

# OBRES AL PORT ESPORTIU DE PORT GINESTA: CANVI DE PANTALANS AMB SISTEMA PER PONTONA

Nom: JOAN NOGUERÓN SÁNCHEZ  
Assignatura: PROJECTE FINAL DE CARRERA  
Director: JOAN MARTÍN MALLOFRÉ  
Títol: DIPLOMATURA NAVEGACIÓ MARÍTIMA  
Quadrimestre: Primavera-11

## **Índex de la proposta**

Introducció

### 1. Ports esportius a Catalunya

1.1. Evolució dels ports esportius

1.2. Degradació de les instal·lacions: pantalans

### 2. Estudi de l'alternativa basada en el sistema basat en la pontona

2.1. Descripció de la pontona

2.2. Estudi d'estabilitat de la pontona

2.3. Funcionament de la pontona

2.4. Seguiment pas per pas del canvi d'un pantalà amb sistema amb pontona

2.4.1. Fases del procés

2.4.2. Equip material més important que intervé en tot el sistema

2.4.3. Equips humans que intervenen en el sistema

2.5. Possibles problemes trobats en el sistema

2.6. Calendari de temps per completar l'obra de tot un pantalà

2.7. Costos del sistema

2.8. Comparativa amb altres alternatives

Conclusions

- Eficàcia del sistema

- Utilitat i innovació del sistema

- Viabilitat i amortització del sistema

Bibliografia

Annexos

## **Introducció**

En el present treball ens plau exposar un sistema innovador, emprat per el port esportiu de Port Ginesta (Castelldefels), en la realització de l'obra del canvi de pantalans que formen la seva estructura a causa de la seva degradació.

A grans trets els objectius que ens proposem són els de donar a conèixer l'enginy d'un sistema capaç de realitzar les operacions més delicades amb un alt grau d'eficiència.

De entre les seves millors virtuts destaquem, el fet de donar una gran simplicitat de funcionament, així com la d'aconseguir un alt grau de compenetració amb l'activitat portuària. Fugint d'aquesta forma de la necessitat de grans inversions en maquinaria pesada o empreses externes que puguin aturar l'activitat portuària habitual.

Així observem com, gràcies a aquest sistema, el port gaudeix d'una gran independència a l'hora d'afrontar aquest tipus reformes, lo qual té una gran importància a nivell econòmic i logístic.

El sistema exposat s'inicia en el moment en que es detecta una deficiència en l'estructura d'algun pantallà. En aquest instant, el sistema es posa en marxa fins el moment en que s'ha instal·lat el pantallà nou i es fa la posta a punt d'aquest, moment en que l'usuari pot tornar gaudir dels seus serveis habituals.

La metodologia emprada ha estat el seguiment de l'estructuració i planificació de l'obra en el port esportiu de Port Ginesta amb la participació activa en la seva posterior realització.

Molta de la informació emprada en el present treball ha estat facilitada per Port Ginesta.

Vull expressar el meu agraïment mes sincer especialment a:

Al Director de Port Ginesta Alfonso Echegaray, per la seva vital aportació en la creació de la pontona i el sistema descrit. Un home que va destacar per la seva intel·ligència i dedicació al mar, el qual ens deixa un gran llegat d'idees.

A Joan Martín Mallofré per la seva ajuda i col·laboració en el present treball.

I molt especialment al Capità de Port de Port Ginesta, Rodrigo de Febrer, per la seva ajuda i comprensió incondicional tant a nivell intel·lectual com humà.

## 1. Ports esportius a Catalunya

### 1.1. Evolució dels ports esportius a Catalunya

Les primeres marines turístiques sorgeixen a principis de segle XX a Amèrica del Nord lligades a una societat de consum que s'inventa el turisme de masses. La tendència a la simulació i a la recreació d'ambients pròpia d'aquesta societat porta amb si l'aparició de les primeres marines turístiques o ciutats lacustres com alternativa escenogràfica a la ciutat industrial de la busca evadir-se. Si bé els primers models apareixen en els anys 20, la major difusió de les marines en Estats Units s'obté en els anys 50.

Aquest model americà és importat per els països europeus a on esclata el boom del turisme de masses a principis de la dècada dels anys 60. L'arc Mediterrani oriental, i especialment França, Itàlia i Espanya, es converteixen en l'escenari d'aquestes noves escenografies turístiques que tracten d'evocar paisatges idíl·lics. Els anys 60 seran testimoni d'un número repertori de marines turístiques en el Mediterrani convertint-se en una bona oportunitat per als arquitectes d'experimentar amb un nou model de ciutat-artefacte allunyat de lo tradicional de la ciutat funcional en la que imperen noves pautes i directrius, i de investigar en noves formes i espais.

A Espanya el desenvolupament de la nàutica d'esbarjo i de les instal·lacions a la vora del mar, apareixen a partir dels anys seixanta i es desenvolupen en dos fases, una primera de projectes i realitzacions en zones humides de marines i ports interiors, a la manera de les primeres operacions americanes, i una segona de ports exteriors que completen i estenen la xarxa de ports pesquers i de cabotatge que hi havia a lo llarg de tota la costa mediterrània. Al 1969 apareix la primera llei sobre ports esportius (Llei 55/1969 de 26 abril, sobre ports esportius) i en el seu preàmbul deia:

“El desenvolupament que l'esport nàutic ha adquirit a Espanya per la influència del turisme interior i exterior i el creixent us d'embarcacions menors, fa necessària la promulgació d'una llei específica que reguli la construcció, conservació i explotació de ports esportius”.

Aquesta llei està acompanyada per la llei de Costes aprovada el 26 d'Abril de 1969, i les dos eren molt permissives en lo que respecta a l'ocupació del litoral i a la construcció de ports, fins al punt en que la llei de costes no regulava els espais regits per la avançada llei de Centres i Zones d'Interès Turístic Nacional de 28 de desembre de 1963, que fomentava el desenvolupament turístic i de grans urbanitzacions. (Alemany J., 2004).

Un exemple de projecte turístic que pren el model de marina americana és la marina residencial d'Empuriabrava, la marina interior més gran a Europa, amb una superfície de més de 500 ha situada al litoral de Girona. El projecte va ser concebut com a lloc de vacances i segona residència, amb edificacions aïllades disposades a lo llarg de 30km de canals, i 5.000 embarcador. El conjunt té una densitat molt baixa (3,4 hab/ha) i es completa amb àrees de major densitat que es situen en primera línia de mar: un port esportiu, serveis i comerços.

El traçat dels canals d'aigua adopta una forma d'arbre amb una jerarquització dels vials aquàtics principals, els que suporten més tràfic i distribueixen la circulació cap a altres secundaris en fons de sac. A lo llarg d'aquests canals es disposen les parcel·les de vivendes unifamiliars permeten un accés particular i directe des de les embarcacions a les cases. Així mateix, aquest teixit aquàtic queda integrat en un entramat de vies de tràfic rodat que accedeixen igualment a les parcel·les de les vivendes per la part de darrera de les mateixes.

Més tard el traspàs de les competències referides als ports nàutics a les autonomies (principis anys 80), mantenint l'Estat la propietat i gestió del domini públic coster, obrirà un nou període. La assumptió de competències deixarà en mans de les regions el desenvolupament d'una activitat quan pràcticament ja s'ha construït en tots els racons possibles de la costa. A pesar d'això, totes les autonomies, començant per la catalana, elaboraran un pla de ports esportius i faran un desenvolupament de la legislació sobre aquest tipus de infraestructures. La metodologia serà semblant en tots els plans i en ella s'intentarà frenar el creixement del numero d'instal·lacions nàutiques amb voluntat d'iniciar l'ordenació del litoral. A això s'uneix l'aprovació e la Llei de Costes de 1988 (Llei 22/1988, de 28 de juliol) amb uns objectius i restriccions més exigents en quan a la urbanització en les nostres costes.

A partir d'aquesta Llei la controvèrsia entre la preservació del medi ambient i el desenvolupament portuari es materialitzarà en la oposició més o menys fort de la Direcció General de Costes del Govern espanyol a tot tipus d'obra que vagi en detriment de la conservació i millora de les platges. Des de 1986 i de forma especial des de la aprovació de la Llei, la Direcció General va decidir passar d'una política defensiva a una d'activa de conservació i regeneració de platges.

Després d'aquest intent fallit, la promoció de ports esportius s'ha centrat en la ampliació dels existents, i en desenvolupar les marines de tercera generació. En efecte, donat que és molt difícil desmuntar un port, és millor recreïxer les instal·lacions existents abans que obrir unes altres de noves. Amb aquesta operació no només s'eviten mals majors, sinó també incrementar la mida dels ports i fer-los més rentables.

## **1.2. Tipus de pantalans**

Un pantalà no és més que un moll sobre pilots col·locat, normalment, de forma perpendicular a una línia de costa o de moll. Aquest té els seus orígens a Filipines i es va començar a aplicar als lleugers molls sobre estacades de fusta que ella es construïen en estuaris i rius, generalitzant-se més tard en el llenguatge portuari per tota classe de molls sobre pilots que avancen a la mar.

La importància dels pantalans radica, no tant en el seu cost que ve a representar entre un 10 i un 20% de tota la inversió d'un port, sinó en el paper que, com element del servei, té per l'usuari, ja que és el punt de contacte d'aquest i la seva embarcació amb el port i l'hàbitat natural de l'usuari on, a diari en temporada alta, o els caps de setmana en temporada baixa, es desenvolupa gran activitat.

L'ús de pantalans és molt abundant en els ports esportius i, encara quan existeixen nombrosos dissenys, els podem agrupar en dos tipus o classes: pantalans flotants i pantalans fixes. L'ús dels primers és "obligatori" en aquells ports on els efectes de les marees es deixen sentir amb major

intensitat. Però també són emprats en ports sense marees, degut, entre d'altres raons, a que mantenen constant el seu francbord, al seu menor cost o a una relativa facilitat per canviar la configuració interior del port.

Per al que nosaltres respecta anem a parlar dels pantalans fixes que són els que tractarem en el present treball.

Els pantalans fixes, en els seus diversos sistemes, s'utilitzen, com és lògic en ports a on les marees són imperceptibles, i presenten l'avantatge de la seva rigidesa, permetent, per això, un major nombre d'instal·lacions o serveis perifèrics aconseguint així també una major comoditat per als usuaris, proporcionant a aquests, si són titulars d'un amarrament, la sensació de que és "propietari" d'alguna cosa "sòlida", real, sensació que els pantalans flotants no acaben de transmetre.

Poden ser de dos tipus: *de construcció sòlida o oberts*. L'elecció d'un o altre tipus es fa en funció del tipus de subsòl. Tot i això, hi ha certs aspectes de tipus mig ambiental que prevalen la construcció d'estructures obertes sobre les tancades, per exemple els danys que poden causar aquestes últimes sobre les espècies bentòniques, a les migracions de determinades espècies, la disminució de corrents i conseqüent estancament de les aigües, etc.

Per aquestes i altres raons, el més freqüent és la construcció de pantalans fixes oberts, i més concretament construïts sobre pilots o sobre caixons, normalment de formigó; poden utilitzar-se tot i això, altres materials en la construcció de pantalans fixes tals com fusta, acer, plàstics combinacions d'ells.

### **1.3. Degradació dels pantalans de Port Ginesta, possibles causes.**

A la marina de Port Ginesta els pantalans que hi ha són pantalans fixes oberts construïts amb pilars fets de blocs de formigó sobre un enrasant d'escullera amb una separació de 10,50 metres entre ells, units mitjançant plaques alveolars de 11 metres de longitud, 1,50 metres d'ample i 0,30 metres de canto.

Per aconseguir un ample de 3 metres de pantalà, s'han col·locat dos tires de plaques.

Els alvèols exteriors de les plaques s'han emprat per el pas dels serveis de subministre de aigua i llum a les embarcacions.

Per reforçar la unió entre lloses i donar-li un cert encastament s'han lligat amb vareta i formigó sobre el pilar 4 plaques segellant al mateix temps així els alvèols centrals per els que no circulen serveis.

Es creu que els pantalans es deterioren per la oxidació del cable i els ferros de la estructura de la placa.

Aquestes plaques estan dissenyades per forjats interiors.

Al muntar-les a l'exterior, el formigó es mulla, ja sigui per la pluja o per una pujada del nivell del mar. Exteriorment, el formigó es seca ràpid i no adquireix massa humitat. El problema principal ve

per el fet de que els hi entra aigua en els alvèols no estancs (alvèols exteriors usats per conduccions), inclús a vegades per fugues interiors d'aigua.

