Tethys, 3, 3–9, 2006
www.tethys.cat
ISSN-1139-3394
DOI:10.3369/tethys.2006.3.01

Revista editada per **ACAM**
(Associació Catalana de Meteorologia)

Incidència de l'altura de les ones en les rutes de navegació de curta distància al Mediterrani

F. Xavier Martínez de Osés and Marcel·la Castells

Grup de recerca TRANSMAR, Departament de ciències i enginyeria nàutiques, Univ. Politècnica de Catalunya, Barcelona

Rebut: 21-IX-2006 – Acceptat: 20-XII-2006 – **Versió Traduïda**

Correspondència a: fmartinez@cen.upc.edu

Resum

Segons la recent ressenya de mig termini del llibre blanc de l'UE sobre el transport, s'espera que la navegació de curta distància a les aigües de l'UE creixi del 2000 al 2020 en un 59% en volum (tones mètriques). Si tenim en compte que el creixement global esperat en intercanvis de càrrega és d'un 50% (també en volum), el transport marítim és un dels mitjans més factibles per a reduir la congestió de tràfic a les rutes europees. Els vaixells d'alta velocitat són possiblement un mitjà que pot competir amb els transports per carretera en alguns determinats trànsits; tanmateix, aquests vaixells es veuen afectats pel temps inclement. Aquest document analitzarà la influència del temps en algunes rutes de navegació mediterrànies de curta distància recorregudes per vaixells ràpids.

1 Introducció

La Comissió Europea i els Estats Membres han observat que el transport a Europa està creixent a gran velocitat i que abans del 2020, les xifres per al transport interior europeu, incloent els nous Estats Membres de l'UE, mostraran un creixement de més del 50% en volum, i que aquests valors seran absorbits sobretot pel transport per carretera. Tanmateix, el transport per carretera planteja bastants més problemes mediambientals que el transport marítim, així com un percentatge més alt de congestió de tràfic, contaminació, soroll, i accidents. Encara que Europa necessiti tots els mitjans de transport per tal d'assegurar la mobilitat necessària de la gent i pels negocis, la navegació de curta distància integrada en una cadena de transport eficient sembla ser una tria potencial per evitar la congestió, millorar els accessos i proporcionar rutes de transport fluides.

Hi ha algunes mercaderies i tràfics en què el cost superior del tràfic marítim dins d'una cadena de transport intermodal (per culpa dels sistemes legals, les diferències d'infrastructura o un transport menys desenvolupat) (Blonk, 2003), podria ser assumit per l'ús d'unitats de transport més cares, com vaixells d'alta velocitat.

L'objectiu principal d'aquest document és el de realitzar una anàlisi de les condicions marítimes al Mediterrani occidental, per tal d'avaluar les condicions per als vaixells ràpids en cinc rutes realitzables, i llur competitivitat respecte del transport per carretera. El document està dividit en dues seccions principals. En primer lloc, una breu descripció de les rutes de navegació de curta distància al sud-oest d'Europa, on es descriuen algunes recerques prèvies. En segon lloc, una anàlisi de les condicions marítimes que afectarien les rutes proposades, sobretot pel que fa a l'altura de les ones i llur efecte sobre els vaixells d'alta velocitat.

2 Estat actual de la navegació de curta distància a Europa

En aquesta secció, farem un repàs de l'estat actual de la navegació de curta distància dins d'Europa. La navegació de curta distància va suposar el 19.5% del volum total de béns transportats per mar a dins de l'UE-25 al 2005. La quantitat total de béns transportats per mar va ser de 1.46 bilions de tones (Institute, 2006) enfront d'un 58.2% transportats per carretera, que va estar doncs en primera posició amb 4.36 bilions de tones. En termes de tones i quilòmetres, els ferrocarrils, el transport fluvial i el transport marítim només van suposar el 5%. Però basant-se en una anàlisi del flux de transport i el desenvolupament de les necessitats de transport segons el tipus de càrrega, l'estudi abans esmentat preveu

2006 Autor(s). Aquest treball té llicència "Creative Commons".

Taula 1. Distribució de mitjans de transport segons la part del mercat i els volums a l'UE-25, 2005. Font basada en la NEA.

