

ORIENTAMENTI INDICATIVI PER GLI ENTI TECNICI

PARTE I Applicazione

I presenti orientamenti sono destinati ad assistere gli enti tecnici nell'applicazione dei requisiti specifici di stabilità fissati nell'allegato I, per quanto possibile e compatibile con le caratteristiche strutturali della nave in questione. La numerazione dei seguenti paragrafi corrisponde a quella impiegata nell'allegato I.

Paragrafo 1.

Tutte le navi ro/ro da passeggeri di cui all'articolo 2.1, del decreto, devono innanzitutto rispettare la norma SOLAS 90 in materia di stabilità residua, applicabile a tutte le navi da passeggeri costruite a partire dal 29 aprile 1990 compreso. L'applicazione di tale requisito permette di definire il bordo libero (f), necessario ai fini del calcolo di cui al paragrafo 1.1.

Paragrafo 1.1

1. Il presente paragrafo riguarda il caso in cui un determinato volume di acqua si è accumulato sul ponte delle paratie (ro/ro). Si ipotizza che l'acqua sia penetrata sul ponte attraverso una falla. Il paragrafo dispone che la nave, oltre a soddisfare tutti i requisiti della norma SOLAS 90, soddisfi anche i criteri di tale norma SOLAS 90 di cui ai paragrafi da 2.3 a 2.3.4 della regola II-1/B/8, in presenza della quantità d'acqua sul ponte ivi definita. Al fine di tale calcolo non occorre tenere conto di nessun altro requisito della regola II-1/B/8. Ad esempio, ai fini del calcolo, la nave non deve rispettare i requisiti relativi agli angoli di equilibrio o alla non immersione della linea di bordo libero.
2. L'acqua accumulata va considerata un carico di liquido aggiuntivo con una superficie libera comune a tutti i compartimenti che si presumono allagati sul ponte garage. L'altezza dell'acqua (h_w) sul ponte dipende dal bordo libero residuo (f) dopo l'avaria ed è determinata in funzione dell'avaria stessa (cfr. fig.1). Il bordo libero residuo (f), è la distanza minima fra il ponte ro/ro danneggiato e la superficie del piano di galleggiamento all'equilibrio della nave danneggiata (dopo le eventuali correzioni dell'assetto se questo tipo di provvedimenti sono stati presi) in funzione del danno ipotizzato e dopo aver esaminato tutte le possibili condizioni di avaria in conformità dei requisiti della norma SOLAS 90, come indicato nel paragrafo 1 dell'allegato I. Nel calcolare f , non va tenuto conto degli effetti dell'ipotetica massa d'acqua che si presume si sia accumulata sul ponte ro/ro.
3. Se f è pari o superiore a 2 metri, va ipotizzato che sul ponte ro/ro non si accumuli acqua. Se f è pari 0,3 metri o meno, va ipotizzato che l'altezza (h_w) sia di 0,5 metri. Le altezze intermedie dell'acqua si ottengono per interpolazione lineare (cfr. fig.2).

Paragrafo 1.2.

I sistemi di drenaggio dell'acqua potrebbero essere considerati efficaci solo se avessero la capacità di impedire l'accumulo di un notevole volume d'acqua sul ponte considerato, vale a dire diverse migliaia di tonnellate all'ora, il che supera notevolmente la capacità degli impianti installati alla data di adozione dei regolamenti in questione. Simili sistemi altamente efficienti potranno essere sviluppati ed omologati in futuro (in base ad orientamenti che saranno sviluppati dall'Organizzazione marittima internazionale).

Paragrafo 1.3.

