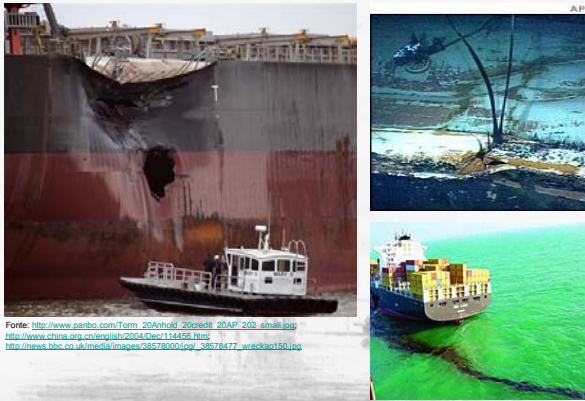


Emergenza Falla

dott. Massimo Vascoffo
massimo.vascoffo@istruzione.it

Premessa: la situazione



Fonte: http://www.panbo.com/Forum/20Analisti/20cristi/20AP/202_small.jpg
<http://www.4mat.org/energia/2004/06/11/1458.html>
http://www.bbc.co.uk/travel/images/38278001.jpg_38278477_wreckap150.jpg

Definizione di Falla

Per falla si intende una qualsiasi via d'acqua che mette in comunicazione il mare con l'interno dello scafo. La possibilità del verificarsi di una falla a bordo di una nave va presa in seria considerazione; l'allagamento di locali interni alla nave, attraverso occasionali aperture prodotte nell'opera viva (parte immersa dello scafo) può avvenire in seguito di:



Fonte: http://robinstorm.blogspot.com/2007/07/16_archive.html

- urto contro scogli, bassi fondali o altri ostacoli;
- spostamento del carico;
- incaglio;
- offesa consapevolmente arrecata, per cause belliche o di altra natura;
- collisione;
- cedimento strutturale;
- esplosione;

Il contesto falla

A seconda delle sue dimensioni può provocare gravissimi danni, fino alla stessa perdita della nave per capovolgimento o affondamento.

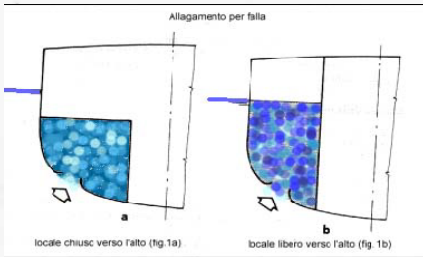
In caso di collisione, le condizioni peggiori si hanno con angoli d'urto prossimi a 90°, specie se associati al movimento dei mezzi coinvolti.



Fonte: <http://www.cargolive.com>

Non vanno trascurate neppure le possibili problematiche connesse con la stabilità della nave.

Caratteristiche della falla



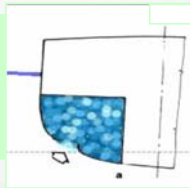
Facendo riferimento alla figura osserviamo che la falla può verificarsi:

1. in un locale limitato in altezza da un ponte ubicato al disotto del piano di galleggiamento.
2. in un locale non limitato in altezza.
3. in un locale completamente allagato con falla che permette la libera comunicazione tra superficie del mare e superficie del liquido interno.

Caratteristiche della falla

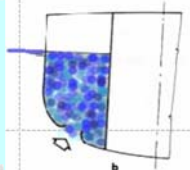
Falla in un locale limitato in altezza da un ponte ubicato al disotto del piano di galleggiamento

In questo caso, l'allagamento comporterà un aumento del peso della nave, cioè del suo dislocamento; inoltre si verificherà uno sbandamento dal lato della falla. La stabilità, trattandosi di un imbarco in basso, aumenterà.



Falla in un locale non limitato in altezza

In questo caso, oltre all'aumento di peso, si verifica la creazione di uno specchio liquido libero, e quindi una situazione ben più pericolosa; per il resto si ricade nel caso precedente. La quantità di liquido imbarcato è infine funzione dell'angolo di inclinazione della nave.



Caratteristiche della falla

Falla in un locale completamente allagato con falla che permette la libera comunicazione tra superficie del mare e superficie del liquido interno

In questo caso, infatti, la parte di carena interessata è come se non facesse parte dello scafo e, quindi, non contribuisce più alla spinta di Archimede.



Fonte: http://www.newsqf.com/news/picabories/200412050041_24318.jpg

Caratteristiche della falla

Lo studio delle conseguenze di una falla deve inoltre tenere conto di un'altra possibile alternativa:

A) Allagamento Simmetrico rispetto al piano longitudinale di simmetria della nave.