Mètode de transport	Quota de mercat per tipus	Volums per repartiment modal
Carretera	58.2%	4,359 Mt
Marítima curta	19.5%	1,464 Mt
Tren	12.2%	916 Mt
Navegació entre illes	5.5%	414 Mt
Altres	4.6%	343 Mt

que entre el 2005 i el 2015 el tonatge total de curta distància creixerà fins a un 31% de mitjana. La distribució de mitjans al 2005 es mostra a la taula 1.

L'evolució esperada apunta cap a un lleuger augment en la part de la navegació a curta distància i una lleugera pèrdua d'un 1% de la part de mercat en transport de carretera. Malgrat això, s'ha de fer encara molt camí per tal d'aconseguir una xarxa de transport sostenible en una Europa ampliada (aviat formada per 27 membres). Hi ha qüestions importants relacionades amb el transport, com la contaminació o congestió als territoris occidentals o l'accés als béns en els altres.

La Comissió Europea sap que una manera ràpida i efectiva de millorar la política de transport passa per l'ús incrementat de rutes de navegació de curta distància i els anomenats "fast ferries". Tanmateix, molts d'aquests vaixells són considerablement més sensibles als vents locals i a les condicions d'onatge que la navegació més vella i llarga de remolc, cosa que requereix una millor exactitud i una resolució més alta de les previsions meteorològiques a curt i mitjà termini.

Les condicions de les rutes marítimes en les connexions europees de navegació de curta distància estan determinades per les ones (ones provocades pel vent i la maror) i els corrents, i pels vents sobre la superfície marítima. Les ones i el seu impacte estan quantificades per les dades espectrals de llur energia: l'altura de les ones i llur forma, la llargada de les ones, el període i la direcció i el canvi dinàmic d'aquests paràmetres. Avaluar aquestes dades amb diversos mètodes i mostrar-les en models informàtics en un context sinòptic representarà l'estat actual, mentre que el pronòstic proporciona una previsió necessàriament més incerta. L'avaluació de les dades s'obté amb mesuraments diferents de plataformes diferents, com boies, vaixells, avions o satèl·lits. Hem de distingir diferents regions marítimes amb diferents règims meteorològics: mar obert (Atlàntic Nord) i mars tancats amb mar fons i àrees d'aigües poc profundes (Mediterrani, Bàltic Occidental, Mar d'Irlanda), on les dades meteorològiques, llur avaluació i control de qualitat són diferents.

2.1 Carreteres del mar

Aquest concepte va ser introduït per primera vegada al Document sobre les Polítiques de Transport Europees cap al 2010. Segons aquest document, el transport marítim no és només un mitjà per portar béns d'un continent a un altre sinó una alternativa realment competitiva al transport per terra. Per aquesta raó, algunes connexions marítimes haurien de ser incloses com a part de la xarxa de transport transeuropeu, tal com passa amb les carreteres i els ferrocarrils, en un esforç per reduir la congestió de carreteres i/o millorar l'accés a regions o països perifèrics o illes. A més de les connexions de transport terrestre, ara també s'inclouen les connexions marítimes, o "carreteres del mar" a la xarxa TEN-T[1]. Això permet la connexió de logística de projectes de transport terrestre de diferents prioritats, cosa que contribuirà a la millora de l'eficiència global de les operacions de la xarxa de transport europea. Les carreteres del mar són diferents d'altres projectes de transport prioritari i llurs normes han estat descrites a l'Article 12a de les normes del TEN-T.

