiwAdYlpsbfxqgC3J2EmqCTPDNfAB-TqFH0EiliezPNyV5SzJOxieowEf0CfvhoCnE4QAvD_BwE, 20 de juliol del 2018]
- [5] EL MUNDO. Imputados 26 guardias Civiles por la muerte de al menos 15 inmigrantes en El Tarajal [<http://www.elmundo.es/espana/2015/02/11/54db6cbc22601df8798b4572.html>, 20 de juliol del 2018]
- [6] EL DIARIO. Internos del CIE de Barcelona denuncian agresiones y “vejaciones racistas” policiales [https://www.eldiario.es/desalambre/Internos-CIE-Barcelona-agresiones-vejaciones_0_691181353.html, 20 de juliol del 2018]

- [7] GOOGLE MAPS. Asociación de Patronos de Yate Escuela de Náutica [<https://www.google.com/maps/place/Asociaci%C3%B3n+de+Patronos+de+Yate+Escuela+de+N%C3%A1utica/@41.3853442,2.1633918,19z/data=!4m5!3m4!1s0x0:0xee7fafe188031172!8m2!3d41.3851988!4d2.1632521>], 21 de juliol del 2018]
- [8] MARINE TRAFFIC. Guardama Calíope [<https://www.marinetraffic.com/es/ais/details/ships/225391000>], 3 d'agost del 2018]
- [9] BADALONA. El vaixell Astral de l'ONG Proactiva Open Arms salparà demà des del port de Badalona en direcció al Mediterrani Central per realitzar tasques de vigilància i salvament davant les costes de Líbia [http://badalona.cat/portalWeb/badalona.portal?_nfpb=true&_pageLabel=detall_noticia&dDocName=AJB079107#wlp_detall_noticia], 3 d'agost del 2018]
- [10] GUIA DEL MUNDO. History [<http://www.guiadelmundo.org.uy/cd/countries/syr/History.html>], 4 d'agost del 2018]
- [11] EQUILIBRIO INTERNACIONAL. Primavera Árabe: causas y consecuencias [<http://www.equilibriointernacional.com/2014/06/primavera-arabe-causas-y-consecuencias.html>], 4 d'agost del 2018]
- [12] ECU RED. Guerra Civil de Libia [https://www.ecured.cu/Guerra_Civil_de_Libia], 5 d'agost del 2018]
- [13] WIKIPEDIA. Estado Islámico [https://es.wikipedia.org/wiki/Estado_Isl%C3%A1mico], 5 d'agost del 2018]
- [14] SER. La llegada de migrantes se duplica en 2017 con más de 3000 muertos en el Mediterráneo [http://cadenaser.com/ser/2017/12/30/sociedad/1514629682_836495.html], 5 d'agost del 2018]
- [15] PÚBLICO. Los migrantes y refugiados muertos en el Mediterráneo superan los 3000 por cuarto año consecutivo [<https://www.publico.es/sociedad/migrantes-y-refugiados-muertos-mediterraneo-superan-3-000-cuarto-ano-consecutivo.html>], 5 d'agost del 2018]
- [16] MUNDO. Turquía, la última opción de la Unión Europea para contener a los refugiados [https://www.lainformacion.com/mundo/Turquia-Union-Europea-contener-refugiados_0_896010687.html], 6 d'agost del 2018]