1. La quantità d'acqua che si ipotizza accumulata sul ponte, oltre ad essere ridotta a norma del paragrafo 1.1, potrà essere ulteriormente ridotta in considerazione del fatto che la nave opera solo in zone geografiche ben delimitate. Tali zone sono designate conformemente all'altezza significativa d'onda (h_s) tipica della zona stessa, a norma dell'articolo 3 del presente decreto.
2. Se nella zona considerata l'altezza significativa d'onda (h_s) è pari a 1,5 metri o meno, va ipotizzato che sul ponte rovro danneggiato non si accumuli altra acqua. Se l'onda significativa nell'area considerata è uguale o superiore a 4,0 metri, l'altezza ipotizzata dell'acqua accumulata va calcolata a norma del paragrafo 1.1. Le altezze intermedie dell'acqua si ottengono per interpolazione lineare (cfr. fig. 3).
3. L'altezza h_s è mantenuta costante e la quantità d'acqua aggiuntiva risulta quindi variabile, in quanto dipende dall'angolo di sbandamento e dal fatto che ad un particolare angolo di sbandamento l'angolo del ponte risulti immerso o meno (cfr. fig. 4). Va notato che la permeabilità presunta degli spazi sul ponte garage deve essere fissata al 90 % (MSC/Circ.649.refere), mentre la permeabilità degli altri spazi presunti allagati è quella stabilita dalla convenzione SOLAS.
4. Se i calcoli volti a dimostrare la conformità con il presente decreto fanno riferimento ad un'altezza significativa d'onda inferiore ai 4 metri, tale altezza inferiore deve essere registrata sul certificato di sicurezza della nave passeggeri.

Paragrafi 1.4/1.5

In alternativa alle prove di conformità con i nuovi requisiti di stabilità di cui al paragrafo 1.1 o 1.3, l'Amministrazione, sentito l'ente tecnico, può accettare i risultati di prove in vasca. I requisiti delle prove in vasca sono indicati in dettaglio nell'appendice dell'allegato I. Note orientative sullo svolgimento delle prove su modello sono riportate nella parte II del presente allegato.

Paragrafo 1.6

Le curve operative limite (KG o GM), stabilite dalla norma SOLAS 90, possono risultare non applicabili nel caso in cui si consideri gli effetti dell'acqua sul ponte come previsto dal presente decreto e può pertanto rendersi necessario determinare curve limite rivedute che tengano conto degli effetti di tale acqua aggiuntiva. Occorre a tal fine effettuare i necessari calcoli per un numero sufficiente di immersioni ed assetti operativi.

Nota: Le curve operative limite rivedute KG/GM possono essere stabilite per iterazione, aggiungendo il GM il minimo in eccesso, che risulta dai calcoli della stabilità in condizioni di avaria con l'acqua sul ponte, al KG iniziale (o dedotto dal GM) da utilizzare per determinare il bordo libero in condizioni di avaria (f), impiegato per determinare il volume d'acqua sul ponte, e ripetendo tale processo fintanto che il GM in eccesso diventi trascurabile.

È da prevedere che gli operatori inizino tale iterazione con il rapporto KG massimo/GM minimo che può ragionevolmente essere riscontrato in servizio, cercando quindi di modificare la relativa sistemazione del ponte delle paratie per ridurre al minimo il GM in eccesso derivante dai calcoli di stabilità in presenza di acqua sul ponte.

Paragrafo 2.1.

Ai sensi dei requisiti della convenzione SOLAS, le paratie interne alla linea B/5 sono da considerare intatte nel caso di avaria da collisione laterale.

Paragrafo 2.2.

Se devono essere installate casse laterali esterne per garantire la conformità con la regola II-1/B/8 il regolamento in oggetto, la larghezza (B) della nave risulta maggiorata e quindi anche la distanza B/5 dai bordi della nave; tali modifiche non esigono tuttavia il ricollocamento delle parti strutturali esistenti o di eventuali attraversamenti delle principali paratie stagne orizzontali al disotto del ponte delle paratie (cfr. fig.5).

Paragrafo 2.3.

1. Paratie e barriere trasversali e longitudinali appositamente sistemate e di cui si è tenuto conto al fine di limitare il movimento dell'acqua che si ipotizza accumulata sul ponte roto non devono essere « tenuta stagna » nel senso stretto del termine. Piccole perdite possono essere tollerate se il sistema di drenaggio è tale da impedire l'accumulo di acqua dall'altra parte della paratia o della barriera. Nel caso in cui gli ostruimenti, in mancanza del necessario dislivello, non dovessero più funzionare occorre prevedere un altro sistema passivo di drenaggio.

2. L'altezza (B_p) delle paratie/barriere trasversali e longitudinali non deve essere inferiore a $(8 \times h_w)$ metri, ove h_w è l'altezza dell'acqua accumulata calcolata in base al bordo libero residuo e all'altezza significativa d'onda di cui ai (paragrafi 1.1 e 1.3). In ogni caso, tale altezza non deve mai essere inferiore al maggiore dei seguenti valori:

a) 2,2 metri, oppure

b) l'altezza fra il ponte delle paratie ed il punto inferiore della struttura inferiore dei ponti garage intermedi o sospesi, quando si trovano in posizione abbassata. Va notato che qualsiasi spazio fra il lato superiore delle paratie e la parte inferiore del fasciame metallico deve essere chiuso da piastre trasversali o longitudinali a seconda dei casi (cfr. fig.6).