La xarxa consistirà en instal·lacions i infrastructures que afecten almenys dos ports en dos països membres. Tenint en compte la data propera de publicació de la llista de ports inclosos a la xarxa MoS, analitzarem quin tipus de vaixell encaixarà millor en alguns dels ports proposats, per tal d'assegurar un autèntic canvi de modalitat. Una vegada entesa la importància del transport marítim, les condicions marítimes i més especialment l'anàlisi de l'altura de les ones seran els temes que tractarem en aquest document, com una contribució per recomanar quin és el millor vaixell per a una ruta determinada, tenint en compte la seva sensibilitat al mar i a les ones.

3 Recerca prèvia i rutes seleccionades

La recerca prèvia feta pel grup de recerca TRANSMAR integrat a la Universitat Politècnica de Catalunya era el projecte INECEU, proposat després d'un estudi exhaustiu sobre les línies multimodals alternatives enfront del transport terrestre (Olivella et al., 2005). Tenint en compte les xifres del tràfic de carretera que passa per les fronteres dels Pirineus, el grup va analitzar la majoria del volum de càrrega transportat entre Espanya i França. Entre totes les regions d'Espanya hauríem de destacar l'activitat de Catalunya, el País Basc, València i Andalusia. Llurs volums de càrrega podrien ser transportats per transport marítim a través dels ports de la costa mediterrània. Pel que fa a la natura de la càrrega, hauríem de remarcar que el sud i el sud-est de la Península Ibèrica juntament amb la costa de València són grans productors de fruita i verdura. De fet, el grup de menjar de fàbrica o envasat i les begudes alcohòliques són un dels grups més grans, dins la càrrega exportada des d'Espanya. A més, hi ha un tràfic important que implica matèria sòlida,

[1] TEN-T: Trans European Network - Transport.

com per exemple material per a la construcció o ferralla, així com oli i productes químics de ports amb refineries properes que estan fermament compromeses a canviar els camions que transporten substàncies perilloses o tòxiques de la carretera per vaixells amb contenidors dissenyats especialment, o Ro/Ro's[2], que beneficiarien l'activitat de transport en el seu conjunt. L'estudi va concloure que:

- La navegació de curta distància a la conca mediterrània necessita destinacions de més de 800 km de distància per tal de tenir una justificació econòmica. Tenint en compte les limitacions de conducció i els períodes de descans, aquesta xifra ve de la distància màxima a la qual un camió pot viatjar en un dia de feina. Després d'aquest punt, el conductor s'ha d'aturar i continuar el dia següent, mentre que un vaixell pot navegar a una velocitat menor però tot el dia.
- Les condicions geogràfiques i econòmiques al Mediterrani són variables que promouen l'ampliació del transport marítim i reduir d'aquesta manera la congestió als Pirineus, tot i que això segueix implicant només una petita participació en les xifres globals.
- La circulació de vaixells ràpids en aquesta mena de tràfic podria estar justificada amb viatges de menys de 12 hores i quan el cost no és tan alt, amb la condició que es pugui garantir un temps menor de lliurement. La limitació a 12 hores prové de la legislació de seguretat, ja que si s'excedeix aquest temps, es necessita una segona tripulació, cosa que multiplica el cost de l'operació. La reducció en el temps de navegació per a les velocitats considerades és del voltant d'un 50%, degut a les diferents velocitats de creuer dels vaixells que en el projecte INECEU tenien en consideració (18 nusos en vaixells convencionals fins a 40 nusos en vaixells ràpids). El cost operacional dobla el dels vaixells convencionals.
- Les condicions meteorològiques haurien de ser tingudes en compte sobretot quan es tracta de tràfic de vaixells ràpids.

4 Anàlisi de rutes més convenients

De l'estudi abans mencionat, es van obtenir fins a 15 rutes basades en un millor temps i un millor cost del transport multimodal respecte del transport per carretera. Aquest document presentarà una part d'una anàlisi més profunda iniciada per la doctorant Marcel·la Castells, que va analitzar més variables i va obtenir alguns resultats preliminars. Ara mostrarem la incidència variable del temps meteorològic en les rutes.

