

Índex

1. Definició del projecte.....	7
1.1. Raó i oportunitat del projecte.....	7
1.2. Objectius.....	7
1.3. Organització de la memòria.....	8
2. Marc del projecte.....	11
2.1. SENER.....	11
2.1.1. SENER al sector naval.....	11
2.2. FORAN.....	11
2.2.1. Què és FORAN?.....	11
2.2.2. Alguns conceptes navals.....	15
2.2.3. Funcionament bàsic Fhull	18
2.3. Conceptes bàsics.....	19
2.3.1. Relacions topològiques.....	19
2.3.2. Inconsistències.....	20
2.3.3. Geometria auxiliar. Variables.....	21
3. Pla de gestió temporal.....	23
3.1. Tasques a realitzar.....	23
3.2. Cicle de vida del projecte.....	24
3.3. Estimació i planificació.....	25
4. Desenvolupament del projecte.....	27
4.1. Anàlisi software actual.....	27
4.1.1. Relacions topològiques.....	27
4.1.2. Inconsistències.....	44
4.1.3. Variables.....	59
4.2. Noves funcionalitats.....	70
4.2.1. Especificació.....	70
4.2.2. Disseny.....	71
4.2.3. Implementació i proves.....	102
4.3. Millores i correccions.....	105
4.3.1. Correcció d'errors.....	106
4.3.2. Millores.....	107
5. Pla de gestió temporal. Seguiment.....	113
5.1. Seguiment del projecte.....	113
5.2. Comparació amb el pla de gestió temporal.....	114
5.3. Anàlisi dels desviaments.....	114
6. Valoració econòmica.....	117
6.1. Perfils.....	117
6.2. Cost econòmic.....	118
6.3. Viabilitat econòmica del projecte.....	119
7. Conclusions.....	121
7.1. Objectius assolits.....	121
7.2. Dificultats trobades.....	121
7.3. Conclusions del marc del projecte.....	122
7.4. Futur del projecte.....	123
8. Bibliografia.....	125

1. Definició del projecte

1.1. Raó i oportunitat del projecte

L'oportunitat d'aquest projecte sorgeix com a necessitat de *SENER Ingeniería y Sistemas SA*, enginyeria on es desenvolupa el sistema *FORAN*, un sistema de CAD/CAM/CAE pel disseny naval descrit amb més detall al capítol 2. *FORAN* ja té una versió al mercat, la v60R1.1, però un sistema de tanta envergadura i que compta amb tants clients nacionals i internacionals, està en constant evolució. És per això que a l'actualitat, *SENER* està desenvolupant la nova versió v60R2.0 de *FORAN*. Aquesta revisió de *software* és d'on sorgeix la raó i oportunitat del desenvolupament d'aquest projecte.

Una revisió de *software* incorpora tant la millora de les funcionalitats ja existents com la incorporació de noves prestacions. Aquest serà l'entorn on es mourà el projecte.

Degut a que *FORAN* és un sistema complex, compost de diferents mòduls, aquest projecte es centrarà en la revisió d'una part molt concreta de les seves funcionalitats: les relacions topològiques i les inconsistències, dos dels conceptes més útils i potents que incorpora el mòdul de disseny d'estructura interna de *FORAN*. Tant aquests conceptes com l'estructura de mòduls de *FORAN* són explicats amb més detall al capítol 2.

1.2. Objectius

El projecte 'Validació de relacions topològiques 3D en un sistema CAD naval' consisteix en una revisió de *software* d'una part acotada del sistema *FORAN*, que es descriu amb més detall al capítol 2.

Els objectius que pretén assolir aquest projecte són els següents:

- ***Anàlisi.***

La revisió de *software* d'un sistema ja existent en el que no s'ha treballat anteriorment té una tasca inicial d'investigació molt important, que formarà la base de coneixement sobre la que s'assentaran la resta d'objectius.

Aquest estudi inicial consisteix en la comprensió dels conceptes principals, el funcionament i la implementació del *software* a revisar. Per dur aquest objectiu a terme s'examinarà a fons la documentació del projecte i s'analitzarà el codi desenvolupat fins al moment.

Tot i que aquest objectiu forma part majoritàriament de la fase inicial del projecte, l'anàlisi serà un objectiu present durant tot el desenvolupament. Les dimensions del sistema no

permeten copsar tots els detalls del mateix durant la primera fase d'anàlisi. És per això que durant la resta de la revisió s'estudiaran en profunditat els aspectes nous que siguin necessaris.

- **Noves funcionalitats.**

Per a descriure aquest objectiu és necessari presentar els dos conceptes esmentats anteriorment sobre els que girarà el projecte: les relacions topològiques i les inconsistències.

Les **relacions topològiques** consisteixen en relacionar entitats del disseny naval establint lligams de dependència entre elles, tant geomètrics com conceptuals. Aquest concepte és útil per transmetre els canvis realitzats sobre el disseny d'un vaixell a totes les entitats afectades per dependència.

Per altra banda, *FORAN* incorpora també les **inconsistències**. Una modificació en el disseny pot provocar que alguna entitat perdi la coherència de la seva definició, per exemple per la desaparició d'alguns dels seus paràmetres de definició. Això implica que la entitat es queda inconsistent, avisant a l'usuari d'aquest fet, de forma que podrà editar-la per a que recuperi la coherència. Aquest segon concepte serà sobre el que es centrarà aquest projecte majoritàriament.

Existeixen entitats que, fins la versió actual de *FORAN*, no tenen la propietat de poder ser inconsistents. Una d'aquestes entitats són les variables, explicades amb més detall al capítol 2, sobre les que s'aplicaran les inconsistències com a nova funcionalitat de la versió v60R2.0 en aquest projecte.