Possono essere accettate paratie di altezza inferiore a quella specificata se vengono effettuate le prove in vasca descritte nella parte II del presente allegato, per dimostrare che la soluzione alternativa garantisce adeguate possibilità di sopravvivenza. Nel fissare l'altezza delle paratie/barriere va inoltre garantito che esse siano tali da limitare il progressivo allagamento entro i limiti di stabilità richiesti. Tali limiti non devono essere influenzati dalle prove in vasca.

Nota: Il dominio positivo della curva di GZ può essere ridotto sino a 10 gradi, se la corrispondente area sottesa alla curva è opportunamente aumentata di cui a (MSC 64/22 refers).

Paragrafo 2.5.1.

L'area «A» fa riferimento ad aperture permanenti. Va notato che non può essere fatto ricorso all'opzione «aperture a murata» se la galleggiabilità delle sovrastrutture è in tutto o in parte necessaria per permettere alla nave di rispettare i criteri. Le aperture a murata devono essere provviste di battenti che impediscano all'acqua di entrare, pur permettendole di uscire.

I battenti non devono dipendere da un sistema attivo di chiusura. Essi devono funzionare autonomamente e non devono ridurre significativamente il flusso in uscita. Ogni eventuale riduzione significativa deve essere compensata dalla presenza di aperture aggiuntive, affinché risulti mantenuta l'area complessiva richiesta.

Paragrafo 2.5.2.

Le aperture a murata sono da considerarsi efficienti se la distanza minima fra il lato inferiore dell'apertura e la linea di galleggiamento in caso di avaria è di almeno 1 metro. Il calcolo della distanza minima non deve tenere conto dell'effetto dovuto alla presenza di un eventuale volume d'acqua aggiuntivo sul ponte (cfr. fig.7).

Paragrafo 2.5.3.

Le aperture a murata devono essere situate il più in basso possibile nell'impavesata laterale o nel fasciame esterno. Il lato inferiore delle aperture a murata non deve essere oltre 2 cm al di sopra del ponte delle paratie ed il suo lato superiore non deve trovarsi oltre 0,6 metri al di sopra di esso (cfr.fig.8).

Nota: Gli spazi cui si applica il paragrafo 2.5, ovvero gli spazi dotati di aperture a murata o simili aperture, non devono essere compresi fra gli spazi intatti ai fini del calcolo delle curve di stabilità a nave integra e in condizioni di avaria.

Paragrafo 2.6.

1. L'estensione della falla va applicata nel senso della lunghezza della nave. A seconda delle suddivisioni presenti, la falla può non interessare alcuna paratia, può interessare solo paratie al di sotto del ponte delle paratie, solo paratie al di sopra di tale ponte o le une e le altre.
2. Le paratie/barriere trasversali ed orizzontali che arginano la massa d'acqua che si ipotizza accumulata devono essere sempre chiuse ed opportunamente assicurate quando la nave prende il mare.
3. Nel caso in cui le paratie/barriere sono danneggiate, l'acqua accumulata sul ponte deve avere lo stesso livello, pari a h_w , a i due lati della paratia/barriera danneggiata (cfr.fig.9).

Parte II

Linee guida per le prove in vasca

Scopo delle presenti linee guida è assicurare l'uniformità dei metodi impiegati per costruire e verificare il modello, nonché svolgere e analizzare le prove mediante il commento ad alcuni paragrafi dell'appendice «Prove in vasca» dell'allegato I.

Paragrafo 3 - Modelli di nave.

3.1. Il materiale impiegato per costruire il modello non è di per sé importante, purché il modello risulti, sia a nave integra che in condizioni di avaria, sufficientemente rigido da garantire che le proprietà idrostatiche siano identiche a quelle della nave reale e che la flessione dello scafo al contatto con le onde sia trascurabile.

E' inoltre importante garantire che i compartimenti danneggiati siano ricostruiti nel modello nel modo più accurato possibile, in modo che il volume d'acqua rappresentato sia corretto.