A l'etapa inicial de l'estudi, només es van considerar 5 rutes com a alternatives al transport de carretera. Aquestes 5 rutes es troben a la taula 2, incloent una ruta atlàntica per comparar-la amb les mediterrànies.

La limitació del clima és un factor a tenir en compte quan s'analitza una ruta, però la seva importància creix quan la ruta podria ser recorreguda per vaixells d'alta velocitat. Aquests estan subjectes a restriccions derivades de l'altura significativa de les ones tal com ho assenyala el Codi HSC. Això significa que en certes condicions meteorològiques un vaixell no podrà navegar o necessitarà buscar refugi mentre és al mar. Per tant, és necessari saber el temps potencial que aquesta mena de vaixells són fora de servei en aquestes rutes on l'altura enregistrada de les ones excedeix el límit.

Segons un estudi fet per Austal Ships, a bord el vaixell d'alta velocitat Stena HSS en ruta pel mar d'Irlanda, es va obtenir una xifra d'anul·lació de només 0.3% per una base de 5000 navegacions, un bon resultat si tenim en compte que un 1% seria acceptable per a aquest tipus de vaixell. Hauríem de tenir en compte que el Canal Saint George i el Canal del Nord estan protegits dels vents tempestuosos de l'oest, però estan subjectes a ones erràtiques causades per ràfegues de vent. És el cas dels vents del sud que tenen un efecte d'embut, desenvolupant forta mar de vent d'aquell sector a la part meridional i també forta mar de vent tempestuós de l'oest i del nord-oest de força 9 a la part septentrional[3].

En el nostre estudi hem tingut en consideració les condicions següents:

- Vaixells convencionals, els que arriben a 23 nusos.
- Vaixells ràpids (de 23 a 30 nusos) que poden operar sense restriccions de velocitat o de rumb amb onades de fins a 3 metres d'altura (Beaufort 6).
- Vaixells d'alta velocitat que haurien de seguir el manual operacional, on les limitacions operacionals estan previstes fins amb les pitjors condicions, establint les reduccions de velocitat:
  - Mig nus per cada mig metre d'ona fins a 2 metres.
  - Un nus per cada mig metre d'ona entre 2 i 3 metres.
  - Dos nusos per cada mig metre d'ona a partir d'aquest punt.

En breu, els següents escenaris van ser analitzats (veure taula 3 per més detalls):

- Per a vaixells convencionals (velocitat de menys de 23 nusos), dies en què l'altura significativa de les ones seria superior a 4 metres.
- Per a vaixells ràpids: dies en què l'altura significativa de les ones seria superior a 3 metres.
- Per a vaixells d'alta velocitat:
  - Mareig: dies en què l'altura significativa de les ones seria superior a 1.5 metres i afectaria un període de navegació superior a 2 hores. Es faria el viatge però el 90% dels passatgers es marejarien.

[2] Vaixells Ro/Ro, "Roll on roll off", que significa que llur càrrega entra i surt del vaixell en rodes.

[3] Llibre del Pilot del Mar d'Irlanda. Part del mar i onatge 1.144 pàgina 25. British Admiralty.

Taula 2. Cadenes multimodals considerades més eficients que el transport per carretera. Font: Anàlisi pròpia, 2006.

Àrea origen	Port de càrrega	Port de descàrrega	Destinació
Madrid (Centre Espanya)	València	Nàpols	Nàpols
Barcelona (NE Espanya)	Barcelona	Civitavecchia	Roma
Alacant (E Espanya)	Alacant	Gènova	Milà
Burgos (NE Espanya)	Tarragona	Gènova	Milà
Benavente (NW Espanya)	Gijón	Hamburg	Berlin

– Cancel·lació: dies en què la important altura de les ones seria superior a 2.5 metres i afectaria un període de navegació superior a 2 hores.