- **Detecció i correcció d'errors i millores.**

Les noves funcionalitats que s'afegiran a *FORAN* suposen la revisió de les parts afectades del programa existent ja que, algunes d'aquestes parts hauran de ser modificades per a poder acollir l'ampliació de funcionalitats. Aquestes modificacions són pròpies de qualsevol integració de noves utilitats en un *software* existent.

D'altra banda, d'aquesta revisió poden sorgir errors que no havien estat detectats fins al moment, a més de possibles millores per a augmentar el rendiment i l'eficiència del programa. Així, aquest objectiu implica la correcció dels errors detectats i les modificacions per a dur a terme les millores estudiades.

1.3. Organització de la memòria

Aquesta memòria s'ha estructurat de forma que intenta seguir la línia temporal real del projecte. Així, aquest primer capítol ha descrit l'oportunitat del projecte, i els objectius que

s'han marcat per a dur-lo a terme.

A continuació, és necessari conèixer en quin marc es desenvoluparà el projecte, pel que el capítol 2 descriu l'empresa en el que es realitzarà, el *software* FORAN, al voltant del qual gira, alguns conceptes navals necessaris per al seu desenvolupament i, finalment conceptes bàsics de FORAN, útils per a conèixer de forma global i esquemàtica quins temes tractarà.

El següent pas és fer una planificació del projecte, descrita a l'apartat 3, que inclou tant la planificació d'hores per a cada tasca, com el diagrama de *Gantt* que la representa.

Seguidament el capítol 4 descriu amb detall el desenvolupament del projecte. Així, el primer pas és l'explicació de l'anàlisi del *software* actual, seguit de la descripció de les noves funcionalitats i com s'han dut a terme i, finalment, l'explicació de la tasca de detecció i correcció de millores.

Un cop s'ha desenvolupat el projecte, el pas següent consisteix en fer un estudi de quina ha estat la duració real d'aquest, i quins desviaments s'han produït respecte a la planificació inicial. Aquest estudi es realitza a l'apartat 5.

A continuació, el capítol 6 conté una valoració econòmica del projecte i un estudi de la viabilitat econòmica d'aquest dintre de l'empresa anteriorment descrita.

El capítol 7 presenta les conclusions que s'han obtingut a partir de la realització del projecte.

Per últim, al capítol 8 es troba la bibliografia, que conté totes les pàgines *web*, llibres i documents que s'han anat consultant durant el desenvolupament del projecte.

2. Marc del projecte

2.1. SENER

SENER és una empresa d'enginyeria, consultoria i integració de sistemes amb el principal objectiu de proporcionar als seus clients solucions tecnològicament més eficients.

El treball de SENER està avalat per una llarga trajectòria que va començar al 1956 i que ha derivat en un ampli ventall de tecnologies i camps d'activitat: espai, arquitectura, civil, energia i processos, naval, sistemes d'actuació i control, aeronàutica i vehicles.

2.1.1. SENER al sector naval

El camp d'activitat en el que s'inclou aquest projecte és el naval. SENER és referència obligada dintre del sector naval i compta amb una forta presència internacional. Més de 1000 vaixells de tot tipus en el disseny dels quals ha participat SENER, naveguen avui en dia pel món.

L'activitat de SENER en el sector naval es centra en dos àrees de negoci complementàries:

- **Desenvolupament del sistema FORAN** per a disseny i construcció de vaixells. Es va començar a desenvolupar a mitjans dels anys seixanta i constitueix avui en dia la més avançada tecnologia CAD/CAM/CAE per a la construcció naval.
- **Projectes d'enginyeria naval.** L'enginyeria naval que desenvolupa SENER atén a projectes d'una gran varietat de vaixells i artefactes flotants, pels que aprofita la flexibilitat, rapidesa i fiabilitat del sistema FORAN.

2.2. FORAN

2.2.1. Què és FORAN?

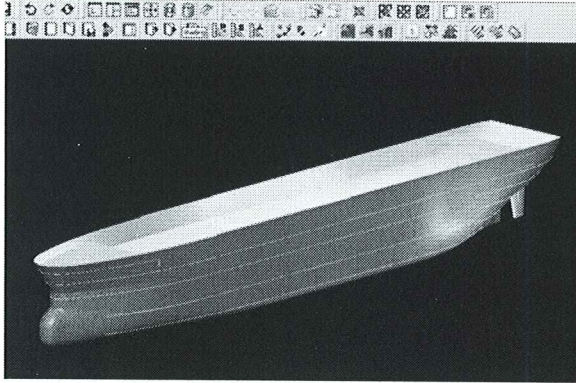
FORAN és un sistema CAD/CAM/CAE utilitzat per a la construcció naval de grans vaixells que ofereix una solució integral pel disseny complet d'un vaixell, incloent els processos de definició de formes, càlculs d'arquitectura naval, definició de l'estructura, disposició de la maquinària i equips, serveis, electricitat i espais d'acomodació.

FORAN s'utilitza a diverses drassanes, que veuen la seva producció millorada notablement, degut a que una millor informació provoca la reducció de la burocràcia i evita la duplicitat de la informació. Pel que fa a la construcció, es redueixen les deixalles gràcies a una demanda de

material més ajustada i una reducció dels temps per demores i interrupcions, disminuint els temps i costos del procés.

Aquest sistema està compost de diversos mòduls, explicats a continuació, cadascun d'ells especialitzat en un dels processos que conformen el disseny d'un vaixell.

- **Definició de formes**



El mòdul de definició de formes és el primer pas pel disseny d'un vaixell. Aquest mòdul ofereix una excel·lent capacitat per a definir formes per a qualsevol tipus de vaixell, incloent els multi-casc i els asimètrics.