Quan l'alvèol s'inunda, es formen tolls en el seu interior de difícil evacuació donat lo irregular de la seva superfície. L'aigua estancada humiteja el formigó arribant aquesta humitat als ferros de la estructura oxidant-los.

Els alvèols centrals no s'inunden interiorment per haver sigut segellats en els seus extrems.

L'òxid fa créixer la mida del ferro i el formigó es trenca fins al exterior.

Primer s'aprecia sobre els ferros més superficials, en el nostre cas ho són les varetes transversals no estructurals.

La cara inferior de la placa és la més afectada però el problema també pot aparèixer en la cara superior.

El pas següent és l'esquerdament longitudinal per oxidació del cable estructural causant finalment un desprendiment de la cara inferior de la placa en la zona afectada que normalment és l'alvèol per on passen els serveis.

Quan es desprèn la cara inferior de la placa de l'alvèol de serveis, els tubs de subministrament elèctric i aigua cauen.

A Port Ginesta, les plaques dels pantelans més exteriors del port són les que en primer lloc van presentar símptomes de degradació, al 2004, 18 anys més tard després de la seva col·locació. (Veure annex 2, foto 1 i 2).

## **2. Estudi de l'alternativa basada en el sistema basat en la pontona**

### **2.1.Descripció de la pontona**

Està formada per dos flotadors de Plàstic Reforçat de Fibra de Vidre (P.R.F.V.) de forma cilíndrica de 1,44 m. de diàmetre i 18 mm. d'espessor. En la seva part superior estan units per vint taulons de fusta tractada, fixats amb cargols d'inox de 12 mm. a ambdós costats de pestanyes laminades, també en P.R.F.V. sobre els flotadors.

El pes en rosca de la pontona és de 5,3 t, en quan a la posició del seu centre gravetat serà tractada en el següent capítol.

Cada flotador disposa de dos compartiments estancs en els seus extrems i d'un central no submergible, d'aquesta forma està garantida la flotabilitat del conjunt descarregat amb el centre llastrat i també l'estabilitat durant els estats intermedis d'enfonsament.

A la part superior de cada flotador hi ha dos claus de pas que comuniquen el compartiment central amb l'exterior. Les claus superiors dels flotadors permeten la connexió d'un compressor per injectar aire pressió en cas necessari.

Així mateix, en la part inferior es disposen dos canonades flexibles que permeten el seu plenament i buidament. Aquestes canonades flexibles disposen d'uns pesos en els seus extrems per tal de

poder enfonsar-les eficaçment i d'uns caps per tal de poder hissar-les en cas necessari per sobre de la superfície de l'aigua (tractat en apartat 2.3.).

Per més informació veure plànols en Annex 1.

## 2.2. Estudi d'estabilitat de la pontona

A continuació ens proposem estudiar l'estabilitat inicial transversal per escores petites de la pontona per a tres condicions de càrrega.

Després de realitzar l'estudi de les tres situacions obtindrem uns valors amb els quals serem capaços de demostrar que la pontona compleix els criteris d'estabilitat inicial necessaris.

*Dades pontona:*

|                   |         |
|-------------------|---------|
| Eslora màxima     | 9,34 m. |
| Manega màxima     | 4,30 m. |
| Puntal            | 1,64 m. |
| Pes en rosca      | 5,3 t.  |
| Pes de la càrrega | 17 t.   |

Consultar Annex 1 per veure plànols.

A continuació anem a calcular el centre de gravetat de la pontona per moments. D'aquesta forma, partirem dels centres de gravetat de totes les parts que la formen. Aplicarem la següent fórmula:

$$D_F \cdot KG_F = D_I \cdot KG_I + p \cdot kg$$

*Càlculs centre gravetat pontona:*

|                  | <b>PES<br/>(kg)</b> | <b>KG<br/>(m)</b> | <b>Mto vert</b> | <b>XG</b> | <b>Mto horiz.<br/>(kg.m)</b> |
|------------------|---------------------|-------------------|-----------------|-----------|------------------------------|
| <b>Flotadors</b> | 3783                | 0,709             | 2682,15         | 4,62      | 17477,46                     |
| <b>Fusta</b>     | 1087                | 1,526             | 1658,76         | 4,62      | 5021,94                      |
| <b>Pestanyes</b> | 200                 | 1,427             | 285,4           | 4,62      | 924                          |
| <b>Varis</b>     | 233                 | 1,629             | 379,56          | 4,62      | 1076,46                      |
| <b>TOTAL</b>     | 5300                | 0,945             | 5013,8          | 4,62      | 24486                        |

Anem ara a realitzar els càlculs d'estabilitat per les diferents condicions de càrrega per les qual ha estat dissenyat la pontona:



### a.- SITUACIÓ 1: Càrrega màxima

Dades de la situació:

Calat            0,95

FºBord           0,69

|                              | <b>Pes<br/>(t)</b> | <b>KG<br/>(m)</b> | <b>Mto vertical<br/>(t.m)</b> | <b>XG<br/>(m)</b> | <b>Mto long.<br/>(t.m)</b> |
|------------------------------|--------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------|----------------------------|
| <b>Pontona sin<br/>carga</b> | 5,30               | 0,94              | 4,982                         | 4,62              | 24,49                      |
| <b>Carga</b>                 | 17,00              | 1,93              | 32,81                         | 4,62              | 78,54                      |
| <b>TOTAL</b>                 | 22,30              | 1,69*             | 37,69                         | 4,62              | 103,03                     |

\*Calulem així el KG final

$$D_F \cdot KG_F = D_I \cdot KG_I + p \cdot kg$$

$$KG_F = \frac{(5,3 \cdot 0,94 + 17 \cdot 1,93)}{22,3}$$

$$KG_F = 1,694$$

Tot seguit necessitem trobar la posició del centre de carena respecte de la quilla, KC.

Al no ser un dada directe, necessitarem realitzar una sèrie de càlculs per trobar-lo.

En primer lloc obtindrem el volum a través de les flotacions equidistants un valor  $\beta$ , en definitiva increments de calat, es prenen moments amb respecte a la quilla, i finalment, es trobarà l'alçada del centre de carena sobre la mateixa, KC (Olivella 1994, cap3).

Trobarem llavors la suma de volums i la suma de moments de les àrees de flotació per més tard aplicar les formules corresponents.

Abans però necessitarem trobar les diferents àrees de flotació amb les quals treballarem, que aniran variant amb el calat.

Llavors primer haurem de saber el que valen els costats de cada area de flotació. Per al nostre cas en particular, les àrees de flotació del cilindre regular seran rectangles.

Llavors per diferents calats C1, C2 i C3 tindrem diferents costats en les àrees de flotació, tot i que el costat paral·lel a la cruïxa del cilindre es mantindrà constant i valdrà igual a l'eslora del cilindre.

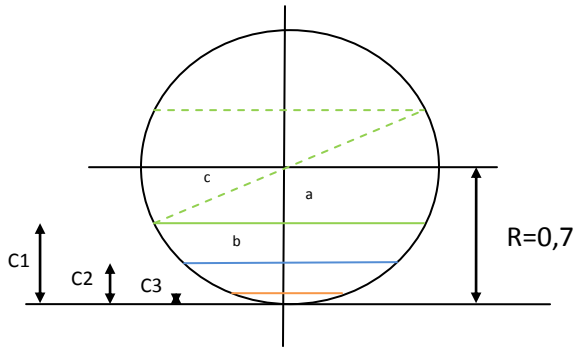


fig.1 Resolució calats cilindre

Resolent el triangle abc per Pitàgores trobem que les àrees de les flotacions augmenten en funció dels calats de la següent forma:

$$f(c) = 18,68\sqrt{-c^2 + 1,4c}$$

a on  $f(c)$  és l'àrea de flotació i  $c$  el calat.

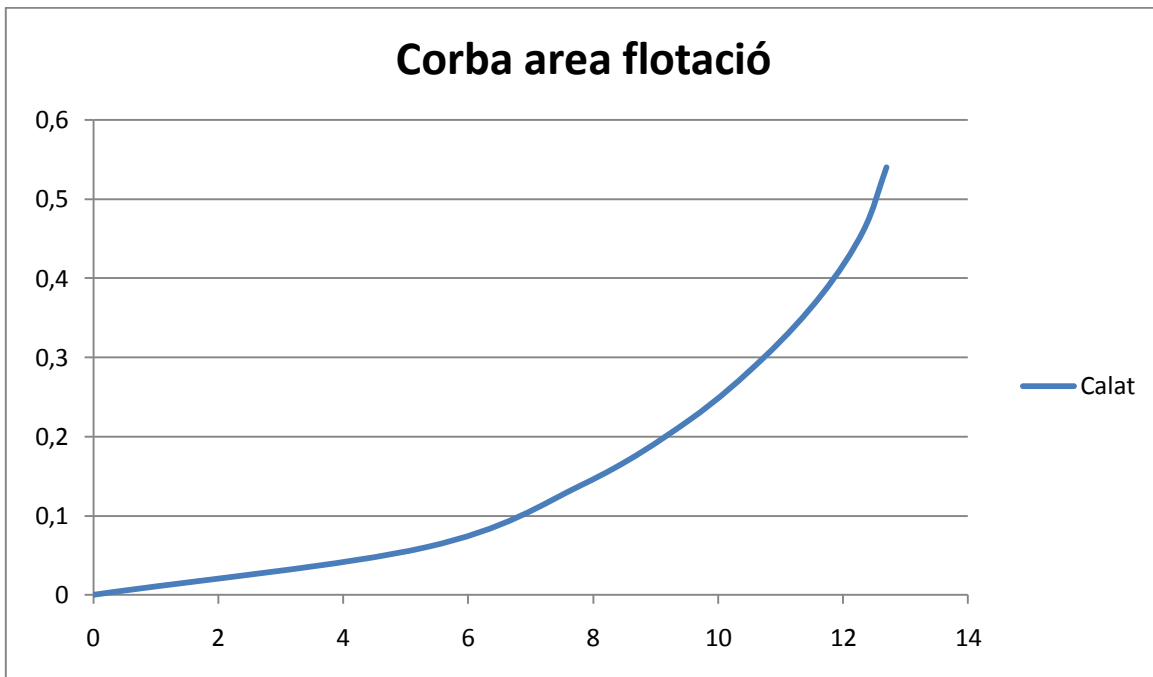


fig.2, Corba àrees de flotació amb calat

Llavors farem un quadre per a diferents calats i obtindrem les següents àrees de flotació:

| Calats       | Area Flotació |
|--------------|---------------|
| C0 = 0       | 0             |
| C1 = 0,13    | 7,6           |
| C2 = 0,27    | 10,32         |
| C3 = 0,40    | 11,81         |
| C4 = 0,54    | 12,73         |
| C5 = 0,67    | 13,06         |
| C6 = 0,81    | 12,91         |
| C7max = 0,95 | 12,21         |

A continuació, un cop sabem les diferents àrees de flotació per els diferents calats podem fer el quadre següent per esbrinar la suma de volums i la suma de moments:

| Número flotació | Àrea flotació | Factor | Funció Volum                         | Braç | Funció moment                         |
|-----------------|---------------|--------|--------------------------------------|------|---------------------------------------|
| 0               | 0             | 1/2    | 0                                    | 0    | 0                                     |
| 1               | 7,6           | 1      | 7,6                                  | 1    | 7,6                                   |
| 2               | 10,32         | 1      | 10,32                                | 2    | 20,64                                 |
| 3               | 11,81         | 1      | 11,81                                | 3    | 35,43                                 |
| 4               | 12,73         | 1      | 12,73                                | 4    | 50,92                                 |
| 5               | 13,06         | 1      | 13,06                                | 5    | 65,3                                  |
| 6               | 12,91         | 1      | 12,91                                | 6    | 77,46                                 |
| 7               | 12,21         | 1/2    | 6,1                                  | 7    | 42,7                                  |
|                 |               |        | <b><math>\Sigma v = 74,53</math></b> |      | <b><math>\Sigma m = 300,05</math></b> |

L'interval és  $\beta = 0,135 \rightarrow$  els increments de calat.

$$\text{Llavors } KC = \frac{\beta \cdot \Sigma m}{\Sigma v} \quad \mathbf{KC = 0,543 \text{ metres}}$$

Sabem també que la coordenada XC està a mitja eslora dels flotadors cilíndrics, ja que aquests tenen un volum regular longitudinalment, llavors

$$XC = 4,62 \text{ metres}$$

A continuació ens proposem trobar l'alçada metacèntrica de l'embarcació per escores petites. Això ens permetrà esbrinar el KM i el GM, dades que ens permetran mitjançant els càlculs adients trobar més tard el GZ i així comprovar l'estabilitat de la pontona.