5 Resultats de l'anàlisi

El component meteorològic es va obtenir a partir de la comparació de les particularitats del vaixell abans mencionades i les dades d'altura de les ones subministrades per diferents boies oceanogràfiques situades al llarg de les rutes seleccionades. Les dades d'onatge han estat considerades les dades de referència perquè malgrat altres variables meteorològiques, com la velocitat o direcció del vent o la boira, l'estat del mar és el paràmetre utilitzat per raons de seguretat per l'IMO[4] i companyies de classificació per establir límits operacionals per als vaixells d'alta velocitat a causa de llurs particularitats de construcció, com una resistència estructural menor i un ús massiu de materials lleugers. Degut a aquestes raons són més sensibles al mar que un vaixell de casc d'acer.

Hem utilitzat boies locals situades prop de les rutes dels vaixells perquè tot i l'existència de models de predicció, per a les embarcacions d'alta velocitat les dades reals són més utilitzades perquè llurs trajectes són curts i les prediccions en general van més enllà del temps de trànsit. Alguns projectes europeus han tractat aquesta qüestió com Ales per als vaixells o SPIN-HSV[5], coincidint en el fet que la predicció s'hauria de corregir amb les observacions fetes a bord i donant sortides de molt curt termini. Tanmateix, volem remarcar els serveis específics o a petició com Meteoconsult o Nowcasting Ltd. entre altres o la possibilitat d'obtenir informació gratuïta dels models de predicció com Meteosim o WAAM, entre altres.

Les dades es van obtenir principalment de les diferents adreces següents:

- A Espanya, les dades són disponibles al quadern d'informació de temps i oceanografia al web de "Puertos del Estado". Hi ha un enllaç amb la xarxa de mesurament de paràmetres físics de les ones, com el vent, els corrents, les temperatures entre altres, distribuïdes en sis diferents xarxes segons les dades recollides.

Figura 1. Situació de les boies meteorològiques properes a les rutes seleccionades. Font: Eurometeo.

- Les condicions meteorològiques de les costes alemanyes es troben a "Bundesamft fur Seeschiffahrt und Hydrographie, BSH" executant mesuraments d'ones en llurs àrees de responsabilitat.

- A les costes franceses, els mesuraments d'ones són realitzats pel "Centre d'Etudes Techniques Maritimes et Fluviales" i el "Centre d'Archivage National de Donnés de Houles in Situ", CANDHIS, i també a www.meteofrance.com.

- Les costes italianes estan inspeccionades per la institució "Idromare", que proporciona informació sobre l'altura de les ones i el vent.

[4] International Maritime Organisation, situada a Londres.

[5] Cinquè pla de projectes europeus, liderats per la Companyia METTLE, centrats en l'eficiència dels vaixells d'alta velocitat.

Taula 3. Diferents límits d'altura de les ones per als vaixells seleccionats.

Escenaris	Ao (m)
Vaixells ràpids (HSC) Marejos	>1.5
Vaixells ràpids (HSC) cancelació	>2.5
Ro/Pax ràpid	>3.0
Convencional	>4.0

- La informació sobre les ones al Mediterrani occidental es troba disponible a http://www.eurometeo.com, (dades obtingudes el 08/02/2006).

Les dades utilitzades han estat principalment l'altura significativa de les ones (Hs), a través de la informació de les boies meteorològiques seleccionades mostrades als webs abans mencionats. L'alçada significativa d'ona H1/3 o Hs, és l'altura mitjana del terç més alt observat.

Hem enregistrat les diferents ràtios d'altura de les ones en cadascuna de les rutes seleccionades, tenint en compte la ruta que el vaixell podria seguir.