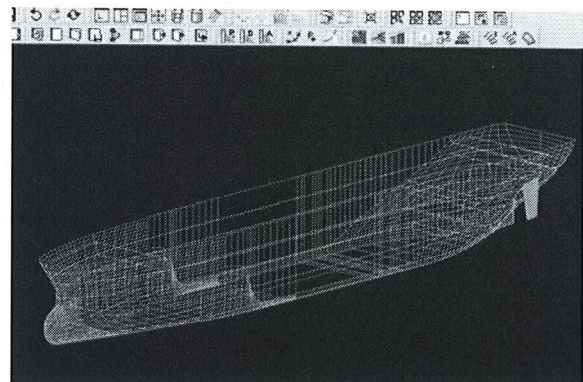
Aquestes formes poden ser definides des de zero o utilitzant qualsevol definició preliminar. *FORAN* utilitza per aquesta tasca la tècnica més avançada, és a dir, definició de

superfícies basada en la formulació NURBS, tècnica estàndard a la indústria.

Les funcionalitats de transformació de formes permeten crear llibreries de formes i generar a partir de la modificació d'aquestes noves geometries.

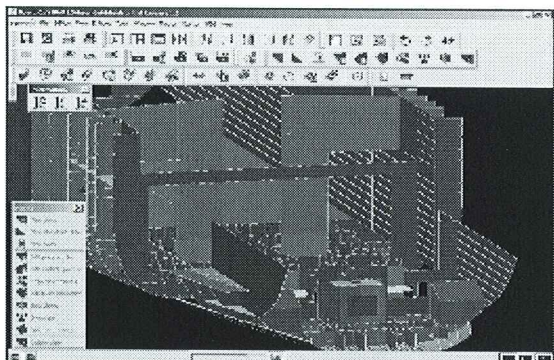
- **Arquitectura naval**

Aquest mòdul és capaç de fer els càlculs navals necessaris complets per a obtenir les condicions del vaixell com ara la compartimentació, les condicions de càrrega, la resistència del remolc, etc. Com a sortida final del mòdul s'extreuen les corbes finals i els seus corresponents llistats numèrics.



- **Estructura del vaixell**

El mòdul de definició d'estructura del vaixell ofereix definir l'estructura d'una forma ràpida, fent servir un precís model 3D. La informació que produeix aquest mòdul es subministra al departament de producció per a la construcció del vaixell, pre-armament, muntatge, gestió de materials i la planificació i control de qualitat.



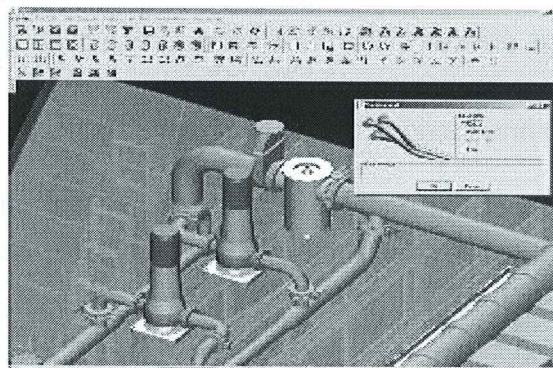
L'usuari treballa directament amb la definició del model de tot el vaixell i pot dissenyar sobre ell tant la enginyeria bàsica com la de detall.

Aquest és el mòdul en el que es desenvoluparà el projecte, concretament en el disseny de detall.

• Armament i electricitat

El mòdul d'armament permet definir de manera completa i precisa el model d'armament que inclou equips, canonades, safates de cables i armament estructural. Aquest mòdul compta amb diferents modes de treball específics per a cada disciplina.

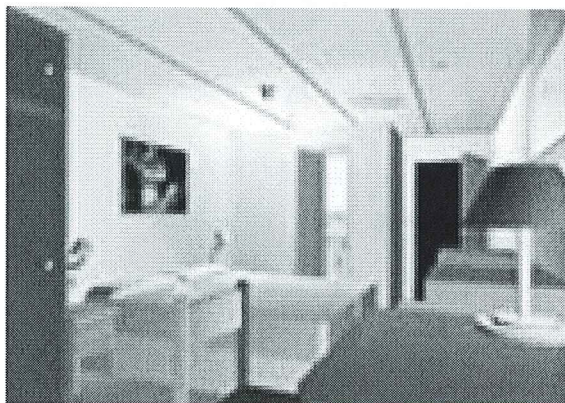
A partir del model creat mitjançant aquest mòdul s'obtenen plànols, informes i dibuixos de fabricació i muntatge.



FORAN també cobreix els aspectes elèctrics del disseny i producció de vaixells. Permet a l'usuari incorporar al model equipament elèctric i cables, així com modelat de safates de cables i rutines de cables mitjançant el mòdul d'electricitat.

• Acomodació

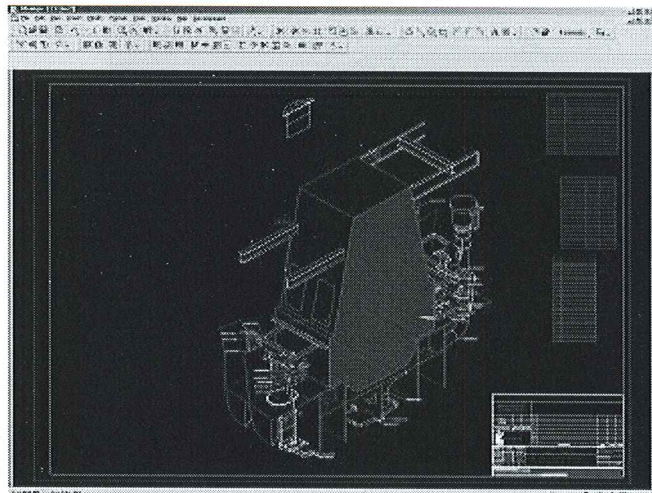
Al model 3D creat fins ara, l'usuari pot incorporar components d'acomodació, com ara cabines, parets, terres, sostres, portes, finestres, panells, mobles, accessoris i aïllament. El disseny de l'acomodació pot fer-se tant utilitzant el mode 3D directament o un mode 2D. Qualsevol canvi en un dels entorns modifica automàticament l'altre. El resultat d'aquest mòdul es la distribució, dibuixos pel muntatge de components i demandes de material.