- [17] DE ZEEN. Autonomous rescue aircraft makes its first flight [<https://www.dezeen.com/2016/11/23/autonomous-rescue-aircraft-cormorant-urban-aeronautics-first-flight-transport-design-technology/>, 30 de juliol del 2018]
- [18] AEROBÓTICA. Drones de rescate [<https://aerorobotica.com/blog/drones-de-rescate/>, 30 de juliol del 2018]
- [19] GOOGLE PATENTS. US20120185129A1 [<https://patents.google.com/patent/US20120185129A1/en?q=autonomous&q=rescue&q=vehicle&oq=autonomous+rescue+vehicle&page=5>, 30 de juliol del 2018]
- [20] GOOGLE PATENTS. US5573300A [<https://patents.google.com/patent/US5573300A/en?q=rescue&q=vehicle&oq=rescue+vehicle>, 30 de juliol del 2018]
- [21] GOOGLE PATENTS. US5597335A [<https://patents.google.com/patent/US5597335A/en>, 30 juliol del 2018]
- [22] EUSKADI TECNOLOGÍA. Alumnos de Mondragon Unibertsitatea prototipan un vehículo autónomo de rescate [<https://www.euskaditecnologia.com/alumnos-de-mondragon-unibertsitatea-prototipan-un-vehiculo-autonomo-de-rescate/>, 30 de juliol del 2018]
- [23] ENGINEERING AND TECHNOLOGY. Rolls-Royce Marine unveils “Electric Blue” modular Smart shipping concept [<https://eandt.theiet.org/content/articles/2017/02/rolls-royce-marine-unveils-electric-blue-modular-smart-shipping-concept/>, 30 de juliol del 2018]
- [24] KONGSBERG. YARA and KONGSBERG enter into partnership to build world's first autonomous and zero emissions ship [<https://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0238.nsf/AllWeb/98A8C576AEFC85AFC125811A0037F6C4?OpenDocument>, 30 de juliol del 2018]
- [25] SCIEDIRECT. Trajectory tracking of autonomous vessels using model predictive control [<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1474667016430041>, 30 de juliol del 2018]
- [26] RESEARCHGATE. An Autonomous Sailing Robot for Ocean Observation [https://www.researchgate.net/publication/37145520_An_Autonomous_Sailing_Robot_for_Ocean_Observation, 30 de juliol del 2018]
- [27] RESEARCH COLLECTION. Design and Construction of the Autonomous Sailing

- Vessel AVALON [<https://www.research-collection.ethz.ch/bitstream/handle/20.500.11850/82243/eth-7802-01.pdf?sequence=1>], 30 de juliol del 2018]
- [28] YOUTUBE. Drone de Rescate [<https://www.youtube.com/watch?v=L73LmTQgi64>], 30 de juliol del 2018]
- [29] ANTENA 3 TV. Una playa de Chile utiliza drones para ayudar a los socorristas [https://www.antena3.com/noticias/mundo/playa-chile-utiliza-drones-ayudar-socorristas_20150316571e5ca24beb287a291a4271.html], 30 de juliol]
- [30] GOOGLE PATENT. US8807619B2 [<https://patents.google.com/patent/US8807619B2/en?q=rescue&q=vehicle&q=RC&oq=rescue+vehicle+RC>], 30 de juliol del 2018]
- [31] HYDRONALIX. EMILY [<http://www.emilyrobot.com.au/>], 30 de juliol del 2018]
- [32] GOOGLE PATENTS. US3026545A [<https://patents.google.com/patent/US3026545A/en>], 30 de juliol del 2018]
- [33] GOOGLE PATENTS. US5713293A [<https://patents.google.com/patent/US5713293A/en>], 30 de juliol el 2018]
- [34] WIKIPEDIA. Sistema Integrado de Vigilancia Exterior [https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_Integrado_de_Vigilancia_Exterior], 30 de juliol del 2018]
- [35] GUARDIA CIVIL. Funciones y Capacidades Técnicas [<http://www.guardiacivil.es/es/prensa/especiales/sive/funciones.html>], 5 d'agost del 2018]
- [36] LA RAZÓN. Más embarazadas y niños-ancla en las pateras que llegan a Andalucía [<https://www.larazon.es/local/andalucia/mas-embarazadas-y-ninos-ancla-en-las-pateras-que-llegan-a-andalucia-GF14990305>], 6 d'agost del 2018]
- [37] BOE. Ley Orgánica 4/2000 [<http://www.exteriores.gob.es/Portal/es/ServiciosAlCiudadano/InformacionParaExtranjeros/Documents/LEY%20ORG%C3%81NICA%2042000%20DE%2011%20DE%20ENERO.pdf>], 10 d'agost del 2018]
- [38] ALAINET. Exiliados/as solicitantes de asilo e inmigrantes en Europa, corazón de las tinieblas [<https://www.alainet.org/es/active/24799>], 10 d'agost del 2018]