Poiché la penetrazione di acqua (anche in quantità minime) nelle parti intatte del modello ne influenzerebbe il comportamento, occorre adottare le necessarie misure perché ciò non si verifichi.

Nelle prove in vasca riguardanti le avarie più gravi previste dalla convenzione SOLAS vicino alle estremità della nave, si è osservato che l'allagamento progressivo non era possibile a causa della tendenza dell'acqua sul ponte ad accumularsi vicino alla falla e quindi a defluire verso l'esterno.

Questi modelli sono riusciti a sopravvivere in condizioni di mare molto agitato, ma si sono capovolti in condizioni di mare meno agitato, dopo aver subito avarie meno gravi di quelle previste dalla convenzione SOLAS, lontano dalle estremità. Per evitare questa situazione è stato introdotto il limite di $\pm 35\%$.

Ricerche approfondite, volte all'elaborazione di criteri adeguati per le navi nuove, hanno chiaramente dimostrato che, oltre all'altezza metacentrica e al bordo libero, per valutare le possibilità di sopravvivenza delle navi passeggeri è importante tenere conto anche dell'area sottesa dalla curva di stabilità. Pertanto, il caso di avaria più grave previsto dalla convenzione SOLAS, da considerare per soddisfare i requisiti di cui al paragrafo 3.1, deve essere quello in cui l'area sottesa dalla curva di stabilità residua risulta minima.

3.2. Dettagli del modello.

3.2.1. Visto che gli effetti di scala possono influenzare notevolmente il comportamento del modello durante le prove, è opportuno garantire la minimizzazione di questi effetti. Il modello deve essere più grande possibile, in quanto è più agevole ricostruire fedelmente i compartimenti danneggiati in modelli più grandi, con conseguente riduzione degli effetti di scala. Si raccomanda pertanto di adottare per il modello una scala non inferiore a 1:40 ovvero non inferiore a 3 m, a seconda di quale dei due valori è maggiore.

Durante le prove è stato rilevato che la dimensione verticale del modello può influenzare i risultati delle prove dinamiche. E' pertanto necessario che l'altezza del modello al di sopra del ponte delle paratie (bordo libero) corrisponda ad almeno tre altezze standard di una sovrastruttura, affinché le onde più grosse della serie non possano infrangersi sul modello.

3.2.2. Nel punto dell'ipotetica avaria, il modello deve essere quanto più possibile sottile per assicurare che la quantità di acqua penetrata e il suo centro di gravità siano correttamente rappresentati. Lo scafo deve avere uno spessore non superiore a 4 mm. Talvolta potrebbe risultare impossibile ricostruire, in modo sufficientemente dettagliato, lo scafo del modello e gli elementi di compartimentazione primaria e secondaria nel punto del danno, in tal caso sarebbe impossibile calcolare accuratamente la permeabilità ipotizzata dello spazio.

3.2.3. E' fondamentale misurare e verificare il pescaggio del modello non soltanto a nave integra ma anche in condizioni di avaria, per confrontare i risultati con quelli ottenuti con il calcolo di stabilità in condizioni di avaria. Per ragioni pratiche, una tolleranza di + 2mm può essere accettata per i pescaggi.

3.2.4. Dopo aver misurato il pescaggio in condizioni di avaria, può risultare necessario modificare la permeabilità del compartimento danneggiato, aggiungendo volumi integri o pesi supplementari. Occorre inoltre fare in modo che il centro di gravità dell'acqua penetrata sia

rappresentato correttamente. Gli eventuali adeguamenti devono avere per effetto di aumentare i margini di sicurezza.

Se il modello deve essere dotato di barriere sul ponte e se tali barriere sono di altezza inferiore a quella indicata qui di seguito, il modello deve essere dotato di telecamere a circuito chiuso, in modo che sia possibile tenere sotto controllo eventuali proiezioni e accumuli di acqua nell'area non danneggiata del ponte. In tal caso questa videoregistrazione costituisce parte integrante della documentazione di prova.

L'altezza delle paratie trasversali o longitudinali giudicate efficaci per contenere il volume ipotetico di acqua marina accumulata nel compartimento in questione sul ponte ro/ro danneggiato dovrebbe essere pari ad almeno 4 metri, a meno che l'altezza dell'acqua sia inferiore a 0,5 m. In questi casi l'altezza della paratia può essere calcolata con la seguente formula:

$Bh = 8hw$ in cui Bh = altezza della paratia e hw altezza dell'acqua.