- La primera ruta, de València a Nàpols, és de 710 milles nàutiques i passa per les boies de les Illes Balears, Sardenya, el Cap Comino i Ponza.
- La segona ruta, de Barcelona a Civitavecchia, de 439 milles nàutiques, passa prop de les boies de Sardenya, el Cap Comino i el Cap Linaro.
- La tercera ruta, d'Alacant a Gènova, té 560 milles nàutiques i passa prop de les boies d'Alacant, Barcelona, Porquerolles i Niça.
- La quarta ruta, de Tarragona a Gènova, té 399 milles nàutiques i passa prop de les boies de Tarragona, Barcelona, Porquerolles i Niça.
- La cinquena ruta, de Gijón a Hamburg, és de 987 milles nàutiques i passa prop de les boies de Gijón, Ouessant, Cherbourg, Dunkerque, Elbe i Helgoland.

De les anàlisis de les dades anteriors vam obtenir els resultats mostrats a la taula 5. Aquests resultats mostren el màxim percentatge de probabilitats que cada tipus de vaixell tindria per trobar el nivell d'alçada d'ones seleccionat en cada ruta. La taula 5 proporcionaria algunes conclusions, relacionant el tipus de vaixell i la seva possibilitat de trobar condicions meteorològiques adverses que podrien destorbar la navegació adequada dels vaixells, forçant-los a reduir la velocitat o fins i tot a cancel·lar el viatge.

A primer cop d'ull podem dir que:

- La ruta 2 entre Barcelona i Civitavecchia ofereix les millors condicions per als Ro/Pax ràpids i fins i tot per als vaixells d'alta velocitat, amb una ràtio anual d'ones superiors als 3 metres de 3.88% i un nivell de cancel·lació d'un 7% però amb un percentatge de mareig del 45%. Evidentment, en aquesta anàlisi no hem tingut en compte un possible desviament de la ruta per tal d'evitar el mal temps, cosa que reduiria aquests percentatges.
- Les rutes 3 i 4 mostren les millors condicions per als vaixells convencionals amb només un 0.07% de casos d'ones superiors als 4 metres. El valor de mareig per als vaixells d'alta velocitat és el més baix de les cinc rutes.
- Tal com s'esperava, la ruta atlàntica mostra les pitjors condicions meteorològiques de mitjana. El percentatge de cancel·lació creix fins a un 39.62% i el de mareig fins a un 65%.

Taula 4. Ràtio màxima de les boies dels límits de l'altura de les ones.

Hs (m)	>1.5 m	>2.5 m	>3.0 m	>4.0 m
Alacant	4.42%	0.66%	0.24%	0.03%
Barcelona	2.44%	0.33%	0.04%	0.00%
Porquerolles	37.72%	12.68%	4.14%	0.07%
Niça	1.94%	0.11%	0.03%	0.00%
Tarragona	2.01%	0.11%	0.02%	0.00%
Gijón	49.39%	17.21%	8.39%	2.40%
Ouessant	64.93%	39.62%	24.33%	5.80%
Cherbourg	1.30%	0.00%	0.00%	0.00%
Dunkirk	17.80%	4.82%	2.24%	0.00%
Elbe	23.00%	5.30%	2.40%	0.25%
Helgoland	23.70%	5.50%	2.20%	0.10%

L'anàlisi no es pot aturar en aquest punt, ja que les xifres es podrien traduir en unes de més útils. Considerant la freqüència o nombre de viatges per any, les distàncies entre ports i les diferents velocitats de cada vaixell (18 nusos per als vaixells convencionals, 27 nusos per als ràpids Ro/Pax i 40 nusos per als HSC), podrem establir el nombre de viatges per any i el descompte de temps requerit per recuperar els retards provocats pel temps meteorològic.