- Dibuix

Amb aquest mòdul, l'usuari obté els dibuixos de sortida de totes les disciplines de disseny de FORAN: general, estructura del casc, equipament, electricitat i acomodació. Aquests dibuixos són totalment configurables per l'usuari i l'aspecte final del dibuix depèn dels requisits d'aquest.

Els dibuixos són generats directament des del model 3D. Les entitats 2D que es generen sempre són actualitzades amb la última versió del model del producte.



A més, es poden afegir al dibuix, tant en mode 3D com 2D, informació addicional com etiquetes, dimensions, llistats de material o texts.

Un cop hem vist cadascun dels mòduls per separat, a continuació s'explica quina és la relació entre ells.

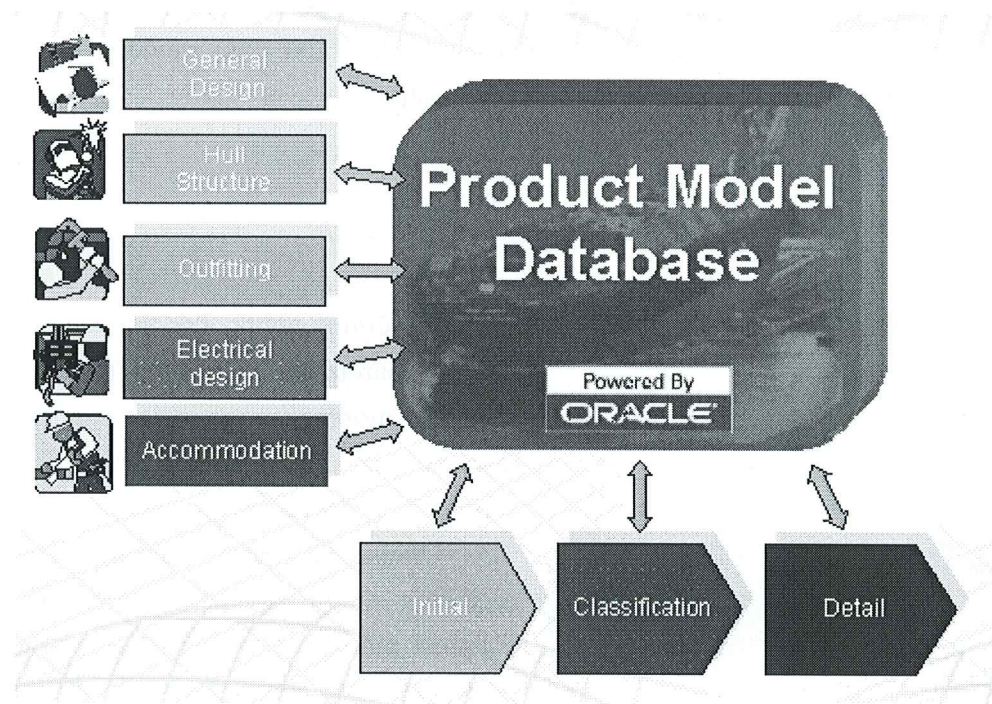


Figura 2.2.1.1 Relació entre els mòduls de FORAN i la base de dades.

Tal i com es pot observar, FORAN és un sistema integrat, pel que la informació necessària per a tots els mòduls està emmagatzemada en la mateixa base de dades, el que facilita el manteniment de la integritat i coherència de les dades.

Aquest projecte es centrarà en un dels mòduls de definició d'estructura interna de FORAN anomenat *Fhull*, en concret en el submòdul de definició de detall. Per tant, a partir d'aquest punt, totes les explicacions contingudes en els següents apartats de la memòria es referiran a aquest submòdul.

El sistema FORAN és líder mundial de les aplicacions CAD/CAM/CAE orientades específicament al disseny i construcció naval. És utilitzat per més de 120 drassanes i oficines tècniques en 22 països.

Aquest *software* s'utilitza a diferents i molt variats tipus de grans vaixells d'acer: càrrega a granel (petroliers, fusters, transports de sal, etc.), càrregues especials (productes químics, càrregues pesades, etc.), transport de gasos líquids, vaixells de passatge (*ferries*, creuers), pesquers, vaixells de guerra, entre d'altres.

L'última versió de FORAN llançada al mercat és la V60R1.1, però actualment s'està treballant en la imminent sortida al mercat de la nova versió: V60R2.0. Aquesta nova revisió de FORAN és el centre d'aquest projecte, tal i com s'ha explicat a l'apartat d'objectius (apartat 1.2).

FORAN compta amb els següents competidors al mercat actual:

- AVEVA: *software* específic de disseny naval.
- Sistemes CAD potents com ara *Intergraph*, CATIA o *Rhynos*.

D'aquesta llista de competidors, el més directe és AVEVA ja que els altres, tot i ser sistemes de CAD molt potents no són específics per al disseny de vaixells, el que els hi fa perdre competitivitat en aquest sector davant AVEVA i FORAN.

El principal avantatge de FORAN respecte a AVEVA és que el primer és un sistema integrat, pel que tota la informació que gestionen els diferents mòduls s'emmagatzema en una mateixa base de dades. A més és una eina més potent en els camps de definició de formes i armament.

2.2.2. Alguns conceptes navals

Per tal de situar-se en aquest projecte en la seva totalitat resulta útil tenir alguns coneixements navals bàsics. Aquest apartat està dedicat a oferir una breu explicació dels conceptes més necessaris per a poder seguir les explicacions del projecte.