El mètode que emprarem per trobar l'alçada metacèntrica és el que es basa en l'experiència de l'estabilitat.

Aquest proposa muntar una plomada a la línia de cruïxa de l'embarcació, d'una alçada determinada  $L$  amb una regla de mesurar a la seva base. A continuació s'observa experimentalment com varia aquesta plomada  $dL$  amb el moviment d'un pes  $g$  d'un lloc a un altre de l'embarcació. A continuació és mostra en la fig 3.

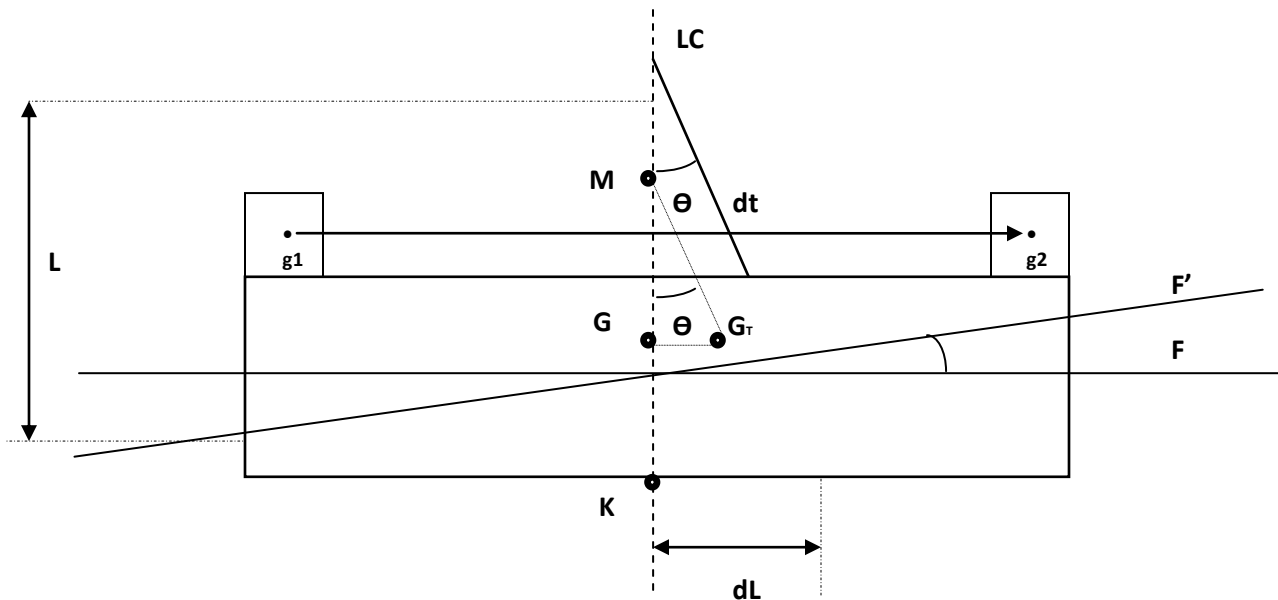


fig.3, Experiència d'estabilitat

Si vam trobar experimentalment que mitjançant l'experiència d'estabilitat:

|                               |                        |
|-------------------------------|------------------------|
| per una plomada de            | $L = 2 \text{ m}$      |
| obteníem una                  | $dL = 0,013 \text{ m}$ |
| si fèiem un trasllat del pes, | $p = 50 \text{ kg}$    |
| des de $g_1$ a $g_2$ ,        | $dt = 4 \text{ m}$     |

llavors mitjançant els càlculs següents aplicant les formules:

$$GG_T = \frac{p \times dt}{D} \quad (1)$$



estan a la mateixa vertical. Si la pontona pateix una escora isocarena, degut a una força exterior, el centre de carena es traslladarà.

En el cas de la fig.4 es trenca l'equilibri i les dos forces, desplaçament i empenta, formaran un par de gir, el braç del qual és GZ, traçat sempre des de G. El valor del moment del par de forces és:

$$D \cdot GZ$$

El par de forces GZ és redreçant, es a dir, farà recuperar el vaixell a la posició inicial d'equilibri. Per tant tenim un equilibri estable.

Sent, en el triangle rectangle GZM, angle recte en Z,

$$GZ = GM \cdot \text{sen}\theta$$

Llavors

$$D \cdot GZ = D \cdot GM \cdot \text{sen}\theta$$

Llavors per les diferents escores inicials tenim un GZ diferent:

| Angle (°) | Braç GZ |
|-----------|---------|
| 0         | 0       |
| 3         | 0,07    |
| 6         | 0,14    |
| 9         | 0,21    |
| 12        | 0,28    |
| 15        | 0,35    |

### ***b.- Situació 2: Sense càrrega***

Dades per la nova situació:

Calat            1,22

FºBord           0,4

|                              | <b>Pes<br/>(t)</b> | <b>KG<br/>(m)</b> | <b>Mto vertical<br/>(t.m)</b> | <b>XG<br/>(m)</b> | <b>Mto long.<br/>(t.m)</b> |
|------------------------------|--------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------|----------------------------|
| <b>Pontona sin<br/>carga</b> | 5,30               | 0,94              | 4,982                         | 4,62              | 24,49                      |
| <b>Llast</b>                 | 23*                | 0,7**             | 32,81                         | 4,62              | 78,54                      |
| <b>TOTAL</b>                 | 28,3               | 0,745***          | 37,69                         | 4,62              | 103,03                     |

\*Si sabem que el volum del tanc és:

$$v = \pi \cdot \left(\frac{m}{2}\right)^2 \cdot e \quad \text{sent } m = \text{maniga i } e = \text{eslora}$$

$$v = 11,55 \text{ m}^3$$

Llavors el pes de llast que podem introduir a cada tanc és

$$m = d \cdot v$$

$$\text{massa} = 1,025 \cdot 11,55 = 11,84 \text{ t}$$

Si els tancs estan al 97% de la seva capacitat de llast llavors el pes dels dos tancs és

$$\text{massa de llast} = 11,84 \cdot 2 \cdot 0,98 = 23 \text{ t}$$

\*\*Per una càrrega de llast dels tancs màxima, considerem el KG aproximadament al mig del tanc.

\*\*\*Calculem ara el KG final

$$D_F \cdot KG_F = D_I \cdot KG_I + p \cdot kg$$

$$KG_F = \frac{(5,3 \cdot 0,94 + 23 \cdot 0,7)}{28,3}$$

$$KG_F = 0,745$$

A continuació, com en la primera situació, en primer lloc trobarem la nova situació del centre de carena del volum submergit, KC i XC.

Trobarem llavors les àrees de flotació pels diferents increments de calat amb la fórmula deduïda.

$$f(c) = 18,68\sqrt{-c^2 + 1,4c}$$

| Calats       | Area Flotació |
|--------------|---------------|
| C0 = 0       | 0             |
| C1 = 0,17    | 8,54          |
| C2 = 0,35    | 11,32         |
| C3 = 0,52    | 12,64         |
| C4 = 0,70    | 13,08         |
| C5 = 0,87    | 12,68         |
| C6 = 1,05    | 11,32         |
| C7max = 1,22 | 8,75          |

A continuació, un cop sabem les diferents àrees de flotació per els diferents calats podem fer el quadre següent per esbrinar la suma de volums i la suma de moments:

| Número flotació | Àrea flotació | Factor | Funció Volum                         | Braç | Funció moment                         |
|-----------------|---------------|--------|--------------------------------------|------|---------------------------------------|
| 0               | 0             | 1/2    | 0                                    | 0    | 0                                     |
| 1               | 8,54          | 1      | 8,54                                 | 1    | 8,54                                  |
| 2               | 11,32         | 1      | 11,32                                | 2    | 22,64                                 |
| 3               | 12,64         | 1      | 12,64                                | 3    | 37,92                                 |
| 4               | 13,08         | 1      | 13,08                                | 4    | 52,32                                 |
| 5               | 12,68         | 1      | 12,68                                | 5    | 63,4                                  |
| 6               | 11,32         | 1      | 11,32                                | 6    | 67,92                                 |
| 7               | 8,75          | 1/2    | 4,37                                 | 7    | 30,59                                 |
|                 |               |        | <b><math>\Sigma v = 74,67</math></b> |      | <b><math>\Sigma m = 283,33</math></b> |

L'interval és  $\beta = 0,17$  → els increments de calat.

$$\text{Llavors } KC = \frac{\beta \cdot \Sigma m}{\Sigma v} \quad \text{KC} = 0,64 \text{ metres}$$



Ara com en la situació anterior, mitjançant una experiència d'estabilitat trobarem l'alçada metacèntrica experimentalment.

Després de col·locar la plomada vam obtenir uns valors de:

|                               |                        |
|-------------------------------|------------------------|
| per una plomada de            | $L = 2 \text{ m}$      |
| obteníem una                  | $dL = 0,011 \text{ m}$ |
| si fèiem un trasllat del pes, | $p = 50 \text{ kg}$    |
| des de $g_1$ a $g_2$ ,        | $dt = 4 \text{ m}$     |

Aplicant la fórmula que ja vam desenvolupar anteriorment

$$GM = \frac{p \times dt \times L}{D \times dL}$$

Obtenim un GM

$$GM = 1,31 \text{ m}$$

En aquest cas concret, tot i estar els tancs quasi plens, hem d'aplicar les correccions per superfícies lliures del centre de gravetat G i consegüentment del KG per després més tard corregir el GM i GZ.

$$GG_c = \frac{i \cdot \gamma}{D}$$

A on:  
i = inèrcia del tanc respecte a un eix longitudinal  
 $\gamma$  = densitat del líquid del tanc  
D = desplaçament total

En el cas d'una superfície lliure rectangular:

$$i = \frac{1}{12} \cdot e \cdot m^3$$

Aplicarem aquesta fórmula com si d'una superfície lliure rectangular es tractés, tot i que realment tenim un tanc en forma cilíndrica, degut a que l'error produït serà molt petit. Llavors haurem primer de saber quina  $e$  (eslora) i  $m$  (màniga) té la nostre superfície lliure.

Per un calat de  $c = 1,22 \text{ m}$ , mitjançant les formules que vam aplicar per trobar el KC sabem que els costats de la nostre àrea de flotació són, o lo que és el mateix l'eslora i màniga de l'àrea de flotació són:

$e = 9,34$  (no varia per les diferents àrees de flotació)

$m = 0,94$

$$GG_C = \frac{1}{12} \cdot e \cdot m^3 \cdot \gamma$$

$$GG_C = 0,023 \text{ m}$$

Llavors corregim primer el KG:

$$KG_C = KG + GG_C$$

$$\mathbf{KG_C = 0,768 \text{ m}}$$

Ara corregim el GM:

$$GM_C = GM - GG_C$$

$$\mathbf{GM_C = 1,287 \text{ m}}$$

Finalment, i després de trobar tots aquests valors, anem a fer un anàlisi de l'estabilitat transversal inicial de la pontona fins als 15 primers graus.

Llavors, com en la situació anterior i com observàvem en la fig.4, es trenca l'equilibri i les dos forces, desplaçament i empenta, formaran un par de gir, el braç del qual és GZ, traçat sempre des de G. El valor del moment del par de forces és:

$$D \cdot GZ$$

El par de forces GZ és redreçant, es a dir, farà recuperar el vaixell a la posició inicial d'equilibri. Per tant tenim un equilibri estable.

Sent, en el triangle rectangle GZM, angle recte en Z,

$$GZ = GM \cdot \text{sen}\theta$$

Llavors

$$D \cdot GZ = D \cdot GM \cdot \text{sen}\theta$$

Llavors per les diferents escores inicials tenim un GZ diferent:

| Angle (°) | Braç GZ |
|-----------|---------|
| 0         | 0       |
| 3         | 0,067   |
| 6         | 0,135   |
| 9         | 0,201   |
| 12        | 0,27    |
| 15        | 0,333   |

**c.- Situació 3: Amb càrrega intermèdia i llast**

Dades per la nova situació:

Calat            0,91

FºBord           0,73

|                   | Pes (t)     | KG (m)         | Mto vertical (t.m) | XG (m)      | Mto long. (t.m) |
|-------------------|-------------|----------------|--------------------|-------------|-----------------|
| Pontona sin carga | 5,30        | 0,94           | 4,98               | 4,62        | 24,49           |
| Carga             | 10          | 1,77           | 17,7               | 4,62        | 46,2            |
| Llast             | 5,9         | 0,41*          | 2,42               | 4,62        | 27,26           |
| <b>TOTAL</b>      | <b>21,2</b> | <b>1,184**</b> | <b>25,1</b>        | <b>4,62</b> | <b>97,95</b>    |

\*Calquem el KG del llast com havíem calculat abans el KC per un determinat calat del cilindre, ja que el KG d'un volum no és més que el seu KC.