- [39] EL PAÍS. Récord de demanda de asilo con un sistema colapsado [https://politica.elpais.com/politica/2017/07/22/actualidad/1500749507_831163.html, 10 d'agost del 2018]
- [40] TU ABOGADO DEFENSOR. Cómo solicitar asilo o refugio en España [<http://www.tuabogadodefensor.com/guia-solicitud-asilo/>, 10 d'agost del 2018]
- [41] WIKIPEDIA. Grado de protección IP [https://es.wikipedia.org/wiki/Grado_de_protecci%C3%B3n_IP, 15 d'agost del 2018]
- [42] ARROW. Conozca la diferencia entre un inversor, un convertidos, un transformador y un rectificador [<https://www.arrow.com/es-mx/research-and-events/videos/inverter-vs-converter-vs-rectifier-vs-transformer>, 15 d'agost del 2018]
- [43] COSPAS-SARSAT. International Satellite System for Search and Rescue [<https://cospas-sarsat.int/en/>, 16 d'agost del 2018]
- [44] FONDEAR. ¿Como funcionan las Radiobalizas? [http://www.fondear.org/infonautic/Equipo_y_Usos/Electronica_Instrumentacion/Radiobalizas/Radiobalizas.htm, 16 d'agost del 2018]
- [45] MONOGRAFÍAS. Buses de Comunicación [<https://www.monografias.com/trabajos109/buses-comunicacion/buses-comunicacion.shtml>, 16 d'agost del 2018]
- [46] ALIBABA. ECU Bosch [<https://spanish.alibaba.com/g/bosch-ecu.html>, 13 d'agost del 2018]
- [47] MARINE DIESEL. ECU, Dongle, and NIRA [<http://www.marinedieseurope.com/blog/2014/08/25/ecu-dongle-and-nira/>, 20 d'agost del 2018]
- [48] TIENDA DE BATERIAS. Bateria Tudor High-Tech TA770 12 V-77 Ah-760 A [https://www.tiendadebaterias.es/es/baterias-coche/bateria-tudor-high-tech-ta770-12v-77ah-760a.html?gclid=Cj0KCQjwzK_bBRDDARIsAFQF7zOXOU2tu0W1MnWrzZfoB0FwZzDCbpN7lr7nsQBjhpV3KppTFvmQUAaAnSAEALw_wcB, 25 d'agost del 2018]
- [49] WIKIPEDIA. Grau de protecció IP [https://ca.wikipedia.org/wiki/Grau_de_protecci%C3%B3n_IP#cite_note-1, 30 d'agost del 2018]
- [50] ICMESP. Significado del grado de protección IP [<http://www.icmesp.com/significado->

- [del-grado-proteccion-ip/](#), 30 d'agost del 2018]
- [51] NEMA. Degrees of Protection Provided by Enclosures [<https://www.nema.org/Standards/ComplimentaryDocuments/ANSI-IEC-60529.pdf>], 30 d'agost del 2018]
- [52] DSMT. IP Rating Chart [<http://www.dsmt.com/resources/ip-rating-chart/>], 30 d'agost del 2018]
- [53] LDPI. IP Codes [<http://www.ldpi-inc.com/resources/IPcodes>], 30 d'agost del 2018]
- [54] STANDARD PRO. The IP Code: What Does It Mean? [<http://www.standardpro.com/ip-code-what-it-means/>], 30 d'agost del 2018]
- [55] LISTADO MERCADOLIBRE. Ecu nib oem mercury 880891t14 2 plug 115efi 4 stroke 0508 [<https://vehiculo.mercadolibre.com.ar/MLA-736085990-ecu-nib-oem-mercury-880891t14-2-plug-115efi-4-stroke-0508- JM>], 30 d'agost del 2018]
- [56] YOUTUBE. BARON-Cámara térmica Flir M232 para visión nocturna [<https://www.youtube.com/watch?v=9hL2DeZnlp0>], 30 d'agost del 2018]
- [57] GPS NÁUTICO. Sonda Gps Plotter [https://www.gpsnautico.com/34-sonda-gps-plotter?qclid=CjwKCAjwqarbBRBtEiwArIfEIFgVPfglwQSmzmaLKEawp38sGMzNxpW WspOTM3k1_8dRKC7elJbjnBoCOSkQAvD_BwE], 30 d'agost del 2018]
- [58] TOURON NÁUTICA. Nuevo motor Mercury F115 Pro XS de 4 Tiempos [<http://www.touron-nautica.com/noticias/3237-nuevo-motor-mercury-f115-pro-xs-de-4-tiempos>], 30 d'agost del 2018]
- [59] NAVEGAR. Internet a bordo con antenas Wifi 4G marinas [<http://www.navegar.com/internet-abordo-con-antenas-wifi-4g-marinas/>], 30 d'agost del 2018]
- [60] UPC. Convocatòria d'Ajuts del CCD [<https://www.upc.edu/ccd/ca/accions-al-sud/convocatoria-dajuts>], 5 de setembre del 2018]
- [61] TULANKIDE. Alumnos de Ingeniería de Mondragon Unibersitatea logran los tres primeros puestos en los premios Orona Get Up [<https://www.tulankide.com/es/alumnos-de-ingenieria-de-mondragon-unibersitatea-logran-los-tres-primeros-puestos-en-los-premios-orona-get-up>], 5 de setembre del 2018]