B) Allagamento Asimmetrico rispetto al piano longitudinale di simmetria della nave.



Fonte: MSC Napoli - 2008 http://www.carpoline.com/2007/asp/it/mark_msc_napoli.html

Caratteristiche della falla

Allagamento Simmetrico rispetto al piano longitudinale di simmetria della nave.

In questo caso (Fig. 2) la nave rimarrà trasversalmente dritta e, oltre ad aumentare il displacement, cambierà anche il proprio assetto longitudinale, appoppandosi o appruandosi a seconda dell'ubicazione del locale allagato (Fig. 3).

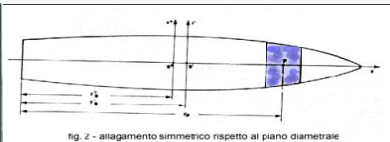


fig. 2 - allagamento simmetrico rispetto al piano diametrale

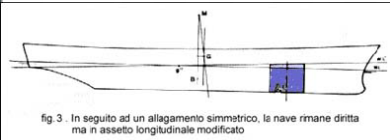


fig. 3. In seguito ad un allagamento simmetrico, la nave rimane dritta ma in assetto longitudinale modificato

Caratteristiche della falla

Allagamento Asimmetrico rispetto al piano longitudinale di simmetria della nave

In questo caso (Fig. 4) oltre a modificare il dislocamento e l'assetto longitudinale, la nave modificherà anche il proprio assetto trasversale, inclinandosi dal lato in cui si trova il locale allagato (Fig. 5).

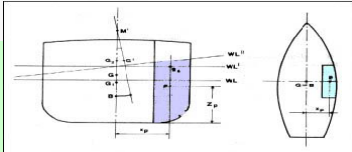


fig. 4 - Allagamento asimmetrico rispetto al piano di simmetria longitudinale

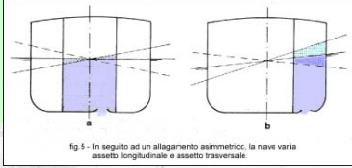


fig. 5 - In seguito ad un allagamento asimmetrico, la nave varia assetto longitudinale e assetto trasversale.

Problematiche connesse con la stabilità

Senza addentrarci, per ora, nei complessi algoritmi messi a punto per studiare i singoli casi, notiamo che una falla, esaminata dal punto di vista della stabilità, comporta, nel caso più generale, tre conseguenze principali:



I) **Aumento (Riduzione) del dislocamento** fatto, questo, di per sé non negativo, a condizione che l'aumento del dislocamento non superi la riserva di spinta, nel qual caso la nave è destinata ad affondare;

II) **Riduzione (Aumento) del raggio metacentrico trasversale di carena "r"**, dovuta alla presenza dello specchio liquido libero, non necessariamente compensata dall'aumento del raggio metacentrico definito dall'imbarco di peso in basso. Questo fatto è di per sé sempre negativo, dal momento che riduce la capacità della nave di opporsi alle cause sbandanti;

III) **Variazione dell'assetto, sia trasversale che longitudinale**. In particolare, mentre come sappiamo, l'assetto longitudinale varia entro limiti piuttosto modesti, salvo il caso di imbarco di grandi quantità di acqua nelle zone di estremità, l'assetto trasversale può essere compromesso al punto da non consentire di riportare la nave in posizione diritta e da provocarne l'ingavonamento, se non addirittura il capovolgimento per la concomitante riduzione del raggio metacentrico.

Fonte: <http://www.ritchie-and-bisset.com/services.htm>

Provvedimenti

Contro il grave pericolo della falla, vi sono tre ordini di provvedimenti a difesa:

Difesa preventiva

E' questa la difesa migliore e viene attuata mediante una attenta e prudente condotta della navigazione ed un adeguato addestramento del personale imbarcato.

Difesa passiva

Viene attuata durante le fasi di progettazione e costruzione della nave, secondo i dettami della normativa internazionale per la salvaguardia della vita umana in mare e consiste principalmente nel dotare la nave di una adeguata compartimentazione stagna;

Difesa attiva

Viene attuata mediante la installazione di appropriati mezzi di esaurimento e di bilanciamento.