Com sabem que hem omplert la meitat dels tancs llavors sabem que el calat d'aquest volum de llast és 0,7m.

Ara tornem a fer el quadre de les superfícies de flotació per a cada calat:

$$f(c) = 18,68\sqrt{-c^2 + 1,4c}$$

| <b>Calats</b>    | <b>Area Flotació</b> |
|------------------|----------------------|
| $C0 = 0$         | 0                    |
| $C1 = 0,1$       | 4,63                 |
| $C2 = 0,2$       | 9,15                 |
| $C3 = 0,3$       | 10,73                |
| $C4 = 0,4$       | 11,81                |
| $C5 = 0,5$       | 12,53                |
| $C6 = 0,6$       | 12,94                |
| $C7_{max} = 0,7$ | 13,08                |

A continuació un cop sabem les diferents àrees de flotació per els diferents calats podem fer el quadre següent per esbrinar la suma de volums i la suma de moments:

| <b>Número flotació</b> | <b>Àrea flotació</b> | <b>Factor</b> | <b>Funció Volum</b>                  | <b>Braç</b> | <b>Funció moment</b>                 |
|------------------------|----------------------|---------------|--------------------------------------|-------------|--------------------------------------|
| 0                      | 0                    | 1/2           | 0                                    | 0           | 0                                    |
| 1                      | 4,63                 | 1             | 4,63                                 | 1           | 4,63                                 |
| 2                      | 9,15                 | 1             | 9,15                                 | 2           | 18,3                                 |
| 3                      | 10,73                | 1             | 10,73                                | 3           | 21,46                                |
| 4                      | 11,81                | 1             | 11,81                                | 4           | 47,24                                |
| 5                      | 12,53                | 1             | 12,53                                | 5           | 62,65                                |
| 6                      | 12,94                | 1             | 12,94                                | 6           | 77,64                                |
| 7                      | 13,08                | 1/2           | 6,54                                 | 7           | 45,78                                |
|                        |                      |               | <b><math>\Sigma v = 68,33</math></b> |             | <b><math>\Sigma m = 277,7</math></b> |

L'interval és  $\theta = 0,1$  → els increments de calat.

$$Llavors KC = \frac{\beta \cdot \Sigma m}{\Sigma v}$$

$$KC = 0,41 \text{ m}$$

Que és igual a KG del llast = 0,41

**\*\*Calculem ara el KG final**

$$D_F \cdot KG_F = D_I \cdot KG_I + p \cdot kg$$
$$KG_F = \frac{(5,3 \cdot 0,94 + 10 \cdot 1,77 + 5,9 \cdot 0,41)}{21,2}$$

$$\mathbf{KG_F = 1,184}$$

Ara de nou, com en les successives situacions, en primer lloc trobarem la nova situació del centre de carena del volum submergit, KC i XC.

Trobarem llavors les àrees de flotació per els diferents increments de calat amb la fórmula deduïda.

$$f(c) = 18,68\sqrt{-c^2 + 1,4c}$$

| Calats       | Area Flotació |
|--------------|---------------|
| C0 = 0       | 0             |
| C1 = 0,13    | 7,59          |
| C2 = 0,26    | 10,17         |
| C3 = 0,39    | 11,72         |
| C4 = 0,52    | 12,64         |
| C5 = 0,65    | 13,04         |
| C6 = 0,78    | 13'00         |
| C7max = 0,91 | 12,47         |

A continuació un cop sabem les diferents àrees de flotació per els diferents calats podem fer el quadre següent per esbrinar la suma de volums i la suma de moments:

| Número flotació | Àrea flotació | Factor | Funció Volum                         | Braç | Funció moment                         |
|-----------------|---------------|--------|--------------------------------------|------|---------------------------------------|
| 0               | 0             | 1/2    | 0                                    | 0    | 0                                     |
| 1               | 7,59          | 1      | 7,59                                 | 1    | 7,59                                  |
| 2               | 10,17         | 1      | 10,17                                | 2    | 20,34                                 |
| 3               | 11,72         | 1      | 11,72                                | 3    | 35,16                                 |
| 4               | 12,64         | 1      | 12,64                                | 4    | 50,56                                 |
| 5               | 13,04         | 1      | 13,04                                | 5    | 65,2                                  |
| 6               | 13'00         | 1      | 13'00                                | 6    | 78'00                                 |
| 7               | 12,47         | 1/2    | 6,23                                 | 7    | 43,61                                 |
|                 |               |        | <b><math>\Sigma v = 74,39</math></b> |      | <b><math>\Sigma m = 300,46</math></b> |

L' interval és  $\beta = 0,13 \rightarrow$  els increments de calat.

$$\text{Llavors } KC = \frac{\beta \cdot \Sigma m}{\Sigma v} \quad \mathbf{KC = 0,53 \text{ metres}}$$

Ara com en la situació anterior mitjançant una experiència d'estabilitat trobarem l'alçada metacèntrica experimentalment.

Després de col·locar la plomada vam obtenir uns valors de:

|                               |                        |
|-------------------------------|------------------------|
| per una plomada de            | $L = 2 \text{ m}$      |
| obteníem una                  | $dL = 0,009 \text{ m}$ |
| si fèiem un trasllat del pes, | $p = 50 \text{ kg}$    |
| des de $g_1$ a $g_2$ ,        | $dt = 4 \text{ m}$     |

Aplicant la fórmula que ja vam desenvolupar anteriorment

$$GM = \frac{p \times dt \times L}{D \times dL}$$

Obtenim un GM

$$\mathbf{GM = 2,01 \text{ m}}$$

També en aquesta situació haurem de corregir per superfícies lliures, ja que el tanc no està ple.

Per un calat de  $c = 0,91$  m, mitjançant les formules que vam aplicar per trobar el KC, sabem que els costats de la nostre àrea de flotació són, o lo que és el mateix l'eslora i màniga de l'àrea de flotació són:

$e = 9,34$  m (no varia per les diferents àrees de flotació)

$m = 1,34$  m

$$GG_C = \frac{\frac{1}{12} \cdot e \cdot m^3 \cdot \gamma}{D}$$

$$GG_C = 0,09 \text{ m}$$

Llavors corregim primer el KG:

$$KG_C = KG + GG_C$$

$$\mathbf{KG_C = 1,274 \text{ m}}$$

Ara corregim el GM:

$$GM_C = GM - GG_C$$

$$\mathbf{GM_C = 1,92 \text{ m}}$$

Finalment i després de trobar tots aquests valors anem a fer un anàlisi de l'estabilitat transversal inicial de la pontona fins als 15 primers graus.

Llavors com en la situació anterior i com observàvem en la fig.4 es trenca l'equilibri i les dos forces, desplaçament i empenta, formaran un par de gir, el braç del qual és GZ, traçat sempre des de G. El valor del moment del par de forces és:

$$D \cdot GZ$$

El par de forces GZ és redreçant, es a dir, farà recuperar el vaixell a la posició inicial d'equilibri. Per tant tenim un equilibri estable.

Sent, en el triangle rectangle GZM, angle recte en Z,

$$GZ = GM \cdot \text{sen}\Theta$$

Llavors

$$D \cdot GZ = D \cdot GM \cdot \text{sen}\Theta$$

Llavors per les diferents escores inicials tenim un GZ diferent:

| Angle (°) | Braç GZ |
|-----------|---------|
| 0         | 0       |
| 3         | 0,1     |
| 6         | 0,201   |
| 9         | 0,3     |
| 12        | 0,4     |
| 15        | 0,497   |

### 2.3. Funcionament de la plataforma

L'estructura flotant denominada pontona basa el seu funcionament en la gran flotabilitat que li aporten els seus dos flotadors de gran volum interior. El fet de permetre l'entrada d'aigua o aire al seu interior li permet variar el seu desplaçament inicial, i d'aquesta forma el seu calat i francbord.

Aquestes característiques li donen la capacitat de transportar per aigües interiors grans càrregues, amb la gran versatilitat de poder posicionar-les verticalment en la posició idònia per a cada situació. Com dèiem això s'aconsegueix modificant el seu desplaçament introduint aigua o traient-ne, mitjançant la injecció d'aire a l'interior, i d'aquesta forma variant el seu calat, utilitat de vital importància en el canvi de pantalans del port de Port Ginesta (es veurà en apartat 2.4.1.).

Cada flotador es idèntic a l'altre així només ens centrarem en un d'ells.

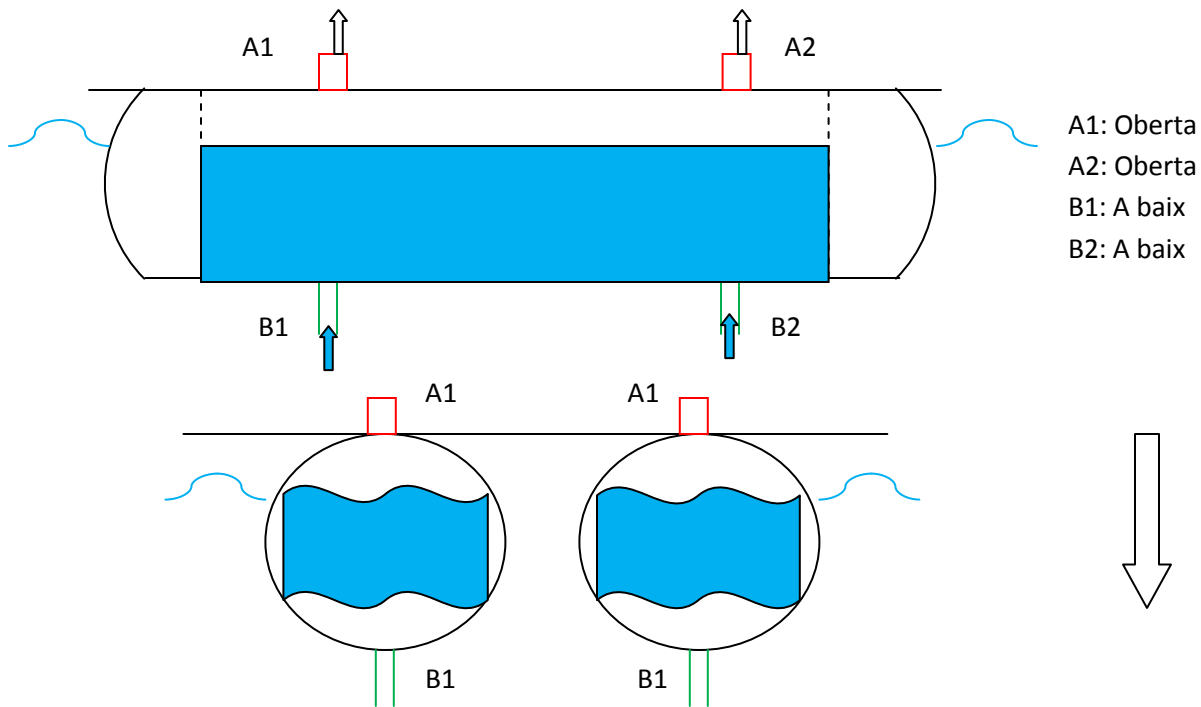
El funcionament essencial de la pontona és simple i lògic. El flotador cilíndric conte dos vàlvules de pas a cada extrem del flotador en la part superior que li serveixen per evacuar o introduir aire. També conte dos obertures amb manegues incorporades a la part inferior que li serveixen per introduir o evacuar aigua a l'interior del flotador.

La manipulació dels cilindres mitjançant les seves obertures ens permet controlar la pressió a dins del compartiment. Per tant augmentant la pressió a dins dels compartiments mitjançant aire a pressió aconseguirem evacuar l'aigua de dins. I obrint les vàlvules de pas de la part superior alliberarem l'aire de dins i per tant la pressió que hi teníem, d'aquesta forma estarem en pressió atmosfèrica i permetrem l'entrada d'aigua per les manegues inferiors pel fenomen de vasos comunicants.

A continuació descriurem diferents maniobres de funcionament de la pontona:



*1ª Immersió de la pontona sense càrrega:*



*Fig.5, Maniobra d'immersió*

Aquesta maniobra s'utilitza en cas de que es vulgui extreure un placa antiga i per tant haguem de col·locar la pontona a sota de la placa.