- [62] EL PAÍS. Funcionamiento del Sistema Integrado de Vigilancia Exterior [https://elpais.com/elpais/2014/08/13/media/1407961147_754163.html, 1 de setembre del 2018]
- [63] KUBII. Raspberry Pi Cero v1.3 [https://www.kubii.es/pi-zero-v13/1401-raspberry-pi-cero-v13-kubii-3272496006973.html?qclid=CjwKCAjwqarbBRBtEiwArIfEIDJG6K6EMol959Mk8JOxlzx9GsZAN0OVSLVjb-u7ywgelbeda3Xy3BoCX4AQAvD_BwE, 3 de setembre del 2018]
- [64] AMAZON. HP Slimline [<https://www.amazon.es/HP-Slimline-260-a103ns-Ordenador-sobremesa/dp/B01MG5G3AH>, 5 de setembre del 2018]
- [65] AMAZON. DELL Professional P2418D [https://www.amazon.es/DELL-Professional-P2418D-Monitor-Pixeles/dp/B074MMR1V3/ref=sr_1_1?ie=UTF8&qid=1533918674&sr=8-1&keywords=p2418d, 7 de setembre del 2018]
- [66] PC COMPONENTES. Logitech Wireless Combo MK220 Teclado + Ratón [https://www.pccomponentes.com/logitech-wireless-combo-mk220-teclado-ratn?qclid=Cj0KCQjw77TbBRDtARIsAC4l83lfTAJlZ5kMgK3nDKtOHeSxl7QUqmFVf60eO-Gj2Z224q6VC6y4j3saAr_MEALw_wcB, 30 d'agost del 2018]
- [67] INDIAMART. Gaming Joystick [<https://www.indiamart.com/proddetail/gaming-joystick-11795806962.html>, 28 d'agost del 2018]
- [68] BANG GOOD. Raspberry Pi 3 MODEL B [https://www.banggood.com/Raspberry-Pi-3-Model-B-ARM-Cortex-A53-CPU-1_2GHz-64-Bit-Quad-Core-1GB-RAM-10-Times-B-p-1041862.html?utm_source=youtube&utm_medium=review&utm_campaign=Ale-15995856%20&utm_content=lucia&p=T20804521356201404MX&cur_warehouse=USA, 27 d'agost del 2018]
- [69] YOUTUBE. Raspberry Pi 3 MODEL B, ¿qué es? ¿para qué sirve y cómo se utiliza? [<https://www.youtube.com/watch?v=Y1ekshorfqA>, 27 d'agost del 2018]
- [70] AUSMAR. AUSMAR CATÁLOGO [<https://www.ausmar.com/images/stories/pdf/Catalogo-Ausmar2.pdf>, 30 d'agost del 2018]
- [71] AMAZON. Samsung EVO-Tarjeta de Memoria microSD de 128 GB [https://www.amazon.es/Samsung-EVO-Tarjeta-Memoria-Adaptador/dp/B06XWN7GYN/ref=sr_1_4?s=electronics&ie=UTF8&qid=1533817014&sr=1-4&keywords=micro%2Bsd%2B32gb%2Bsamsung%2Bevo&th=1, 30 d'agost del 2018]