Fonte: <http://www.cargobay.com/2007/09/20/08-25/08-25.html>

Determinazione del raggio metacentrico

Nel caso di **falla centrale**, definiti con "I" ed "L" lunghezza e larghezza della falla, si ha che, se il raggio metacentrico iniziale valeva:

$$(r-a) = Ix/V$$

quello finale risulterà:

$$r' = (Ix - ix)/V'$$

è infatti variata l'immersione, quindi il volume di carena, che diventa V' ; ix esprime il valore del momento di inerzia della parte interessata dalla falla. In caso di falla di forma rettangolare risulta pari a:

$$ix = (I^3 L)/12$$

e, pertanto:

$$r' = r - ix/V'$$

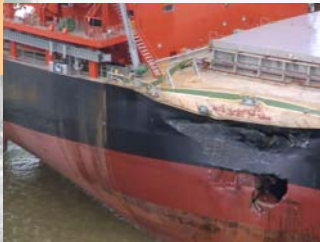


Fonte: <http://imgsrc.v.koba.com/image/Dotfile/Graphic/2007/11/1734861.jpg>

Determinazione del raggio metacentrico

Nel caso di **falla laterale**, si può procedere in modo analogo. Va soltanto considerato l'incremento del momento di inerzia, essendo cambiata la simmetria, valutabile con il Teorema di Huygens-Steiner. In particolare, risulta (d esprime la distanza tra PLS e piano di simmetria della falla):

$$ix = (I^3 L)/12 + d^2 S$$



Fonte: <https://www.oerisystem.com/sostru/425/PS/SC00472-13824.JPG>

Elementi della falla

Gli elementi di una falla sono due:

- 1) Posizione
- 2) Portata

La Portata resta definita a partire dalla seguente relazione :

$$P [m^3/s] = k S (2 g h)^{1/2}$$

dove:

k = coefficiente di riduzione della falla (~0,66);

S = superficie della falla (m^2);

G = accelerazione di gravità ($9,80665m/s^2$);

h = distanza, in metri, dal centro della falla al piano di galleggiamento.

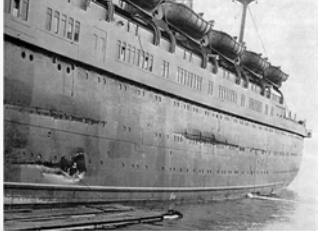


Fonte: http://www.cargolew.com/2007/rip/mare_salmarine.html

Fattore di Compartimentazione

La **Massima Lunghezza Allagabile** (Lal), esprime la massima parte di lunghezza dello scafo che può essere allagata senza che la nave si immerga oltre la Linea Limite, cioè la linea posta a 76mm sotto il ponte stagno (ponte di bordo libero). Questa scelta tiene conto della riduzione di stabilità dovuta ai carichi liquidi.

Appare chiaro che, se i compartimenti avessero una lunghezza pari alla Lal, basterebbe l'allagamento di un unico comparto per raggiungere il Galleggiamento Limite. Ed esso sarebbe facilmente superato se la falla dovesse verificarsi a cavallo di due paratie.



E' pertanto possibile definire la **Lunghezza Ammissibile** (Lam), a partire dalla relazione:

$$Lam = Lal F$$

dove F, prende il nome di **Fattore di Compartimentazione**.

Fonte: <http://www.n2ahipmarine.com/images/uploads/AviatorCollision900.jpg>

Fattore di Compartimentazione

$$Lam = Lal F < 1$$

Il fattore di compartimentazione è un numero inferiore all'unità (<1) che è funzione del tipo di nave, del servizio cui è destinata e, ovviamente della sua lunghezza.

In sostanza è finalizzato a definire il numero dei compartimenti stagni che deve avere una nave.

Per esempio, se

$$F = 0,33 \rightarrow Lam = 0,33 Lal = Lal/3$$

Il che significa che la nave rimarrà a galla, fino alla linea limite e quindi con un bordo libero esiguo, ma esistente, anche con tre compartimenti allagati.



Fonte: http://www.msb.it.gov.uk/cms_resources/image-of-collision-damage.jpg

Riparazione della falla

Dall'esercizio di calcolo della portata di una falla (...10800m³/h!), è possibile comprendere la gravità di questo tipo di emergenza.

I mezzi di esaurimento anche per falle di dimensioni, tutto sommato, modeste, non saranno mai sufficienti; potranno pertanto essere utilizzati solo per falle piccolissime, ovvero solo dopo che la falla è stata in qualche modo ridotta.

Il più delle volte sarà pertanto necessario recarsi in bacino di carenaggio. Possibili soluzioni tampone potranno essere individuate nelle saldature subacquee.

Superata la fase critica, dei primi istanti, occorre procedere ad una opportuna riparazione, la quale, è finalizzata a ridurre la portata della falla ad un valore compatibile con quella dei mezzi di esaurimento. Solo una successiva riparazione in cantiere, oppure attraverso saldature subacquee, si potrà archiviare definitivamente il problema.