In ogni caso, le paratie devono avere un'altezza minima non inferiore 2,2 m. Nel caso di navi dotate di ponti garage sospesi, tuttavia, l'altezza minima della paratia non deve essere inferiore a quella dell'altezza libera del ponte sospeso, quando è abbassato.

3.2.5. Per garantire che le caratteristiche del movimento del modello rispettino quelle della nave reale, è importante che il modello sia sottoposto a test di inclinazione e rollio a condizioni di nave integra, in modo che l'altezza metacentrica (GM) a nave integra e la distribuzione della massa possano essere verificati. La distribuzione della massa deve essere misurata al di fuori dell'acqua. Il raggio di inerzia trasversale della nave reale deve essere compreso tra $0,35B$ e $0,4B$ e quello longitudinale tra $0,2L$ e $0,25L$.

3.2.6. Si presume che il sistema di ventilazione del compartimento danneggiato della nave reale sia tale da non ostacolare l'allagamento né il movimento dell'acqua imbarcata. Tuttavia, la riproduzione su scala più piccola dei sistemi di ventilazione della nave reale potrebbe comportare effetti di scala indesiderati. Per evitare tali effetti, si raccomanda di costruire il sistema di ventilazione su una scala maggiore rispetto a quella impiegata nel modello, accertandosi che ciò non influenzi il flusso dell'acqua sul ponte garage.

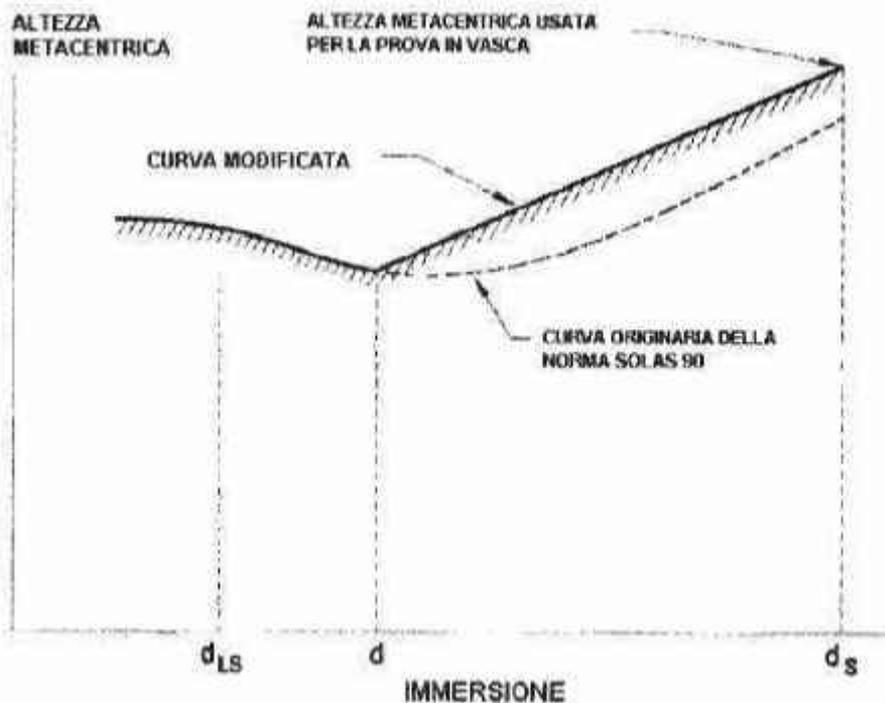
3.2.7. Si ritiene opportuno considerare un'avaria con una forma che sia rappresentativa della sezione trasversale della nave speronante nella regione di prua. L'angolo di 15° è basato su uno studio della sezione trasversale a una distanza di $B/5$ dalla prua per una selezione rappresentativa di navi di tipo e dimensioni diversi.

Il profilo triangolare (isoscele) della falla con forma prismatica corrisponde al galleggiamento a pieno carico.

Inoltre, nel caso in cui siano sistemate casse laterali interne di larghezza inferiore a $B/5$ e al fine di evitare eventuali effetti di scala, la lunghezza della falla non deve essere inferiore a 25 mm.