2018]

- [72] AMAZON. Powerextra Bateria para Syma 5 Piezas 3.7 V
[https://www.amazon.es/Powerextra-Bater%C3%ADa-Piezas-Cargador-V950str/dp/B06Y64SFW2/ref=sr_1_4?s=electronics&ie=UTF8&qid=1533817520&sr=1-4&keywords=bateria+5v+recargable, 30 d'agost del 2018]
- [73] DISVENT. Antena Táctica de banda ancha 4G/WI-FI Alto Rendimiento
[<http://www.disvent.com/antena-tactica-de-banda-ancha-4g-wi-fi-alto-rendimiento#product-techspecs>, 30 d'agost del 2018]
- [74] FONDEAR. Cámaras de navegación nocturna
[http://www.fondear.org/infonautic/Equipo_y_Usos/Equipamiento/Camara_Nocturna/Camara.htm, 3 de setembre del 2018]
- [75] NÁUTICA EXPO. Chart Plotter / Sonar / AIS / GPS
[<http://www.nauticexpo.com/prod/humminbird/product-22014-513695.html>, 4 de setembre del 2018]
- [76] YOUTUBE. ¿Qué es y cómo funciona? AIS
[<https://www.youtube.com/watch?v=PjBuMmRGF4&t=11s>, 5 de setembre del 2018]
- [77] YOUTUBE. ¿Qué es una Radiobaliza? Marina De Guerra del Perú
[<https://www.youtube.com/watch?v=xL8lodSurXM>, 1 de setembre del 2018]
- [78] TODOELECTRONICA. Driver 24 V 5 A para 2 motores DC
[<https://www.todoelectronica.com/es/robotca-driver-24v-5a-para-2-motores-dc-p-14207.html#idTab1>, 2 de setembre del 2018]
- [79] ELMEQ. CPB (60W) [https://www.elmeq.es/motores-electricos/corriente-continua/dc-corriente-continua-motores/cpb-557?gclid=Cj0KCQjw45_bBRD_ARIsAJ6wUXSKHH3O-B3l4F0PorgJXbzZ4FCXB4syTILVGDI8CXMJxi_5CDH_ULwaAkTqEALw_wcB, 30 d'agost del 2018]
- [80] YOUTUBE. KANNAD SAFELINK SOLO RADIOBALIZA PERSONAL
[<https://www.youtube.com/watch?v=5VWbrzVbwF4>, 1 de setembre del 2018]
- [81] AMAZON. My-Ais [https://www.amazon.es/My-AIS-Baliza-emergencia-AIS-Overboard/dp/B074V8LLT3/ref=pd_sbs_23_5?encoding=UTF8&pd_rd_i=B074V8LLT3&pd_rd_r=cad35ad3-9898-11e8-a0ac-efd7608ec3f2&pd_rd_w=rLsZp&pd_rd_wg=Yu0Ds&pf_rd_i=desktop-dp-

[sims&pf_rd_m=A1AT7YVPFBWXBL&pf_rd_p=2421800510383999403&pf_rd_r=QHPBND3ZHP0W39DQPB4H&pf_rd_s=desktop-dp-sims&pf_rd_t=40701&psc=1&refRID=QHPBND3ZHP0W39DQPB4H](https://www.amazon.es/sims&pf_rd_m=A1AT7YVPFBWXBL&pf_rd_p=2421800510383999403&pf_rd_r=QHPBND3ZHP0W39DQPB4H&pf_rd_s=desktop-dp-sims&pf_rd_t=40701&psc=1&refRID=QHPBND3ZHP0W39DQPB4H), 30 d'agost del 2018]