Fonte: http://www.catriv.de/tanker_collision.JPG

Riparazione della falla

L'operazione di riparazione della falla in via provvisoria, a bordo, può essere effettuata utilizzando una delle seguenti tecniche:

1. **Tampone** - La tecnica del tampone prevede l'applicazione di una pezza all'esterno dello scafo e di una contropieza all'interno, la quale viene successivamente calafatata con della pece. Questa tecnica si utilizza quando la falla non si trova troppo al di sotto della linea di galleggiamento, in condizioni di mare accettabili ed in prossimità del porto di destinazione.
2. **Cunei di legno** - In caso di piccole falle, l'introduzione di cunei di legno può rappresentare la soluzione migliore per ridurre la portata della falla.
3. **Casse di cemento** - Le casse di cemento si ottengono con l'uso di cemento a presa rapida cui viene aggiunta della soda la quale, a contatto con l'acqua, solidifica istantaneamente.
4. **Paglietto turafalle** - Il paglietto turafalle è essenzialmente composto da una tela cerata imbastita su una rete metallica fitta che viene fissata a paratia.

In tutti questi casi, l'effetto è quello di ridurre la portata.

SOLAS Cap. II Regola 2 Definizioni

- 1) **Galleggiamento di compartimentazione** è il galleggiamento in base al quale viene determinata la compartimentazione della nave;
- 2) **Massimo galleggiamento di compartimentazione** è quello corrispondente alla massima immersione, secondo le regole applicabili;
- 3) **Lunghezza della nave** è quella misurata tra le perpendicolari condotte alle estremità del massimo galleggiamento di compartimentazione;
- 4) **Larghezza della nave** è la massima larghezza fuori ossatura al massimo galleggiamento di compartimentazione o al disotto di esso;
- 5) **Immersione** è la distanza verticale, al mezzo della nave, dalla linea di costruzione al galleggiamento di compartimentazione considerato;
- 6) **Ponte delle paratie** è il più alto ponte al quale giungono le paratie stagne trasversali.
- 7) **Linea limite** è una linea tracciata almeno 76 millimetri (o 3 pollici) al di sotto della faccia superiore del ponte delle paratie a murata.

SOLAS Cap. II Regola 2 Definizioni

>segue

- 8) **Permeabilità di uno spazio** è la percentuale del volume di tale spazio che può essere occupata dall'acqua. Il volume di uno spazio che si estende oltre la linea limite dev'essere misurato solamente fino all'altezza di tale linea. Lo spazio dell'apparato motore si estende nel senso verticale dalla linea di costruzione alla linea limite e nel senso longitudinale fra le due paratie stagne trasversali principali estreme che limitano gli spazi occupati dai macchinari di propulsione principali e ausiliari, le caldaie, se vi sono, e tutti i depositi permanenti di carbone. Nel caso di sistemazioni fuori dell'usuale, i limiti dello spazio dell'apparato motore possono essere stabiliti dall'Amministrazione.
- 9) **Spazi dei passeggeri** sono quelli destinati ad alloggio o ad altro uso dei passeggeri, esclusi locali per bagagli, per magazzini, per provviste e per la posta. Per l'applicazione delle Regole 4 e 5 gli spazi situati al di sotto della linea limite, destinati ad alloggio o ad altro uso dell'equipaggio, devono essere considerati come spazi dei passeggeri.
- 10) In tutti i casi i **volumi** devono essere calcolati fuori ossatura.

SOLAS Cap. II Regola 3 Lal

- 1) La lunghezza allagabile in ciascun punto della lunghezza della nave deve essere determinata con un metodo di calcolo che tenga in considerazione la forma, l'immersione e le altre caratteristiche della nave.
- 2) In una nave col ponte delle paratie continuo, per lunghezza allagabile in un determinato punto si intende la massima parte di lunghezza della nave avente il suo centro nel punto considerato e che può essere allagata nelle ipotesi indicate dalla Regola 4 senza che la nave si immerga oltre la linea limite.
- 3) In una nave col ponte delle paratie discontinuo, la lunghezza allagabile in un qualsiasi punto può essere determinata considerando una linea limite continua che non sia in nessun punto a meno di 76 millimetri (o 3 pollici) al di sotto della faccia superiore del ponte a murata, fino al quale le paratie corrispondenti ed i fianchi della nave sono mantenuti stagni.
- 4) Quando una parte della linea limite considerata è sensibilmente al di sotto del ponte a cui arrivano le paratie, l'Amministrazione può autorizzare qualche tolleranza alla tenuta stagna di quelle parti delle paratie che si trovano al di sopra della linea limite e immediatamente al di sotto del ponte superiore.