3.3. Nella prova in vasca originaria descritta nella risoluzione n. 14 della conferenza SOLAS del 1995, l'effetto di sbandamento prodotto dal momento massimo derivante dall'addensamento dei passeggeri, dalla messa in mare dei mezzi di salvataggio, dal vento e dalla rotazione della nave non è stato preso in considerazione, sebbene questi fattori siano considerati dalla convenzione SOLAS. Tuttavia, i risultati di uno studio hanno dimostrato che sarebbe prudente tenere conto di questi effetti e conservare, per ragioni pratiche, un'inclinazione minima di 1° di sbandamento dal lato della falla. Occorre notare che lo sbandamento dovuto alla rotazione non è stato ritenuto pertinente.

3.4. Nei casi in cui l'altezza metacentrica comporti un margine, nelle condizioni di carico reali, rispetto alla curva limite dell'altezza metacentrica (stabilita dalla norma SOLAS 90), l'amministrazione può accettare che detto margine sia usato nella prova in vasca. In questi casi la curva limite dell'altezza metacentrica dovrebbe essere adattata secondo la seguente formula:



$$d = d_S - 0,6 (d_S - d_{LS})$$

in cui: d_S è il pescaggio di compartimentazione e d_{LS} è il pescaggio della nave vacante.

La curva modificata è una linea retta tra l'altezza metacentrica usata nella prova in vasca all'immersione di compartimentazione e l'intersezione della curva originaria della norma SOLAS 90 e l'immersione d .

Paragrafo 4 - Svolgimento delle prove.

4.1. Spettro dell'onda.

Deve essere utilizzato lo spettro JONSWAP, in quanto descrive condizioni di mare limitate in estensione e durata, che corrispondono alla maggior parte delle condizioni osservate a livello mondiale. A tal fine, è importante verificare non solo il periodo di picco della serie di onde, ma anche controllare che il periodo di passaggio al livello medio (zero-crossing) sia corretto.

Lo spettro dell'onda deve essere registrato e documentato per ciascuna serie di prove. Le misurazioni devono essere effettuate in prossimità del sensore più vicino all'ondogeno.

Nota: sul modello le prove di inclinazione e di rollio in condizioni di avaria possono essere accettate quale prova di verifica della curva di stabilità residua, ma tali prove non sono ammissibili in sostituzione di quelle a nave integra.

Il modello deve essere inoltre dotato di sensori che permettano di controllare e registrare tutti i suoi movimenti (rollio, sussulto e beccheggio) e il suo comportamento (angolo di sbandamento, immersione e assetto longitudinale) nel corso della prova.

Si è constatato che non risulta opportuno fissare limiti assoluti per le altezze d'onda significativa, il periodo di picco e il periodo per il passaggio al livello medio (zero-crossing) degli spettri dell'onda del modello. È stato pertanto introdotto un margine accettabile.

4.2. Per evitare interferenze tra il sistema di ormeggio e la dinamica della nave, il carrello da rimorchio (al quale è fissato il sistema di ormeggio) deve seguire il modello alla sua reale velocità di deriva. In caso di mare con onde irregolari, la velocità di deriva non è costante; una velocità di rimorchio costante genererebbe oscillazioni di deriva di bassa frequenza ed elevata ampiezza, creando così una situazione che può influire sul comportamento del modello.

4.3. È necessario eseguire un numero sufficiente di prove con serie di onde diverse per garantire l'affidabilità statistica dei risultati: l'obiettivo è determinare con un elevato grado di certezza che una nave che non risponde ai criteri di sicurezza si capovolge nelle condizioni scelte per le prove. Si ritiene che sia necessario un minimo di 10 prove per garantire un livello ragionevole di affidabilità.

Paragrafo 6 - Omologazione.

Alla relazione presentata all'amministrazione vanno allegati i seguenti documenti:

- a) calcoli sulla stabilità in condizioni di avaria nell'ipotesi peggiore prevista dalla convenzione SOLAS e (se diverso) con avaria a centro nave;
- b) piani generali del modello, dettagli di costruzione e informazioni sulla strumentazione;
- c) prova di inclinazione e misurazioni dei raggi di rotazione;
- d) spettri d'onda nominali e misurati (nei tre punti diversi per ottenere dati rappresentativi e, per le prove in vasca, rilevati al sensore più vicino all'ondogeno);
- e) registrazione rappresentativa dei movimenti, del comportamento e della deriva del modello;
- f) videoregistrazioni pertinenti.

Nota:

Un rappresentante dell'ente tecnico della nave deve assistere a tutte le prove.».