- [82] AMAZON. GME MT403-Radiobaliza de emergencia RLS para barcos, color amarillo/naranja [https://www.amazon.es/GME-MT403-Radiobaliza-emergencia-amarillo/dp/B00426DM6W/ref=sr_1_5?ie=UTF8&qid=1533464092&sr=8-5&keywords=radiobaliza, 1 de setembre del 2018]
- [83] ALL-BATTERY. AT: Tenergy NiMH [<https://www.all-battery.com/AT-NiMH-24V-11803.aspx>, 3 de setembre del 2018]
- [84] DIRECT INDUSTRY. POWER CABLE / LOW-SMOKE / WATERPROOF/ WEATHER-RESISTANT [<http://www.directindustry.com/prod/sab-broeckskes-gmbh-co-kg/product-31139-1965026.html>, 23 d'agost del 2018]
- [85] AMAZON. Moobom Waterproof IP68 3 Way Cable Connector Outdoor/External Electrical Junction box Connection Sleeve Coupler for 5.5mm-10.2mm Cable Diameter Pack of 4, black [https://www.amazon.co.uk/Moobom-Waterproof-Electrical-Connection-5-5mm-10-2mm/dp/B075YG6G48/ref=pd_bxgy_60_img_2?encoding=UTF8&pd_rd_i=B075YG6G48&pd_rd_r=267ae663-9c08-11e8-9ba8-19314edb20f2&pd_rd_w=G3Ysu&pd_rd_wg=kuQH2&pf_rd_i=desktop-dp-sims&pf_rd_m=A3P5ROKL5A1OLE&pf_rd_p=9eec4bbd-c065-4a4d-b0d1-92d63ee9e53b&pf_rd_r=9DTVHZNY7P0NSVWMXJPJ&pf_rd_s=desktop-dp-sims&pf_rd_t=40701&psc=1&refRID=9DTVHZNY7P0NSVWMXJPJ, 2 de setembre del 2018]
- [86] INDEX MARINE. Electrical junction boxes & accessory kits [<https://www.indexmarine.com/products/electrical-junction-boxes/>, 27 d'agost del 2018]
- [87] AMAZON. Waterproof WiFi Indoor Outdoor Weatherproof Enclosure Cabinet Box [<https://www.amazon.com/Waterproof-Outdoor-Weatherproof-Enclosure-Cabinet/dp/B0042ZKWBG>, 25 d'agost del 2018)
- [88] GLOBAL SOURCES. Waterproof Box, ABS Plastic Electrical Junction Boxes Electrical Power Distribution Enclosure IP67 [<http://www.globalsources.com/gsol/Junction-box/p/sm/1148235656.htm#1148235656>, 23 d'agost del 2018]
- [89] TIENDA NÁUTICA. MADERA DE TECA DE BIRMANIA

- [<http://tiendanautica.latiendanaval.es/es/20-madera-teca-teka-birmania-para-barcos->, 25 d'agost del 2018]
- [90] FONDEAR. El Acero Inoxidable [http://www.fondear.org/infonautic/Barco/Diseno_Construccion/Acero_Inoxidable/Acero_Inoxidable.htm, 29 d'agost del 2018]
- [91] YOUTUBE. Rutas y Cartas para los GPS diferencias, Garmin, Raymarine, Lowrance etc [<https://www.youtube.com/watch?v=U6tDJ5RM4PM>, 28 d'agost del 2018]
- [92] YOUTUBE. Presentación GPS Sonda Simrad NSS7 Evo 2 [<https://www.youtube.com/watch?v=jhlh9AetU&t=161s>, 30 d'agost del 2018]
- [93] YOUTUBE. GPS GOTO Escuela Náutica de Navarra [<https://www.youtube.com/watch?v=zr4v3ivvaLY>, 15 d'agost del 2018]
- [94] SALVAMENTO MARÍTIMO. Así son nuestras unidades: helicóptero Helimer AW 139 [<http://www.salvamentomaritimo.es/contenido-relacionado/asi-son-nuestras-unidades-helicoptero-helimer-aw-139/>, 5 d'agost del 2018]
- [95] DEUSTO FORMACION. Mejoras de la versión 2016 de AutoCAD [<https://www.deustoformacion.com/blog/disenio-produccion-audiovisual/mejoras-nueva-version-2016-autocad>, 13 d'agost del 2018]
- [96] SOLIDWORKS. Descubre las soluciones SOLIDWORKS [https://www.solidworks.es/sw/products/solidworks-products-adwords.htm?mktid=7773&utm_campaign=EUROWEST-ES-REQUEST-BRAND-GOOGLE-ADWORDS&utm_medium=Search&utm_source=Google, 24 d'agost del 2018]
- [97] AUTODESK. ONLY ONE. AUTOCAD [https://www.autodesk.es/products/autocad/included-toolsets?mktvar002=748858&mkwid=sLibD6b1c|pcrid|260649978397|pkw|autocad|pmt|e|pdv|c|slid||pgrid|53602991512|ptaid|aud-356556307193:kwd-294705343846|&intent=&utm_medium=cpc&utm_source=google&utm_campaign=GG_L_AutoCAD_UK_BR_SEM%3EProspecting&utm_term=autocad&utm_content=sLibD6b1c|pcrid|260649978397|pkw|autocad|pmt|e|pdv|c|slid||pgrid|53602991512|ptaid|aud-356556307193:kwd-294705343846|&gclid=Cj0KCQjwiJncBRC1ARIsAOvG-a6XCr9pVhpBtXc2NxlzMX--mWwPQ2CcDSEdY3qyXy4cQhu_nOFjZ0AaAih4EALw_wcB, 23 d'agost del 2018]
- [98] CADTECH. CATIA [<http://cadtech.es/catia/?gclid=Cj0KCQjwiJncBRC1ARIsAOvG->