- Case

Armadura de ferro d'un vaixell. Aquesta armadura té un recobriment de planxes, adequades pel desgast que portarà l'embarcació, anomenat folre.

- Cobertes

Són cadascuna de les superfícies de fusta o metàl·liques que formen els diferents pisos del vaixell, dividint-lo horitzontalment.

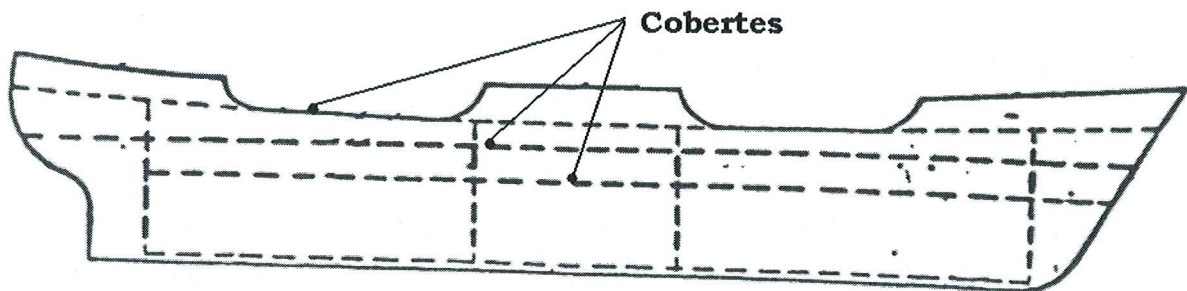


Figura 2.2.2.1: Esquema de les cobertes principals d'un vaixell.

- Quadernes

Són les costelles de fusta o altres materials que formen l'estructura del vaixell, recorrent-lo de babord a estribord i estructurant el casc de la nau.

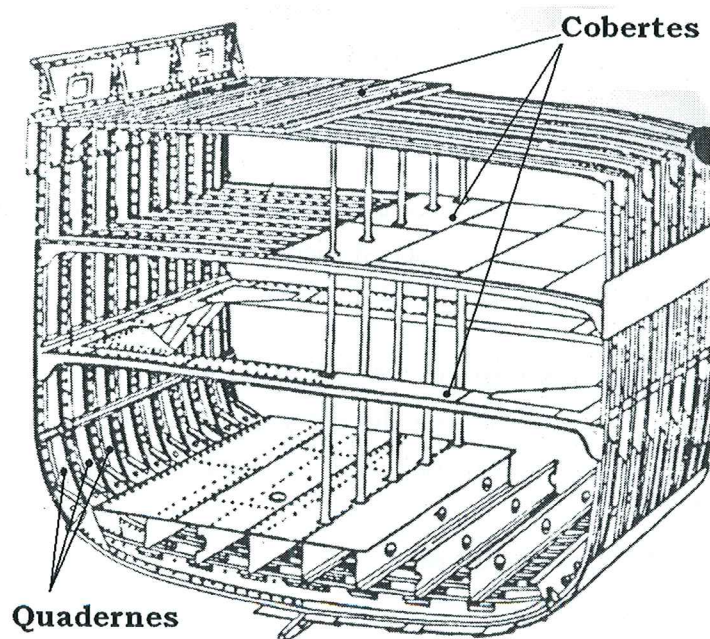


Figura 2.2.2.2: Detall de quadernes i cobertes d'un vaixell.

- **Mampares**

Les mampares són construccions de fusta o metall en posició vertical amb diverses funcions: compartimentar o dividir el casc del vaixell, afegir rigidesa estructural i prevenir l'extensió de les fuites o el foc. Segons la seva posició al vaixell poden ser longitudinals (van de proa a popa) o transversals (van d'estribord a babord).

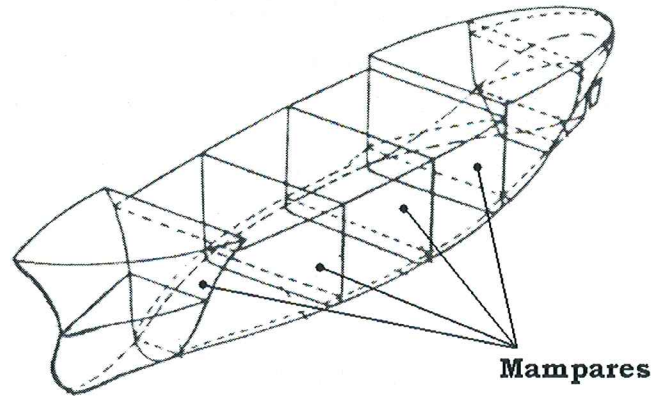


Figura 2.2.2.3: Esquema de les mampares d'una embarcació.

- **Peces bàsiques: planxes i perfils**

Peces d'acer bàsiques per a la construcció de l'estructura d'un vaixell.

Les planxes serveixen per a formar l'estructura, mentre que els perfils són peces de suport i recolzament.

Tot i que a la definició de detall d'un vaixell s'utilitzen gran varietat de peces amb diverses funcions, totes pertanyen als dos tipus generals (planxes i perfils), però amb formes i funcions específiques.