Les conclusions obtingudes després d'establir un nombre determinat de viatges per any segons la distància entre els ports i la velocitat de cada viatge es basen en la informació estadística de les boies seleccionades. El grau de fiabilitat d'aquesta informació depèn del sistema de cada país. A Espanya, per exemple, la fiabilitat de les boies és molt alta i pel que fa a les dades, això depèn del període d'anàlisi, ja que cada any pot ser diferent. Un llarg període serà millor i hem tingut en compte dades obtingudes del web de cada país. Així mateix, tal com es va establir, el percentatge de cancel·lació té a veure amb un temps igual o superior a 2 hores, en què el límit de l'ona excedeix el màxim assequible. La qüestió és que les boies cobreixen una extensió de mar per on s'ha de navegar durant un període de temps superior a aquell, perquè fins i tot en el cas d'una embarcació d'alta velocitat, això hauria de reduir la velocitat quan l'estat del mar empitjora. Per exemple, en la línia de Barcelona a Civitavecchia s'han de cobrir 439 milles i

Taula 5. Probabilitat màxima de trobar les altures d'ona proposades per a cada tipus de vaixell.

	Tipus de vaixell (Escenari)	Màxima ràtio d'alçada d'ona
Ruta 1	Convencional	1.96%
	Ro/Pax ràpid	4.94%
	HSC Cancel·lació	7.69%
	HSC Marejos	45.43%
Ruta 2	Convencional	1.04%
	Ro/Pax ràpid	3.88%
	HSC Cancel·lació	7.33%
	HSC Marejos	45.43%
Ruta 3	Convencional	0.07%
	Ro/Pax ràpid	4.14%
	HSC Cancel·lació	12.68%
	HSC Marejos	37.72%
Ruta 4	Convencional	0.07%
	Ro/Pax ràpid	4.14%
	HSC Cancel·lació	12.68%
	HSC Marejos	37.72%
Ruta 5	Convencional	5.80%
	Ro/Pax ràpid	24.33%
	HSC Cancel·lació	39.62%
	HSC Marejos	64.93%

utilitzar 4 boies per aconseguir la informació de l'estat del mar.

Tanmateix, totes les rutes duren més de dues hores. És obligatori per als vaixells tenir una ruta alternativa en cas de mal temps, com és per exemple el cas del viatge entre Tarragona i Gènova, on el vaixell navegaria prop de la costa francesa. De tota manera, això necessitaria un estudi més aprofundit ja que les distàncies i les velocitats dels vaixells són diferents i no podríem treure'n una conclusió viable, basada en rutes suposades.

Els criteris utilitzats per determinar els percentatges de cancel·lació abans mencionats per a les embarcacions d'alta velocitat es basen en la informació donada al patró del vaixell de l'estat del mar, que és (o s'espera que sigui) pitjor que el límit operatiu de seguretat del vaixell. Aleshores ha de decidir cancel·lar el viatge. El punt de discussió és on s'enregistra el pitjor estat de la mar. L'última decisió la té el patró del vaixell i ell pot decidir navegar a condició que el mal temps només sigui a l'última part del viatge. Els models de predicció són útils per proporcionar informació avançada sobre el temps que el vaixell es trobarà però es necessita amb prou anticipació segons la velocitat de l'embarcació. La conclusió dóna el nombre màxim de cancel·lacions tenint en compte el percentatge màxim de l'altura d'ones més alta que els límits operacionals[6].

[6]Informe ICARO: Seguridad e información meteorológica. Projecte ICARO, Barcelona 2006.

Taula 6. Ràtio de màxima cancel·lació anual i nombre total de viatges cancel·lats, per als vaixells ràpids i d'alta velocitat.

Ruta	Tipus de vaixell	% Cancel. anual	Cancel. viatges per any
Ruta 1	Ro/Pax ràpid	3	6
	HSC	7	22
Ruta 2	Ro/Pax ràpid	1	4
	HSC	6	28
Ruta 3	Ro/Pax ràpid	4	13
	HSC	9	28
Ruta 4	Ro/Pax ràpid	1	3
	HSC	11	12
Ruta 5	Ro/Pax ràpid	12	19
	HSC	30	63