[a4BP21Eg9yiFWul5rJrt63JljOuFSstCWyVSSF1abrQklog8LTktWcaAj49EALw_wcB](#),
5 d'agost del 2018]

[99] YOUTUBE. TUTORIAL PLANOS EN SOLIDWORKS
[<https://www.youtube.com/watch?v=2HsSkPK2BQU&t=66s>, 30 d'agost del 2018]

[100] PROMONAUTICA. 15 P. Balsa SOLAS B LALIZAS
[<https://www.promonautica.com/balsas-salvavidas/5281-15-p-balsa-solas-b-lalizas-5204980799076.html>, 25 d'agost del 2018]

[101] NAVALCERVERA. Balsas salvavidas SOLAS [<http://www.navalcervera.eu/balsas-salvavidas-solas.html>, 29 d'agost del 2018]

[102] YOUTUBE. Balsas salvavidas: contenedor de Plástico vs textil
[https://www.youtube.com/watch?v=47_qW1c5tl4&t=39s, 29 d'agost del 2018]

[103] YOUTUBE. Buques marítimos (Primera Parte). Mirador Universitario
[<https://www.youtube.com/watch?v=2K0055f0izY>, 3 de setembre del 2018]

[104] SOCYR. Qué es el EPDM? Impermeabilización paso a paso
[<https://www.socyr.com/que-es-el-epdm/>, 4 de setembre del 2018]

[105] PROMARINE. ProFil Safety and performance
[<http://www.promarine.fi/combinerspage/>, 5 de setembre del 2018]

[106] GLOMEX. WEBBOAT 4G PLUS COASTAL INTERNET DUAL SIM SYSTEM
[<https://www.glomexstore.com/webboat-4g-plus/523-it1004-webboat-coastal-internet-4g-wi-fi.html>, 1 de setembre del 2018]

[107] UNFAZULIANAVAL. NOMENCLATURA DE LA ESTRUCTURA DEL BUQUE Y
PRINCIPIOS BÁSICOS
[<https://unfazulianaval.files.wordpress.com/2011/05/nomenclatura-de-la-estructura-del-buque.pdf>, 30 d'agost del 2018]

[108] INGENIERO MARINO. Definición de Buque y Estructura
[<https://ingenieromarino.com/definicion-partes-estructura-del-buque/>, 3 de setembre del 2018]

[109] Jesús Victoria Meizoso. Principios de Ingeniería Naval. Barcelona: FNB. 1997.

[110] Enrique Pons. Construya su propio barco. Barcelona: FNB. 2017.