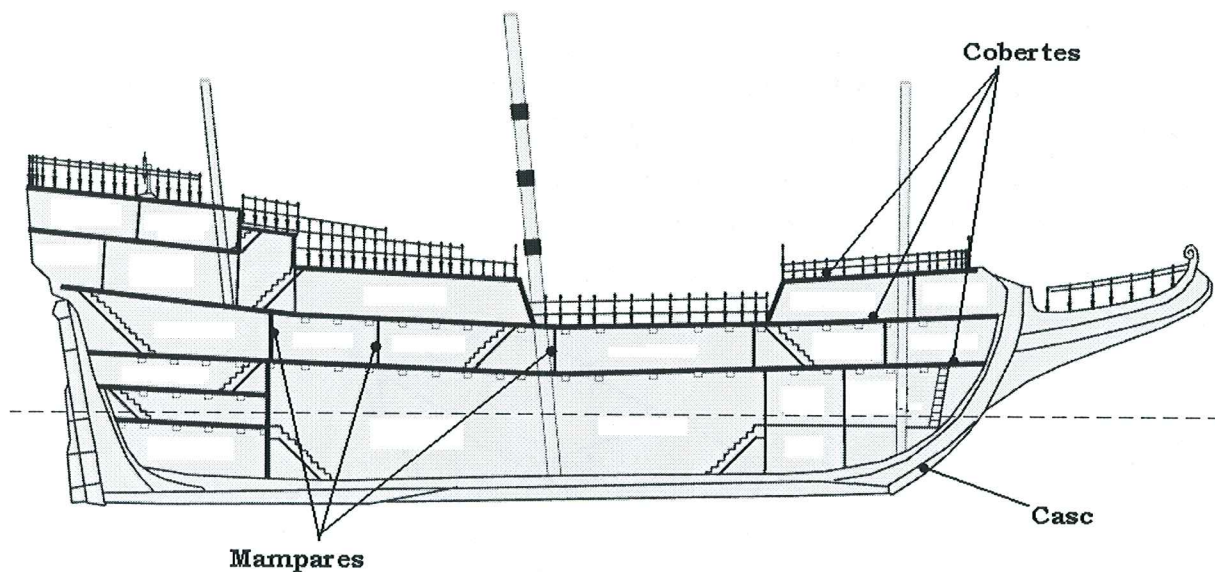


Figura 2.2.2.4: Esquema de l'estructura d'un vaixell.

2.2.3. Funcionament bàsic Fhull

Fhull compta amb diversos modes de treball. En primer lloc, distingeix dues fases de definició del vaixell clarament diferenciades: **casc i cobertes** per a la definició bàsica i **estructura interna** per a la definició de detall. Aquesta distinció és utilitzada per a diferenciar dos modes de treball diferents. Aquest projecte es centrarà en el segon mode de treball: estructura interna.

Per altra banda, el mode d'estructura interna té dos entorns de treball més. Aquests són l'entorn 3D i l'entorn 2D (al que ens referirem amb el nom de *Sketcher*).

A l'**entorn 3D** l'usuari té una visió tridimensional de tot el vaixell. En aquest mode, qualsevol tipus de peça pot ser creada i situada en el lloc desitjat. A més, és el mode on es creen les mampares de l'embarcació, i es gestionarà la seva posició i mida. Sobre cada mampara es defineixen les peces d'estructura, fent servir les línies d'intersecció de la mampara amb altres superfícies i geometria auxiliar definida a l'entorn 2D.

Per altra banda, a l'entorn *Sketcher*, es treballa en dos dimensions sobre una mampara determinada creada prèviament a l'entorn 3D. En aquest segon mode de treball, a més de poder crear tots els tipus de peces, també es pot definir i utilitzar la geometria auxiliar, que s'usa com a geometria de recolzament per a la definició de geometries de peces complexes, i que s'explica amb més detall a l'apartat 2.3.

A més de treballar amb mampares, *Fhull* utilitza un concepte anomenat **element estructural**. Els elements estructurals són contenidors de peces i pertanyen a una mampara concreta. Pot

passar que una mateixa mampara tingui associats diversos elements estructurals, provocant la divisió d'aquesta en diverses zones de definició de peces.

Fhull té comandes específiques per a la definició de cadascuna de les peces que es poden utilitzar per a la construcció d'un vaixell: planxes i perfils (englobant les peces generals i les concretes, amb funció i posició específiques). Per altra banda disposa de comandes per a la definició de geometria auxiliar. L'usuari detalla els paràmetres necessaris per a cadascun d'aquests elements, com ara la posició, les dimensions i els elements existents sobre els quals es recolza. La interfície, amigable i intuïtiva, facilita aquesta tasca a l'usuari, permetent utilitzar tant les finestres de definició de peces i geometria com la interacció directa del ratolí amb el model de l'escena. Una vegada s'ha construït un objecte, l'usuari pot editar-lo i obtenir informació mitjançant un menú desplegable que sorgeix de l'objecte en qüestió, facilitant la interacció amb les entitats del model.

La concurrència és un altra de les característiques importants de *Fhull*. En el disseny d'un vaixell hi treballa un nombre elevat de persones, pel que és imprescindible que aquestes persones puguin accedir concurrentment a un mateix projecte. D'aquesta forma, *Fhull* bloqueja les mampares que estan sent utilitzades per altres usuaris, de manera que no pugui haver-hi dos persones treballant sobre una mateixa mampara. Tot i aquesta mesura, és probable que les modificacions d'un usuari afectin al treball d'un altre. En cas que aquestes modificacions afectin negativament a la labor d'altres, *Fhull* utilitza el concepte d'inconsistències, explicat a l'apartat 2.3.2, per a avisar als usuaris d'aquesta situació.

2.3. Conceptes bàsics

Fhull treballa amb molts conceptes, però no tots afecten a l'entorn d'aquest projecte. A continuació s'expliquen els conceptes bàsics que estan relacionats amb els objectius definits.

2.3.1. Relacions topològiques

El disseny de l'estructura d'un vaixell implica infinitats de relacions lògiques entre els diferents components que formen l'embarcació. Cada element es construeix depenent d'altres parts amb les que tindrà una relació geomètrica i/o lògica. Això implica que una modificació de qualsevol element hauria d'afectar a tots els components amb els que manté una relació de dependència, ja sigui relativa a la seva forma, dimensions o localització.