Necessitem obtenir un moviment vertical de la pontona. Degut a això és necessari enfonsar la pontona fins que passi per sota de la placa.

També es fa servir en la maniobra en la qual s'ha instal·lat i encaixat una placa nova i es necessari retirar la pontona de sota, en aquest cas l'hem d'enfonsar fins que surti.

Això s'aconsegueix deixant sortir l'aire per les vàlvules A1 i A2 superiors obrint-les i deixant les manegues B1 i B2 cap a baix per sota de la línia de superfície de forma que l'aigua entri per el seu interior.

Obtenim d'aquesta forma pressió atmosfèrica a dins dels compartiments i l'entrada d'aigua per vasos comunicants.

## 2ª Immersió de pontona per càrrega màxima:

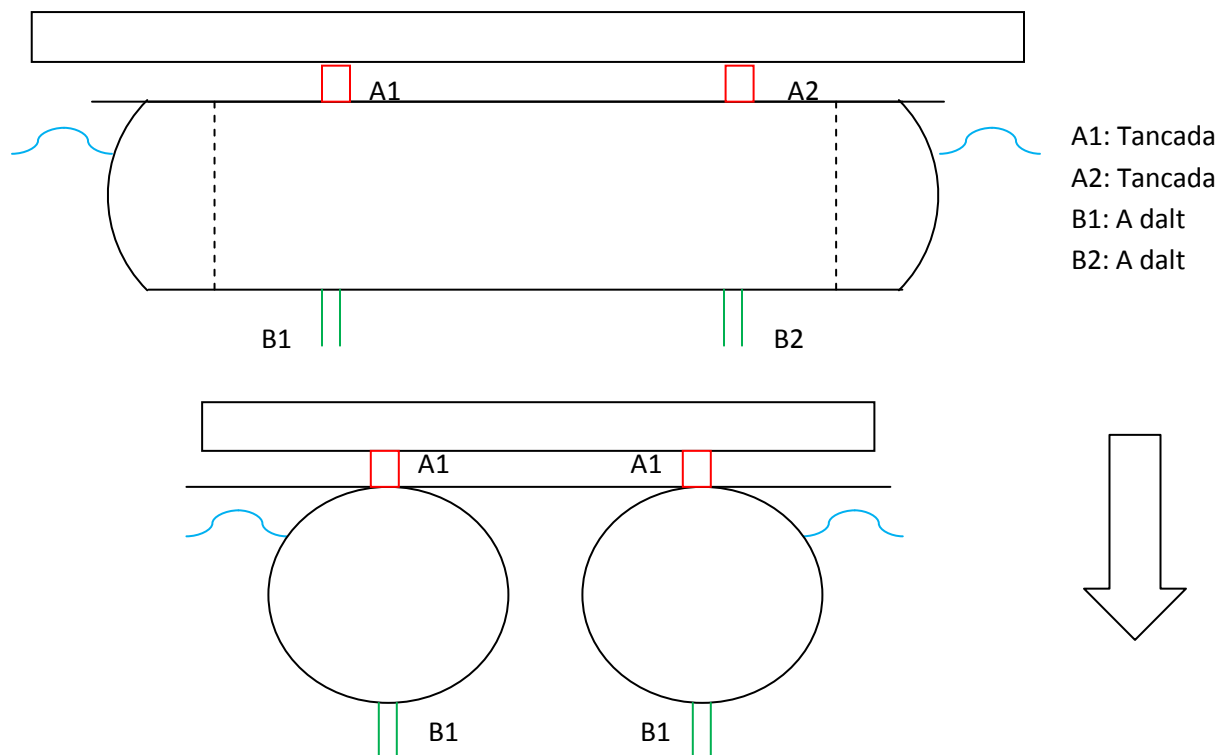


fig.6, Maniobra immersió de pontona per càrrega

En aquesta maniobra els flotadors es mantenen buits per obtenir la màxima flotabilitat davant de la càrrega màxima. La pontona s'enfonsa fins a un calat determinat després de carregar el pes, ja que el seu desplaçament ha augmentat. Es mantindran les vàlvules A1 i A2 tancades i les manegues B1 i B2 a dalt per evitar possibles entrades d'aigua degut a la gran pressió que tenim en la nova situació.

Cal apuntar que en principi, tot i que les manegues estiguin a baix, si les vàlvules de pas A1 i A2 no s'obren no hi entraria aigua, ja que la pressió de dins el compartiment no ho permet; però com ja s'ha mencionat es pujaran les manegues per seguretat degut a l'augment de pressió en la immersió de la pontona per càrrega de pes.

### 3ª Immersió de pontona amb càrrega màxima

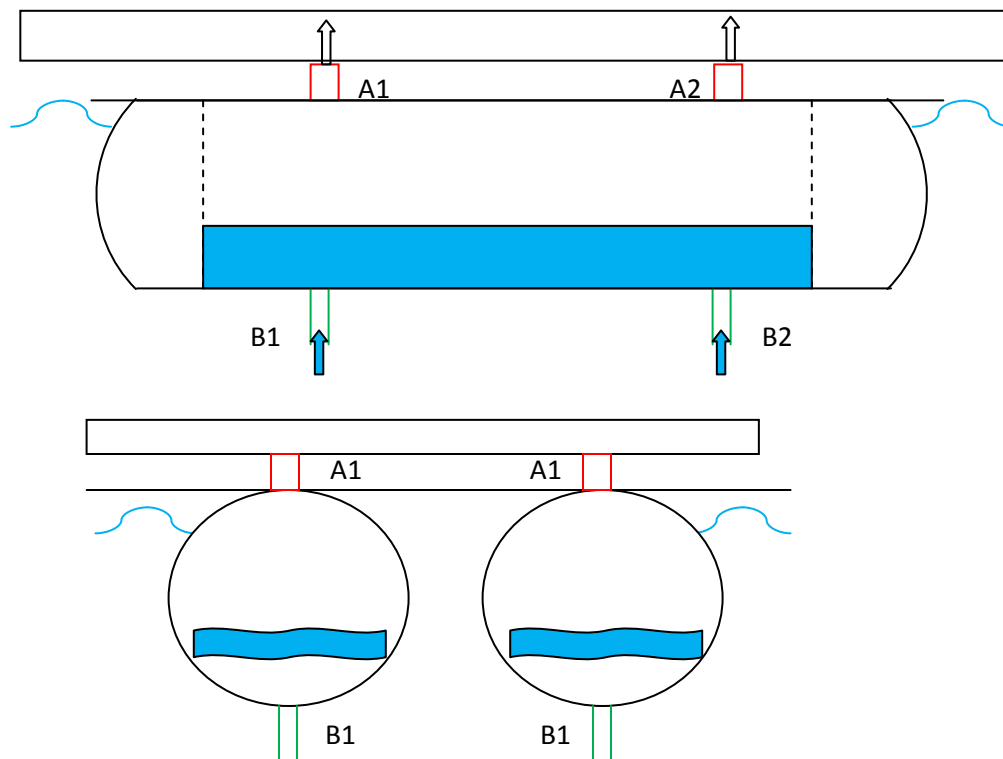


fig.7, Maniobra immersió de pontona amb càrrega

Aquesta maniobra es porta a terme quan un cop efectuada la maniobra 2 la pontona es situada entre pilar i pilar per descarregar la placa nova en el seu lloc de destí.

En aquest moment s'obren les vàlvules superiors A1 i A2 per tal d'alliberar pressió i introduir aigua i aconseguir enfonsar la pontona fins que la placa nova recolzi sobre els pilars. Quan això succeeix continuem introduint aigua fins al moment en que la pontona està prou enfonsada per tal de poder sortir per sota. Seguidament entrem en la maniobra 5 per donar més flotabilitat a la pontona.

4ª Immersió de pontona per càrrega intermèdia:

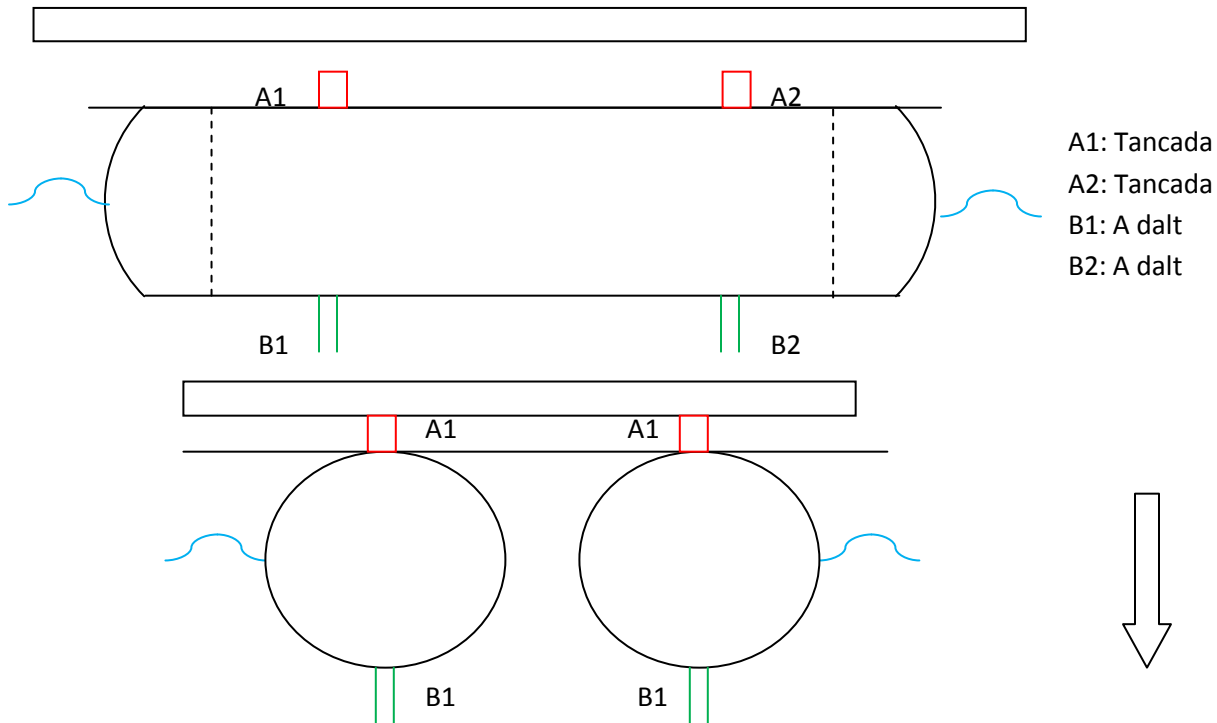


fig.8, Maniobra immersió de pontona per càrrega intermèdia

És la mateixa maniobra anterior amb la única diferencia que el pes a carregar és menor. D'aquesta manera el desplaçament total és menor i el calat també serà menor.

5ª Emersió de la pontona

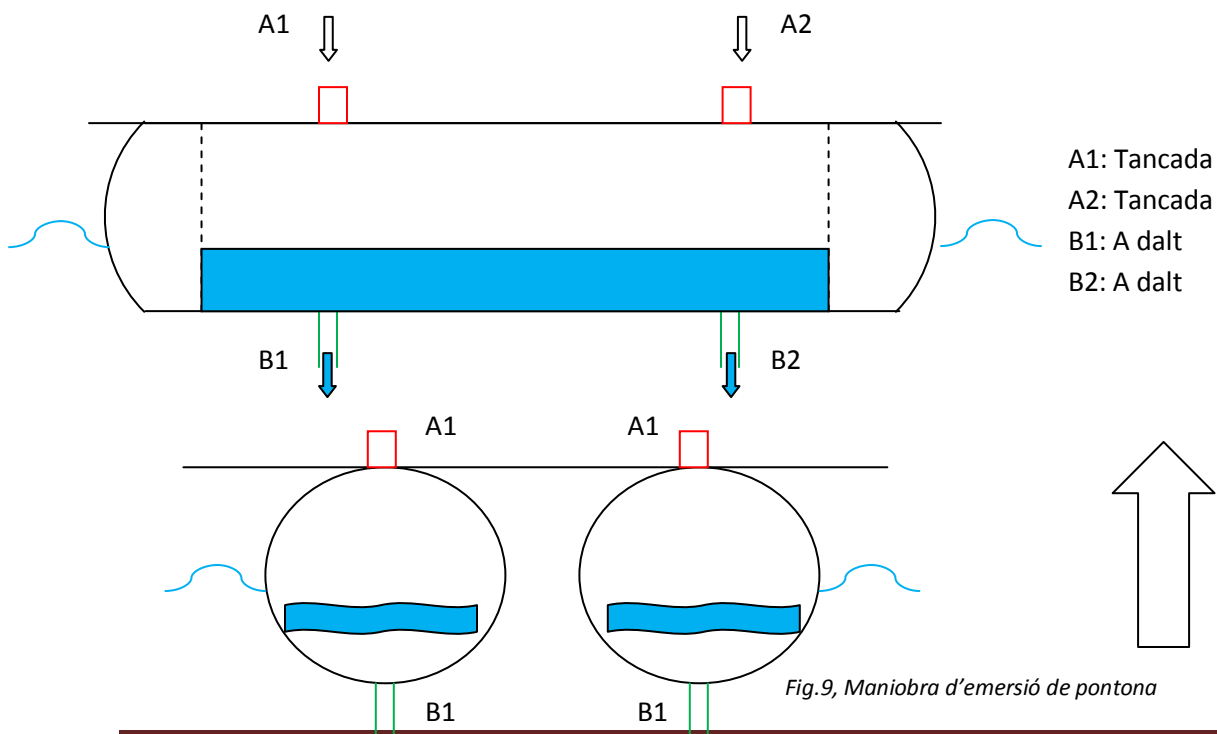


Fig.9, Maniobra d'emersió de pontona

Aquesta maniobra és necessària quan un cop la pontona és col·locada a sota d'una placa antiga per retirar-la, és necessari pressionar-la cap a dalt per tal de que es desprengui del formigó del pantalà.