[111] MAILXMAIL. Curso de patrón de navegación básica [<http://www.mailxmail.com/curso->



- [patron-navegacion-basica/nomenclatura-nautica-estructura-accesorios-elementos-auxiliares](#), 3 de setembre del 2018]
- [112] DICCIONARI INVERS DE LA LLENGUA CATALANA. Coberta [<http://dilc.org/coberta/>, 3 de setembre del 2018]
- [113] MADERAME. Madera para Barcos ¿Cuáles son las Mejores Especies? [<https://maderame.com/madera-barcos/>, 4 de setembre del 2018]
- [114] YOUTUBE. Balsa salvavidas. Demostración [https://www.youtube.com/watch?v=wY6dX_2_7Fw&t=6s, 2 de setembre del 2018]
- [115] POTENCIA ELECTROMECÁNICA. ¿CÓMO FUNCIONA UN REDUCTOR O MOTORREDUCTOR [<http://www.potenciaelectromecanica.com/calculo-de-un-motorreductor/>, 5 de setembre del 2018]
- [116] QUIMINET. ¿Qué son los aceites lubricantes? [<https://www.quiminet.com/articulos/que-son-los-aceites-lubricantes-4024.htm>, 6 de setembre del 2018]
- [117] OLDISFER. Catálogo [<http://www.oldisfer.com/catalogo.pdf>, 5 de setembre del 2018]
- [118] WIKIPEDIA. Constante elástica de diferentes materiales [https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Constantes_el%C3%A1sticas_de_diferentes_materiales, 5 de setembre del 2018]
- [119] VDCIÈNCIA. Llei de Hooke [<http://vdciencia.blogspot.com/2011/11/llei-de-hooke.html>, 5 de setembre del 2018]
- [120] YOUTUBE. Balsa salvavidas hinchable en el mar (isla Tabarca) [<https://www.youtube.com/watch?v=VhREmb3yQqI>, 29 d'agost del 2018]
- [121] ALIBABA. Med aprobado throwoverboard tipo balsa salvavidas 15 personas [<https://spanish.alibaba.com/product-detail/med-approved-throwoverboard-type-liferafts-15-person-60093287395.html?spm=a2700.8699010.normalList.13.b538262bDLqERB>, 5 de setembre del 2018]
- [122] SURVITECZODIAC. Throw Over liferafts [<http://www.surviteczodiac.com/Liferafts/to.aspx>, 9 de setembre del 2018]
- [123] PLASTICS TECHNOLOGY MÉXICO. Los principios de la reciclabilidad de los

plásticos [<https://www.pt-mexico.com/art%C3%ADculos/los-principios-de-la-reciclabilidad-de-los-plsticos>, 9 de setembre del 2018]

[124]EFEVERDE. Un método innovador permite recuperar para su posterior reutilización la fibra de vidrio [<https://www.efeverde.com/noticias/un-metodo-innovador-permite-recuperar-para-su-posterior-reutilizacion-la-fibra-de-vidrio/>, 9 de setembre del 2018]

[125]BIR. Acero Inoxidable [<http://www.bir.org/industry-es-es/stainless-steel-es-es/>, 9 de setembre del 2018]

[126]INSPIRACTION. Reciclaje de Caucho [<https://www.inspiration.org/cambio-climatico/reciclaje/material-reciclado/caucho>, 9 de setembre del 2018]

[127]MADEREA. La madera de teca; propiedades y características [<https://www.maderea.es/la-madera-de-teca-propiedades-y-caracteristicas/>, 9 de setembre del 2018]

[128]RECYTRANS. Reciclaje de madera [<https://www.recytrans.com/blog/reciclaje-de-madera/>, 9 de setembre del 2018]

[129]EMPRESITE EL ECONOMISTA. Gabinete De Ingenieria Casanovas Y Velasco SI-Barcelona [<http://empresite.eleconomista.es/GABINETE-INGENIERIA-CASANOVAS-VELASCO.html>], 9 de setembre del 2018]

[130]DEFENDER A QUIEN DEFIENDE. Quiénes somos [https://defenderaquiendefiende.org/quienes_somos/, 9 de setembre del 2018]

Bibliografia complementària

[131]SOLIDWORKS. Buy Software [<https://www.solidworks.es/sw/buy-software.htm>, 1 d'agost del 2018]

[132]MICROSOFT OFFICE. Comprar suscripciones a Microsoft Office [<https://products.office.com/es-es/buy/office>, 1 d'abril del 2018]

[133]BUBBL. Crear mapas mentals [<https://bubbl.us/>, 20 de juny del 2018]

[134]ELECTRÒNICA ETSEIB. Diapositives Electrònica [<https://atenea.upc.edu/login/index.php>, 7 de juliol del 2018]