Fhull incorpora el concepte de relacions topològiques. Aquestes relacions estableixen lligams de dependència entre les entitats del disseny, tant geomètrics com conceptuals. Són utilitzades per a transmetre els canvis que l'usuari realitza sobre el disseny a totes les entitats afectades per dependència. A més d'aquestes modificacions realitzades pel propi usuari, també s'ha de tenir en compte que *Fhull* pot ser utilitzat per moltes persones alhora, i que els canvis de tots

els usuaris s'hauran de propagar i reflectir al model. D'aquesta manera, les modificacions es transmeten de forma automàtica, facilitant enormement la feina dels dissenyadors.

El sistema tractat no treballa amb la geometria de les entitats, si no amb les seves definicions. Això és, cada entitat conté els paràmetres que necessita per a ser calculada, en comptes de la seva geometria. D'aquesta forma, s'abstreu el càlcul de cada entitat, i facilita la utilització de diferents mètodes per a ser calculada. A més, cadascun dels seus paràmetres representa un altra entitat, de manera que fa possible la propagació dels canvis entre elements amb relació de dependència.

Les relacions topològiques es representen en forma de graf acíclic dirigit, on els nodes són les entitats de disseny i les arestes les relacions entre elles. Les arrels són els components més abstractes i generals, ja que no depenen de cap altra part del vaixell. Amb aquesta estructura, un canvi en algun dels nodes es propagarà per les branques corresponents afectant a les entitats relacionades amb el node modificat.

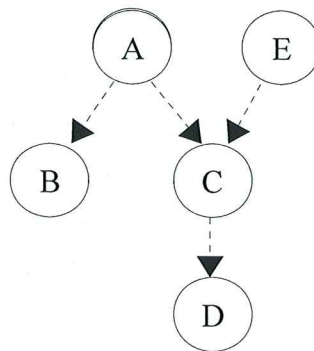


Figura 2.3.1.1: Exemple de relacions topològiques entre entitats. Una modificació del component E provocaria que aquest canvi es transmetés als objectes C i D, mentre que si la modificació s'apliqués sobre B, el model de disseny no hauria de sofrir cap altre canvi.

2.3.2. Inconsistències

Els canvis que es realitzen en el disseny d'un vaixell i la seva propagació a les parts dependents pot provocar que perdi la coherència. Això és, la modificació d'algunes entitats com a conseqüència d'algun canvi en el disseny, que s'ha transmès gràcies a les relacions topològiques, pot fer que aquestes perdin el sentit degut a incongruències en els seus paràmetres.

Per altra banda, el disseny d'una embarcació és una tasca que suposa molt temps i dedicació on treballen moltes persones simultàniament. Aquest treball concurrent implica que les modificacions realitzades per algun dels dissenyadors pugui afectar a altres parts del disseny portades a terme per altres persones. Per aquesta raó, no només les variacions produïdes per una persona afectaran al seu disseny, si no també les dels altres integrants del

desenvolupament de l'embarcació.

Per a gestionar aquestes situacions, *Fhull* incorpora el concepte d'inconsistències. En cas que algun canvi en el disseny impliqui la pèrdua de la coherència d'alguns components, aquests queden marcats com a inconsistents. El sistema avisa a l'usuari de que el disseny ha quedat incongruent, indicant-li també quin és el component o components causants de la inconsistència i a quines entitats ha afectat. D'aquesta forma l'usuari podrà editar les parts afectades per a que el disseny recuperi la coherència. Les inconsistències utilitzen les relacions topològiques com a base, ja que es propagaran utilitzant les relacions de dependència entre entitats.

No totes les entitats de *Fhull* tenen la capacitat de quedar-se inconsistents. Aquest projecte utilitzarà aquesta limitació per a estendre el sistema i aplicar aquesta funcionalitat a altres entitats que s'expliquen més endavant.

2.3.3. Geometria auxiliar. Variables

Per a oferir a l'usuari major facilitat i precisió en el disseny del vaixell, *Fhull* incorpora la geometria auxiliar. Aquesta representa un tipus d'entitats que s'utilitzen com a recolzament en el disseny de peces i que no formen part dels plans finals del vaixell.

Els elements que formen part de la geometria auxiliar són:

- Punts
- Línies
- Poliarcs
- Variables

Aquest projecte es centra en les variables, entitats que s'utilitzen com a abstracció de determinades característiques d'altres entitats que no tenen un valor fix, si no dependent d'altres elements. D'aquesta forma, les variables resulten útils per a lligar topològicament dos entitats, utilitzant propietats modificables d'una com a variable per a definir l'altra.

A l'última versió de *Fhull*, la v60R1.1, les variables no tenen la capacitat de quedar-se inconsistents. La part d'aquest projecte d'ampliació de les funcionalitats de *Fhull* incorporarà les inconsistències a les variables.

3. Pla de gestió temporal

3.1. Tasques a realitzar

La següent taula mostra la relació de tasques que s'han de realitzar per a donar el projecte per finalitzat i el temps en hores que s'ha estimat per a cadascuna d'elles:

Tasca		Temps estimat (hores)	
Anàlisi del <i>software</i> actual		250	
Afegir noves funcionalitats	F1: Deixar variables inconsistentes.		150
		Anàlisi	30
		Disseny	45
		Implementació i proves	75
	F2: Variables inconsistentes al bucle de lectura.		50
		Anàlisi	10
		Disseny	15
		Implementació i proves	25
	F3: Variables inconsistentes a la finestra d'inconsistències.		50
		Anàlisi	10
		Disseny	15
		Implementació i proves	25
	Detecció i correcció d'errors i millores		100
	Documentació		150

L'apartat 4.2 explica amb tot detall quines són i en què consisteixen cadascuna de les noves funcionalitats. A més, com es veu a la taula, la realització de cadascuna de les funcionalitats inclou l'anàlisi, el disseny, la implementació i les proves unitàries realitzades pel desenvolupador.