6 Conclusions

La primera ruta pot ser feta per dos vaixells convencionals que navegarien tres vegades a la setmana des de cada port i pararien el diumenge, amb un percentatge de 2% d'alçada d'ones superior a 4 metres. El vaixell ràpid navegant a 27 nusos ofereix més capacitat de càrrega al cap d'un any perquè pot fer més viatges per setmana. En aquest cas, hem reduït la velocitat del vaixell de 27 a 25 nusos per tal de retardar l'arribada al port fins a l'espai d'un dia. Aquest vaixell té un percentatge d'altura d'ona superior a 4 metres de només 5%. Per als vaixells d'alta velocitat han d'assumir un percentatge de cancel·lació anual de 8% així com un elevat percentatge de mareig. Per altra banda, el vaixell es queda tres hores més que el temps requerit per a les operacions de càrrega, que podria ser utilitzat com a temps per recuperar els retards.

Entre els tres possibles tipus de vaixell a la segona ruta, podem dir que els vaixells convencionals i els HSC tenen menys capacitat per setmana. El temps afecta menys el ràpid Ro/Pax ja que aquests vaixells poden fer més viatges per setmana.

La ruta número 2 entre Barcelona i Civitavecchia hauria de ser feta pel Ro/Pax ja que el vaixell es queda al port 7 hores cada dia per tal que hi hagi una compensació en el temps davant de possibles retards deguts a la meteorologia. En aquest cas, l'altura de les ones superior a 3 metres afecta un 4% del temps.

La ruta número 3 entre Alacant i Gènova és bona per als vaixells convencionals ja que només un 0.07% del temps és afectada per la meteorologia. Els vaixells ràpids tenen un programa dur per tal de completar sis viatges per setmana, així que seria millor reduir-los a 5 per tal de poder assumir en un moment donat el 4% de temps que han de navegar a velocitat reduïda. Els vaixells d'alta velocitat s'estan 7 hores al port encara que naveguin a menys de 40 nusos, i per tant es podria estudiar un programa més reduït.

La ruta número 4 entre Tarragona i Gènova queda molt poc influïda per la meteorologia, així doncs la selecció del

vaixell podria basar-se en les necessitats del mercat. El ràpid Ro/Pax pateix una reducció de 4% de velocitat per culpa del temps, estant-se 5 hores a cada port i tenint un temps de marge per recuperar-lo. El vaixell d'alta velocitat pot oferir fins a 9 viatges per setmana i un bon percentatge anual de càrrega; tanmateix, el seu programa és molt dur.

Finalment, la ruta número 5 entre Gijón i Hamburg pateix lògicament les pitjors condicions meteorològiques ja que un vaixell convencional s'enfronta a un 6% del temps a altures d'ona superiors a 4 metres amb la disponibilitat d'un dia per recuperar la línia. El vaixell ràpid s'enfronta a un 24% del temps a ones importants superiors a 3 metres, però es queda al port durant 7 hores en cada viatge. El vaixell d'alta velocitat s'atura 14 hores una vegada a la setmana, però el percentatge de cancel·lació arriba a un 39% per any.

En general, el ràpid Ro/Pax sembla ser la millor opció. Malgrat tenir un temps de trànsit superior, té el nivell de fiabilitat més alt, comparat amb un vaixell d'alta velocitat. El percentatge anual de cancel·lació és mostrat a la taula 6, creixent amb la velocitat del vaixell. Queda una anàlisi més aprofundida on el percentatge de cancel·lació podria estar relacionat amb el temps i lloc exactes de presència, tenint en compte la posició actual del vaixell. Creiem que el percentatge es podria reduir gràcies a una informació més exacta.

Referències

Blonk, W., 2003: *Prospects and challenges of Short-sea Shipping*, a: Proceedings from the second European research roundtable conference on short-sea shipping.

Institute, N., 2006: Short sea Shipping study, Netherlands.

Olivella, J., Martínez, F., i Castells, M., 2005: Intermodalidad entre España y Europa. El proyecto INECEU, Barcelona digital, S.L., Barcelona, Spain. Also a report available at https://e-prints.upc.edu/handle/2117/524.