En aquest cas és necessari introduir aire per augmentar la pressió dels compartiments i així habilitar l'evacuació de l'aigua de dins dels flotadors. D'aquesta forma s'aconsegueix l'emersió de la pontona amb la consegüent pressió cap a dalt d'aquesta contra la placa.

Val a dir que la placa haurà estat prèviament picada als seus extrems per part del personal assignat a aquestes tasques per tal d'aconseguir el seu despreniment.

Un altre situació en la que també s'executa aquesta maniobra és en el moment posterior en que s'ha col·locat la placa nova del pantalà, o sigui després de realitzar la maniobra 3. Es treu la pontona de sota i volem aconseguir l'emersió d'aquesta per poder realitzar una altre maniobra.

En ambdós casos s'han de tancar les vàlvules A1 i A2 i connectar-les a un compressor que generi aire per tal d'augmentar la pressió a dins dels compartiments. En el moment que la pressió dins els compartiments és superior al pes de la columna d'aigua de la manega, llavors comença a evacuar-se aigua.

Les manegues B1 i B2 es pugen a dalt per tal de saber quan ja no hi ha aigua al compartiment, moment en que les manegues es diu que bufen (surt aire del seu interior).

#### **2.4. Seguiment pas per pas del canvi d'un pantalà amb sistema amb pontona**

El canvi de totes les plaques d'un pantalà antic per unes de noves és una obra complexa que requereix d'una infraestructura adequada i d'una planificació eficient per tal de que l'usuari, o sigui les embarcacions, es vegi el menys afectat possible i l'obra es desenvolupi d'una manera paral·lela a l'activitat habitual del port.

Anem a continuació a fer un diagrama de blocs per veure més clarament el procés que es segueix des del moment que es pren la decisió de canviar un pantalà fins que està ja canviat amb tots els serveis funcionant i els usuaris ja instal·lats.

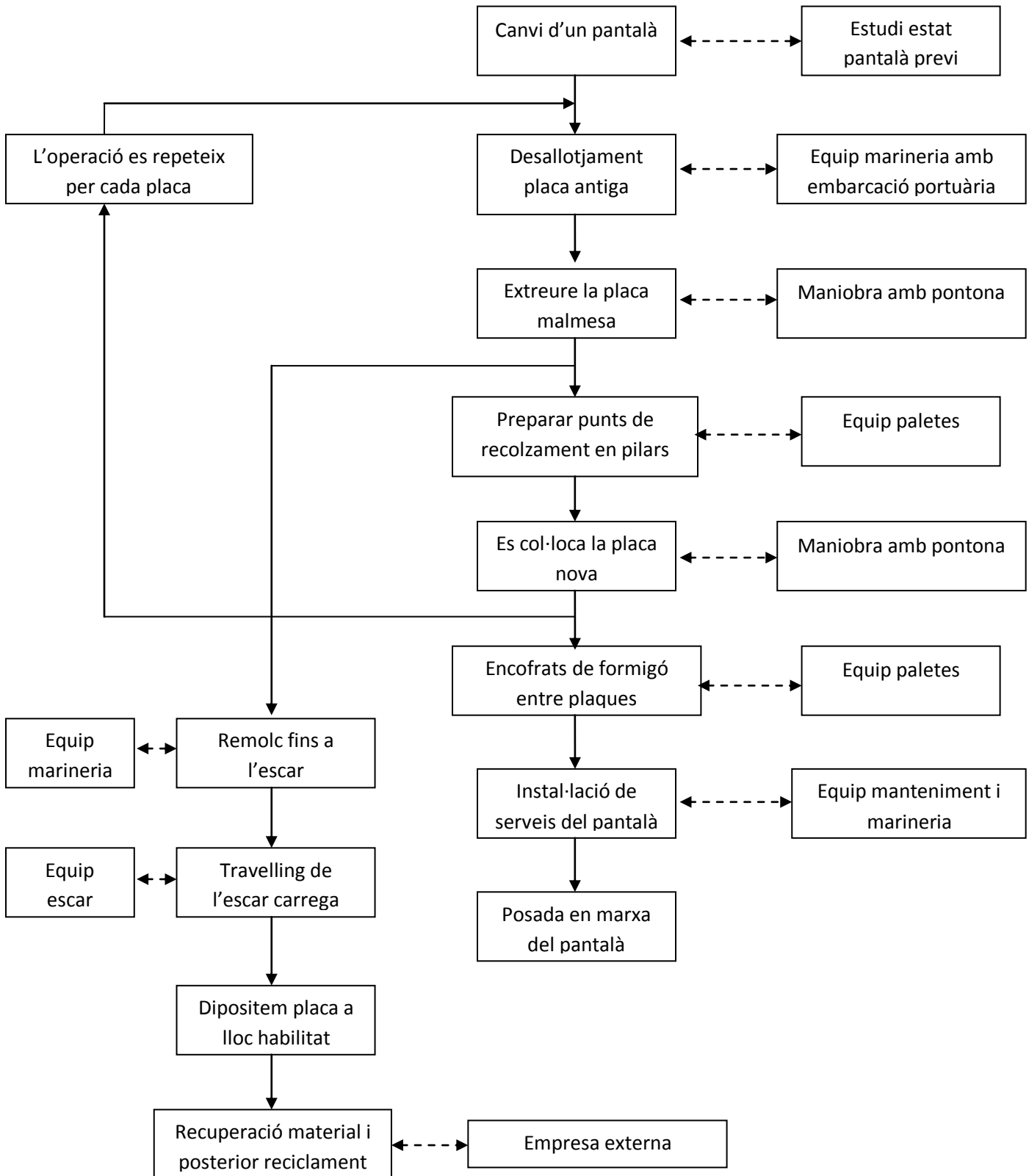


Fig. 10, Diagrama de blocs del procés de canvi complet d'un pantalà

### **2.4.1. Fases del procés**

Dividirem llavors en fases el diagrama de blocs exposat per agrupar les diferents accions a seguir en cada moment.

#### *Fase 1: Decisió del canvi del pantalà*

En aquesta fase hi té una vital importància l'estudi previ per una empresa externa sobre el grau de deteriorament del pantalà en qüestió. En cas evident de deteriorament es podrà donar llum verda a les obres des de la direcció del port sense més.

Les causes del deteriorament dels pantalans van ser vistes ja en l'apartat 1.3.

#### *Fase 2: Preparació del terreny*

En aquesta fase en primer lloc haurem de preparar el terreny per tal de poder actuar més ràpidament i sense complicacions.

En primer lloc desallotjarem la placa en qüestió d'embarcacions i de guies de fondeig. Seguidament es portarà la pontona sense càrrega i serà col·locada a sota de la placa antiga executant la maniobra d'immersió 1. En aquest moment es procedirà per part de l'equip de paletes a serrar el formigó per tal de desprendre la placa, això es realitzarà amb equipament que anomenarem en l'apartat 2.4.2.

#### *Fase 3: Extracció de la placa antiga*

A continuació es pot entrar en la maniobra d'emersió 4 per tal d'acabar de desprendre el pantalà i superar verticalment els pilars per poder separar la placa del pantalà.

Entra en joc ara l'equip de marineria que remolcarà la placa fins a l'escar amb l'embarcació del port (N<sup>a</sup> Sra. del Carmen, Annex 2), moment en què l'equip de l'escar mitjançant el tràveling i les bigues que havien sigut dipositades sobre la pontona anteriorment alçarà la placa i la dipositarà a un lloc habilitat per tal de què l'equip de manteniment i marineria recuperin tot el material possible i facin un reciclatge eficient.

Més tard una empresa externa retirarà la placa com a residu.

A continuació es mostra en la fig.11 una il·lustració orientativa de la pontona remolcada en el moment de ser posicionada en el pantalà. A la banda de l'esquerre veiem com en la posició 1 la pontona s'acosta fins a la posició 2 en que finalitza el primer remolc. A la banda de la dreta es mostra com en la posició 3 i 4 s'inicia el segon remolcament en què surt retirada la pontona carregada de la placa antiga, ja serrada i totalment separada del pantalà, direcció a l'escar.

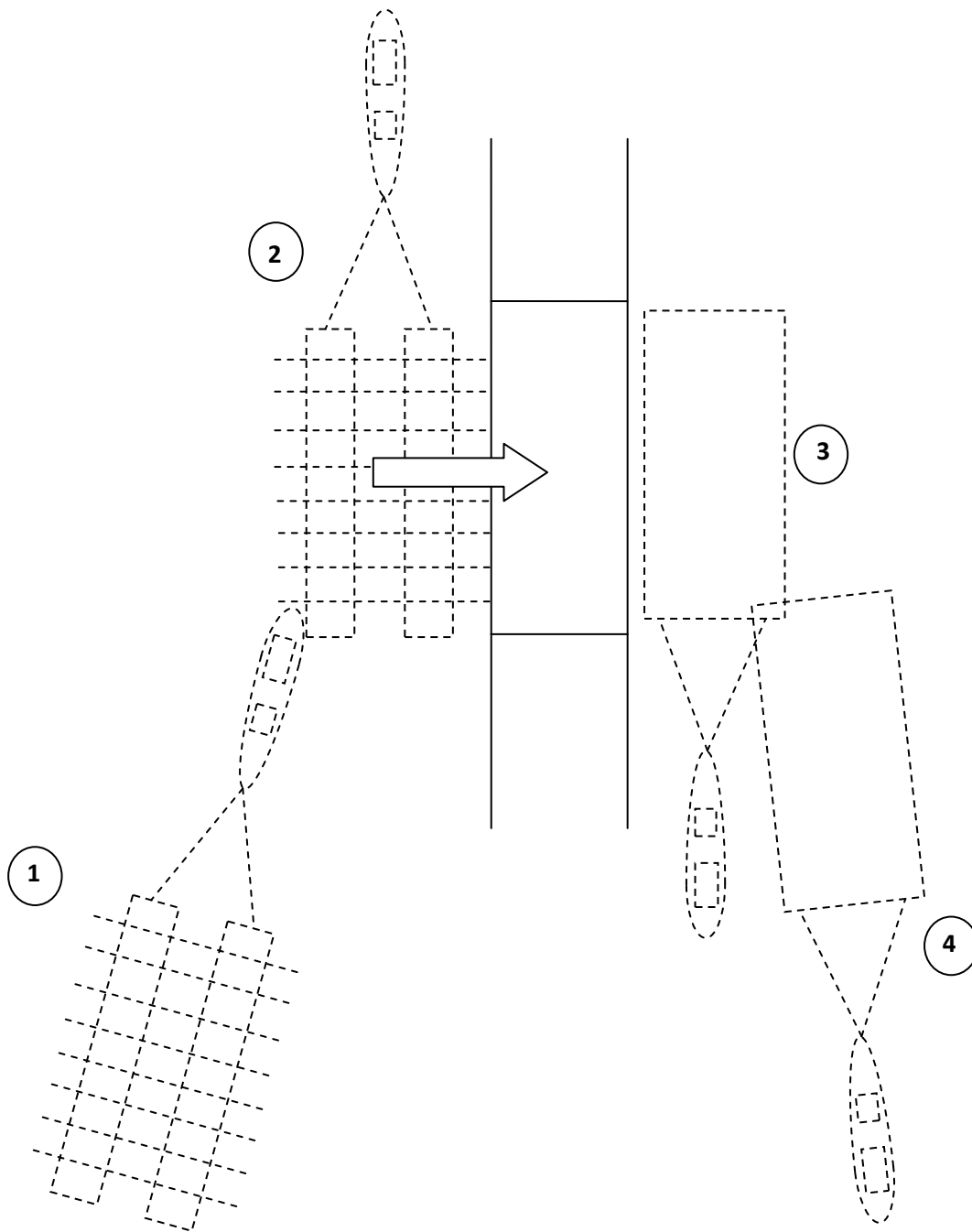


Fig. 11, Il·lustració d'extracció de placa antiga per pontona i remolc

#### Fase 4: Instal·lació de la placa nova

Cal dir abans de tot que abans de portar la placa nova haurem d'examinar els pilars per veure si tenen desnivells i per corregir-los en cas de que així fos.