Tal com s'explicarà a l'apartat corresponent (4.3), la tasca de detecció d'errors i millores inclourà tant la correcció dels errors detectats pel propi desenvolupador com els trobats pel departament de suport, dedicat, entre d'altres coses, a provar els nous desenvolupaments de FORAN.

En referència a la tasca de documentació, cal tenir en compte que només inclou les hores invertides en la realització d'aquesta memòria. El temps de creació dels documents propis del projecte (document de requisits, especificació funcional, disseny, etc.), està inclòs dintre de les tasques de cada funcionalitat.

3.2. Cicle de vida del projecte

Els projectes d'enginyeria tenen com a finalitat la realització de diverses activitats per a obtenir un producte o servei. Aquestes activitats poden agrupar-se en fases i al conjunt d'aquestes fases es denomina cicle de vida. Depenent del tipus de producte o servei, l'agrupació d'activitats i els objectius de cada fase poden ser molt diferents, obtenint d'aquesta forma, diferents tipus de cicles de vida.

Per a analitzar quin tipus de cicle de vida correspon a aquest projecte, cal tenir en compte que en el cas d'una revisió de *software*, la majoria de les fases no es poden considerar lineals, ja que la realització d'una d'elles porta a la reobertura de l'altra. És a dir, es retroalimenten, de forma que no poden ser tancades fins al final del projecte.

En el cas concret del nostre projecte, aquesta característica es pot observar a les següents tasques:

- Anàlisi del *software* actual. Tal com ja s'ha esmentat, *Fhull* és un *software* gran i complex, pel que l'estudi dels conceptes i el codi necessari per a dur a terme la revisió d'una part del programa, no pot realitzar-se de forma complerta a l'inici del projecte. Així, es realitzarà un anàlisi gran inicial, on s'estudiaran els conceptes bàsics, per a reobrir l'estudi ja més concret durant les següents tasques segons la necessitat de cada moment.
- Detecció i correcció d'errors i millores. Els errors i millores sorgiran durant la incorporació de les noves funcionalitats, les proves que es realitzin durant aquesta tasca i les realitzades pel departament de suport. Per això, fins al termini de la tasca de desenvolupament, aquesta pot reobrir-se al trobar nous errors o possibles millores.

Tot i això, per tal de simplificar el comportament de les tasques del projecte, i poder fer una classificació del seu cicle de vida i planificació de la duració de les tasques, s'han fet les següents consideracions:

- Per a la planificació només es tindrà en compte l'anàlisi de *software* inicial. L'anàlisi que sorgeixi durant el desenvolupament de les noves funcionalitats, la correcció d'errors i millores i la documentació, serà considerat intern a cadascuna de les tasques esmentades.
- La tasca de detecció i correcció d'errors i millores s'inicialitzarà quan la funcionalitat F1 ja porti algun temps en desenvolupament i continuarà en paral·lel a la tasca d'addició de noves funcionalitats.

D'aquesta forma es pot concloure que el nostre projecte té un cicle de vida clàssic, de desenvolupament en cascada, on les diferents tasques a realitzar poden ser organitzades de forma lineal, tal i com es mostra al diagrama de *Gantt* del següent apartat.

3.3. Estimació i planificació

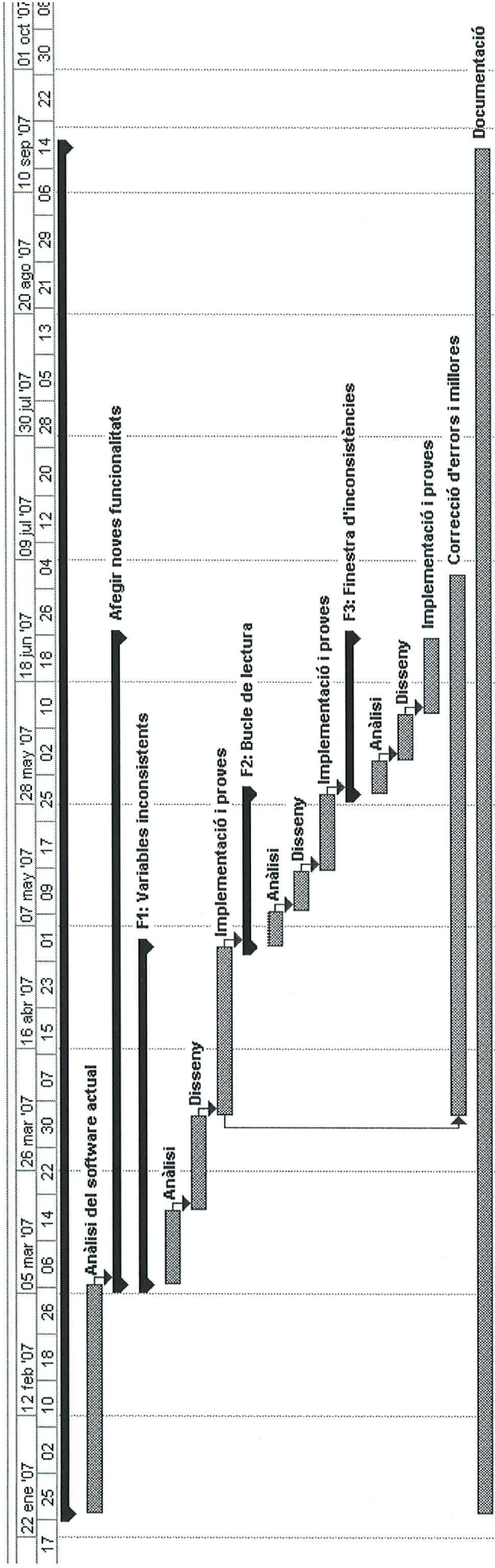


Figura 3.3.1: Estimació prèvia de la dedicació a cada tasca.