En aquest moment estem en condicions de portar la placa, aquesta serà prèviament carregada a l'escar amb el tràveling i seguidament remolcada fins a la seva ubicació en el pantalà.



Un cop encaixada podem començar la maniobra d'immersió 1 per tal de poder separar la pontona un cop la placa ha recolzat sobre els pilars. Podem llavors retirar la pontona sense càrrega. A continuació mostrem en la fig.12 una il·lustració del remolcament de la pontona carregada de la placa nova cap al forat del pantalà de destí. A la banda de l'esquerre veiem com en la situació 1 i 2 la pontona s'acosta al seu lloc de destí i un cop s'encaixa la placa finalitza el primer remolcament. A la banda de l'esquerre veiem com en la posició 3 i 4 s'inicia el segon remolcament amb el retirament de la pontona buida ja sense la càrrega per la banda dreta.

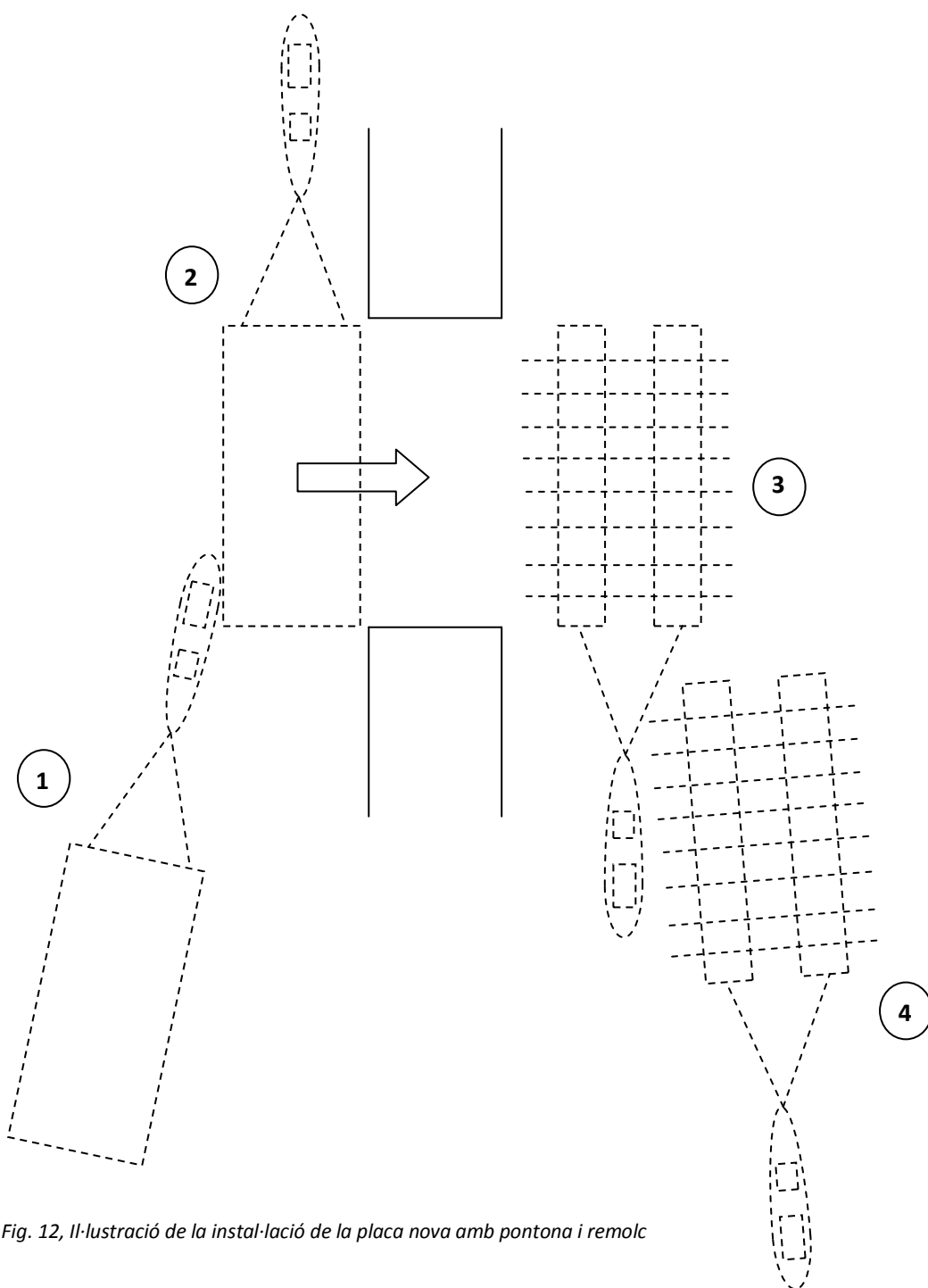


Fig. 12, Il·lustració de la instal·lació de la placa nova amb pontona i remolc

#### *Fase 5: Posada a punt del pantalà*

A mesura que es van col·locant les plaques, el primer que s'haurà de fer per part de l'equip de paletes és el encofrat entre placa i placa per tal de poder transitar pel pantalà sense perill d'accident.

La instal·lació dels serveis en el pantalà també serà restablerta poc a poc a mesura que les plaques vagin sent col·locades. L'equip de manteniment i marineria s'encarregarà de la instal·lació de la llum i aigua així com de la instal·lació de norais, defenses i guies de fondeig.

Un cop fet tot això, podem normalitzar els amarraments antics pintant els números al pantalà perquè els amarristes puguin tornar l'embarcació al seu lloc.

#### **2.4.2. Equip material més important que intervé en tot el sistema**

- En primer lloc i com a equip principal tenim a la *pontona* que abans de ser botada haurà sigut posada en sec i revisada. S'hauran revisat les vàlvules superiors i manegues inferiors així com s'haurà pintat l'obra viva amb antifouling per tal d'evitar incrustacions indesitjables. (Veure planells a annex 1, veure annex 2, foto 3).
- En segon lloc i també indispensable és una *embarcació remolcadora* amb garanties que remolqui la pontona, en el nostre cas l'embarcació *Nª Sra. del Carmen*. Com a característiques bàsiques que haurà de tenir l'embarcació destaquem que el desplaçament haurà de ser suficient per no ser dominada per una placa de 17 ton. De la mateixa forma el motor haurà de tenir suficient potencia i fiabilitat per tal de poder afrontar qualsevol situació inesperada que es presenti com podria ser un vent fort de proa.

En la present obra del port de Port Ginesta l'embarcació compleix totes les característiques amb escreix, l'embarcació es diu NªSra. del Carmen. (Veure annex 2, foto 13).

- A la banda de l'escar ens trobem amb el *travel lift*, grua que alguns ports posseeixen i que té la finalitat d'aixecar embarcacions de l'aigua i posar-les en sec. Aquest equip es, mitjançant material complementari, aprofitat per les tasques de càrrega i descarrega de plaques a l'escar. Ens serveix per alçar les plaques antigues de la pontona i dipositar-les a terra al lloc més adient i per carregar les plaques noves a la pontona. El material complementari mencionat consta d'unes bigues que col·locades a sobre de la pontona abans de retirar la placa vella, ens serviran més tard a l'escar per trincar-les al tràveling i d'aquesta forma alçar les plaques. (Veure annex 2, foto 11).
- Pel que fa a l'equip més important que manipulen en la zona del pantalà l'equip de paletes és la *serra de dent de diamant*, comprada expressament per l'ocasió, que va ser de vital importància per tallar el formigó i les varetes de ferro que uneix les plaques als pilars. També es va utilitzar un *martell trepant* que es va complementar amb la serra de diamant en el despreniment de les plaques dels pilars. (Veure annex 2, foto 4).

- Un *compressor* generador d'aire a pressió amb manegues compatibles a les entrades d'aire de la pontona en la part superior.
- També es va utilitzar un equip topogràfic de medició de nivells per comprovar l'estat dels pilars i assegurar l'assentament de les plaques.

### 2.4.3. Equips humans que intervenen en el sistema

- *Equip de direcció:* És l'equip que dirigeix les operacions i organitza les tasques per tal de que l'obra sigui el màxim eficient possible alhora que aquesta continuï en harmonia amb l'activitat habitual del port.  
Núm. Persones: 3 (propi del port)
- *Equip de marineria:* S'encarreguen junt amb el contramestre del port a realitzar els remolcs de les plaques de l'escar al pantalà. A més complementen les activitats a l'escar i a la posada en marxa dels serveis i habilitació de la tornada de les embarcacions al seu lloc d'origen. També reciclen el material reutilitzable de les plaques antigues.  
Núm. persones: 2 per torn (propi del port)
- *Equip de paletes:* Desenvolupen una tasca feixuga al pantalà, es fan càrrec de tallar i picar els pantalans per tal de que puguin ser retirats. També realitzen els encofrats posteriors amb formigó per fixar el pantalà un cop les plaques noves estan ja al seu lloc.  
Núm. persones: 2 (extern al port)
- *Equip de manteniment:* Realitzen tota la nova instal·lació de serveis d'aigua i llum, així com la instal·lació d'equipaments per al pantalà com són els norais i defenses.  
Núm. persones: 2 (propi del port)
- *Equip de l'escar:* Organitzen l'escar per tal de tenir a punt el travel lift per carregar i descarregar plaques en qualsevol moment, amb la dificultat que això comporta per tal de no aturar l'activitat pròpia habitual de l'escar.  
Núm. persones: 2 (propi del port)
- *Empreses externes:*
  - S'encarreguen de retirar els pantalans vells un cop ja reciclat tot el material reutilitzable.  
Núm. persones: 2 (extern al port)
  - Realitzen estudis sobre el nivell de degradació de les plaques. Núm. persones: 1 (extern al port), temporal.

Tenim un total de       - 9 persones de personal propi del port  
                                  - 5 persones de personal extern al port

- 15 persones en total en plena operació

## 2.5. Possibles problemes trobats en el sistema

S'han trobat alguns inconvenients en el sistema generats per diferents causes que agruparem en diferents tipus.

Podem distingir entre problemes causats per:

- Falla en els equipaments: La complexitat de l'obra requereix equips sofisticats que han de treballar en condicions de dura càrrega durant temps prolongats. Això es tradueix en un alt risc d'averia o falla en alguns equips.

L'aturada pot durar de 1 a 3 dies normalment, depenent de la gravetat de l'averia.

- Aturada de les operacions a causa dels fenòmens meteorològics: hi ha dos fenòmens meteorològics que poden arribar a aturar l'obra, les mareas i el vent.

En primer lloc sabem que les mareas al mediterrani no són massa grans però si ho poden ser un xic més a un port. D'aquesta forma tenim dos casos en els quals hauríem d'aturar l'obra per culpa de la marea:

- Un primer cas en el qual la marea fos massa baixa. De forma que amb la pontona en estat d'emersió total, aquesta no fos capaç amb la placa antiga carregada de sobrepassar els pilars per poder ser retirada i remolcada posteriorment.  
El mateix podria passar quan s'intenta col·locar una placa nova, però menys probable degut a les pestanyes que porten les plaques noves (veure annex 2), a diferència de les antigues, als seus extrems i que faciliten la seva col·locació.
- Un segon cas en que la marea fos massa alta, de forma que en col·locar la pontona a sota d'una placa i produir-se una immersió com en la maniobra 1, la pontona es submergís totalment sense possibilitat d'interactuar en ella per procedir en les maniobres, tot i això la pontona no es pot enfonsar completament degut a les reserves de flotabilitat dels extrems.

En segon lloc un vent massa fort augmentaria de forma considerable el risc de col·lisió en el remolcament de les plaques, fet que detindrà les maniobres fins que amaini aquest.

L'aturada pot durar entre de 1 a 3 dies, depenent del butlletí meteorològic.

- Col·lapse dels serveis portuaris: El fet que el port necessiti continuar la seva activitat normal de treball i hagi de complementar-la paral·lelament amb l'obra del canvi de pantalans, fa que en determinats moments les prioritats tinguin a determinats equips ocupats en altres tasques

portuàries. D'aquesta forma en determinats moments i segons les ordres de l'equip directiu l'obra es mantindrà aturada.

L'aturada pot durar de 1 a 7 dies depenent si es celebra algun esdeveniment important al port o no.

## 2.6. Calendari de temps per completar l'obra de tot un pantalà

Podem resumir els temps de cada tasca en el següent quadre.

| TASQUES PER CANVIAR UNA PLACA   | TEMPS       |
|---|-------------|
| Desallotjament pantalà antic (embarcacions, línies fondeig, etc)      | 1 dies      |
| Remolc pontona i posicionament d'aquesta                              | 1/2 dia     |
| Picar/serrar placa antiga per despreniment                            | 2 dies      |
| Remolc placa antiga i instal·lació d'una nova                         | 1 dia       |
| Encofrat de formigó   | 1 dia       |
| Instal·lació de serveis d'electricitat i aigua                        | 4 dies      |
| Posada a punt final (col·locant defenses, línies fondeig i numeració) | 2 dies      |
| <b>TOTAL</b>  | <b>11,5</b> |

Ens surt un total de 11,5 dies per cada placa que hem de canviar, per tant si en tenim 10 serien uns 3 mesos i mig. Però s'ha de tenir en compte que la majoria de les tasques es solapen unes a altres i es poden realitzar unes al mateix temps que unes altres per tant s'ha comprovat que el temps estimat per pantalà sencer és d'uns 2 mesos.

## 2.7. Costos del sistema

Els costos del sistema del canvi de pantalans per pontona són relativament econòmics si els comparem amb altres alternatives amb sistemes més sofisticats.

El cost total del canvi d'un pantalà sencer es pot agrupar en les categories següents:

| <b>ACCION O MATERIAL</b>                        | <b>COSTOS</b> |
|---|---------------|
| Plaques (10 unitats)                            | 62.000        |
| Obra Civil (ma + material)                      | 21.500        |
| Defenses de fusta                               | 2000          |
| Picat i runa                                    | 5000          |
| Material per serveis d'electricitat i aigua     | 3000          |
| Reparació / renovació Torretes per electricitat | 1500          |
| <b>TOTAL</b>                                    | <b>95000</b>  |

A comentar del quadre que l'IVA no està inclòs i tampoc el treball humà per part de personal del port.

Per tant si hi estigues tot reflectit podem observar com aproximadament el cost de les plaques pot arribar gairebé a ser el 50% dels costos de tota l'obra.

## **2.8. Comparativa amb altres alternatives**

A l'hora de realitzar l'obra de canvi de pantelans de Port Ginesta es van estudiar altres alternatives, en especial una alternativa oferida per una empresa externa que es diu MARINAS CANARIAS. Ja que aquesta mateixa empresa va ser la que el 2005-06 va realitzar les obres d'ampliació del mateix port.

Aquesta empresa externa va emprar un sistema diferent en el procés de instal·lació de pantelans. Les plaques ja no eren transportades per mar fins al lloc de destí, sinó que es dipositaven per terra lo més a prop possible del lloc de destí, o sigui del pantalà, i després una màquina tipus grua les diposita a lo llarg del pantalà. Veure fig. 13.



*fig. 13, Grua sofisticada per issar pantalans*

Observem com la grua, mitjançant dos vigues amb dos ganchos a cada una alça la placa i la mou en la direcció perpendicular al pantalà. Això significa haver de fixar la grua al sòl marí cada vegada que aquesta carrega una placa i haver de fixar-la de nou per descarregar-la.

Entenem que el fet d'utilitzar una grua sofisticada, que englobem dins de maquinaria pesada, com la de la fig.13, pot repercutir en una operativa del procés més complexa. Anem a continuació a fer una petita comparativa entre el sistema per grua amb el sistema de pontona.

Amb el sistema per grua, es necessari prendre una sèrie de mesures abans de començar la obra que abans amb el sistema per pontona no preniem.

Per exemple, hem de desallotjar tot el pantalà antic d'embarcacions per tal de que la grua pugui treballar sense complicacions. Amb el sistema amb pontona ho anem fent progressivament, sense aturar l'activitat normal del port.

Les plaques han de ser dipositades lo més a prop possible del pantalà que estem canviant, ocupant espai del port habilitat per serveis o altres. Amb el sistema amb pontona les plaques estaven a un lloc habilitat per aquestes, allunyades de l'espai per serveis o altres, per tant sense alterar l'activitat normal del port de nou.

Per un altre banda, el cost del lloguer d'una grua sofisticada d'aques tipus és molt elevat. En el sistema per pontona utilitzavem maquinaria pesada que el port ja posseïa anteriorment. Aprofitant així d'aquesta manera els recursos propis al màxim.

I per últim mencionar que, en el sistema per grua el personal ha de ser personal especialitzat en aquest tipus de tasques, tenint un cost d'aquesta forma elevat. En el sistema per pontona, el personal és quasi completament portuari, així que els costos s'abarateixen considerablement.

No s'han pogut donar dades numèriques de costos i calendari degut a la negativa per part de MARINES CANARIAS de proporcionar-nos mes informació.

## Conclusions

A partir de les dades obtingudes i l'estudi posterior fet sobre l'alternativa del sistema de canvi de pantalans per pontona podem extreure varies conclusions que ens ajudaran millor a entendre l'objectiu del present treball.

### - Eficàcia del sistema

Pel que fa a l'eficàcia del sistema podem dir que ens ha sorprès positivament la manera amb que totes les tasques realitzades per cada equip han estat coordinades optimitzant el treball i fent que sigui un procés àgil i veloç, sense això afectar notablement a l'activitat portuària pròpia del port.

El fet que les tasques s'hagin compenetrat satisfactòriament les unes amb les altres, podent-se d'aquesta forma solapar i complementar, i que els diferents equips hagin estat especialment motivats, sabent de d'importància de l'obra, ha sigut vital en el seu desenvolupament.

Centrant-nos més en la pontona com a element principal del sistema podem dir que la seva simplicitat a l'hora de realitzar les diferents maniobres fan encara més sorprenents els excel·lents resultats que s'obtenen d'ella.

Des de el punt de vista tècnic observem com a pesar d'haver de carregar una càrrega de 17 ton. presenta una estabilitat molt satisfactòria, demostrant així que el disseny és el més adequat per la tasca que desenvolupa. La quasi total inexistència d'averies en el seu funcionament demostra un cop més la seva fortalesa i sobrietat en el disseny.

La seva versatilitat ens permet realitzar, junt amb equips complementaris, un transport horitzontal i vertical amb una precisió sorprenent, ja que els desnivells presentats en la finalització de l'obra van ser mínims.

### - Utilitat i innovació del sistema

Observem com amb les característiques exposades i el funcionament descrit del sistema proposat obtenim una gran utilitat. El fet de poder transportar grans carregues sense la necessitat d'utilitzar maquinaria pesada amb les avantatges que això comporta, com comprovàvem en la comparativa del punt 2.8. (a excepció és clar del travel lift que és imprescindible en el sistema i que quasi tot port d'una certa envergadura posseeix, eliminant-lo així dels costos), ens dona un gran marge a nivell de costos, calendari i espai. Així mateix això es transmet en una activitat més ecològica i una millor utilització de l'energia.

Com ja s'ha mencionat, el fet que la pontona ens habiliti per desplaçar la càrrega no només lateralment sinó també verticalment és un gran avenç, ja que el posicionament llavors es pot fer amb la precisió que es requereixi en dos dimensions.



Per un altre banda, el fet que les tasques pròpies d'un port i del seu personal es puguin aprofitar per realitzar una obra a priori fora del context habitual d'un port, és un gran èxit per part de l'equip directiu a l'hora d'aprofitar els recursos de que es disposa. A diferència, com veiem en la comparativa del punt 2.8., de l'alternativa proposada en la qual el personal era totalment extern.

Per concloure, pensem que a causa de totes les raons mencionades anteriorment, s'aconsegueix que en un escenari rodejat d'aigua, en el que pot semblar a primera vista complicat realitzar una obra de tals dimensions, es portin a terme les operacions amb igual o més eficàcia que es podrien donar en una obra semblant a terra ferma.

- **Viabilitat i amortització del sistema**

La viabilitat d'aquest sistema està més que demostrada. Observàvem com en l'apartat de costos i calendari els resultats eren satisfactoris per l'activitat portuària.

També en el punt 2.8. observem com, en la comparativa el hipotètic gasto produït per aquest sistema és molt inferior al hipotètic gasto en cas de contractar una empresa exterior.

També en el punt 2.7. veiem la sorprenent dada de que el màxim gasto produït en l'obra és en les plaques, o sigui material considerat com a gasto fix, cosa que ens indica que el gasto d'operativitat s'ha reduït molt aprofitant els recursos al màxim.

## **8 – Referències bibliogràfiques**

Esteban Chapapría. V.  
*Els Ports esportius de Catalunya.*  
Barcelona: PEVSA, DL 1991.

Esteban Chapapría. V.  
*Obras marítimas.*  
Valencia: Editorial de la UPV, DL 2004.  
ISBN 8497057139

Javier Valero, J.; Artigas Olivares, J.  
*Ports esportius i clubs nàutics de Catalunya: anàlisi i tendències.*  
Barcelona: Generalitat de Catalunya, Departament de Política Territorial i Obres Públiques, Direcció General de Ports i Costes, Comissió de Ports de Catalunya : Saló Nàutic Internacional de Barcelona, 1996.

*Estudi dels ports pesquers i esportius de Catalunya.*  
[S.1.]: Departaments de Política Territorial i Obres Públiques. Direcció General de Ports i Costes. Comissió de Ports de Catalunya, 1983.

Joan Olivella Puig.  
*Teoría del buque, Flotabilidad y Estabilidad.*  
Barcelona: Edicions UPC, 1994  
ISBN 84-7653-452-3

### **Articles:**

Nuria Nebot Gómez de Salazar.  
*Genesis y evolución del Puerto y de la Marina turística.*

### **Referències Internet:**

[www.m3marinas.com](http://www.m3marinas.com)

### **Documentació suplementària:**

Dades sobre obra i equipament subministrada per Administraciones Port Ginesta S.A.

**Annex 1:** Planells CAD Pontona.

**Annex 2:** Fotos.

1: Mal assentament del pantalà a sobre els pilars



2: Degradació dels pantalans



3: Pontona sota el pantalà



4: Picat/serrat de placa antiga amb serra de dent de diamant i trepant.



5: Remolc placa antiga



6: Arriat de la placa nova a l'escar amb el travel (1).



7: Transport de la placa antiga a la cubeta amb el travel (2).



8: Encaixat placa nova en forat de pantalà 1.



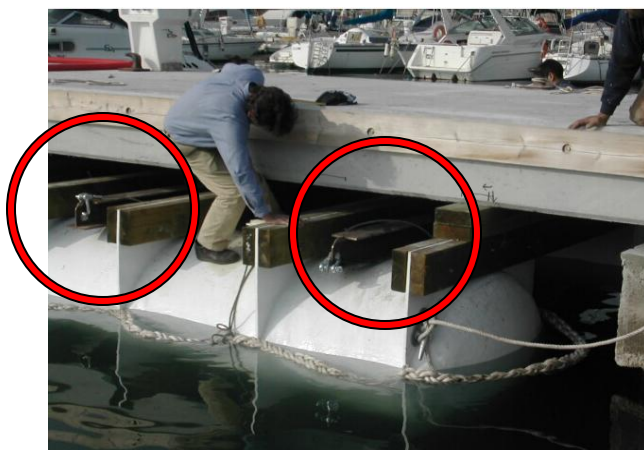
9: Encaixat placa nova en forat de pantalà 2.



10: Encaixat placa nova en forat de pantalà 3.



11: Bigues d'acer a sobre la pontona per hissar posteriorment la placa antiga a l'escar.



12: Immersió i extracció de la pontona.



13: Embarcació usada per fer els remolcs, N<sup>a</sup> Sra. del Carmen.