SOLAS Cap. II Regola 5 Lam

- 1) Le navi devono essere compartimentate il più efficacemente possibile, compatibilmente con la natura del servizio al quale esse sono destinate. Il grado di compartimentazione deve variare con il variare della lunghezza della nave e del servizio cui la nave è destinata, in modo che il più alto grado di compartimentazione corrisponda alle navi di maggiore lunghezza adibite in modo preminente al trasporto dei passeggeri.
- 2) Fattore di compartimentazione. - La lunghezza massima ammissibile di un compartimento che ha il suo centro in qualsiasi punto della lunghezza dello scafo è ottenuta moltiplicando la massima lunghezza allagabile per un appropriato coefficiente chiamato fattore di compartimentazione.
Il fattore di compartimentazione dipende dalla lunghezza della nave, e, per una data lunghezza, varia a seconda della natura del servizio cui la nave è destinata. Esso decresce in modo continuo e regolare:
 - coll'aumentare della lunghezza della nave, e
 - a un valore A, applicabile alle navi adibite in modo preminente al trasporto delle merci, ad un valore B, applicabile alle navi adibite in modo preminente al trasporto dei passeggeri.Le variazioni dei valori A e B sono espresse dalle seguenti formule (I) e (II), nelle quali L è la lunghezza della nave, come è definita dalla Regola 2....

SOLAS Cap. II Regola 10 Doppi Fondi

- 1) Il doppio fondo deve estendersi dalla paratia del gavone di prora alla paratia del gavone di poppa per quanto ciò sia possibile e compatibile con le caratteristiche costruttive ed il normale esercizio della nave.
- 2) Nelle navi di lunghezza di almeno 50 metri (165 piedi) ed inferiore a 61 metri (200 piedi) deve essere sistemato un doppio fondo che si estenda almeno dalla paratia prodiera dello spazio destinato all'apparato motore sino al gavone di prora, o quanto più vicino possibile.
- 3) Nelle navi di lunghezza di almeno 61 metri (200 piedi) ed inferiore a metri 76 (249 piedi), deve essere sistemato un doppio fondo almeno fuori dei locali dell'apparato motore e che deve estendersi alle paratie del gavone di prora o di poppa, o quanto più vicino possibile;
- 4) Nelle navi di lunghezza eguale o superiore a 76 metri (249 piedi), deve essere sistemato un doppio fondo al mezzo e che si estende fino alle paratie dei gavoni di prora e di poppa, o quanto più vicino possibile.

Omissis

Le più recenti novità in merito a questa normativa



Riferimenti

- ❑ Ciampa "I servizi ausiliari di bordo" Vol. I Ed. Liguori, Napoli
- ❑ Ciampa "I servizi ausiliari di bordo" Vol. II Ed. Liguori, Napoli
- ❑ Istituto Idrografico della Marina "Manuale dell'Ufficiale di Rotta"
- ❑ Mannella "Elementi di tecnica navale" Ed. Mursia
- ❑ Mannella "Normative di sicurezza marittima" Ed. Mursia
- ❑ Petronzi, Vecchia, Formisano "Teoria e tecnica delle navi" Ed. Vingiani, Napoli
- ❑ <http://www.imo.org>
- ❑ <http://www.leganavale.it>
- ❑ <http://www.cargolaw.com>



❑ NOTA INFORMATIVA

Il contenuto della presentazione comprensivo di tutti i dati, informazioni, comunicazioni, software, foto, grafici, disegni e in generale qualsiasi materiale e servizio ivi presente, ove non diversamente indicato sono di proprietà dei rispettivi autori. Il materiale è stato tratto dalla consultazione di siti web con finalità esclusivamente didattiche o di ricerca scientifica, indicando la fonte, in osservanza a quanto stabilito dalla Legge n° 633/41 e dal D.Lvo n° 169/1999.

❑ ESCLUSIONE DI RESPONSABILITÀ

Il presente materiale serve per consentire al pubblico un più ampio accesso all'informazione. L'obiettivo perseguito è quello di fornire un'informazione aggiornata e precisa. Qualora dovessero essere segnalati degli errori, si provvederà a correggerli. Non si assume alcuna responsabilità per quanto riguarda il materiale contenuto. Tale materiale è costituito da informazioni di carattere esclusivamente generale che non riguardano fatti specifici relativi ad una persona o un organismo determinati. Non è sempre necessariamente esauriente, completo, preciso o aggiornato. E' talvolta collegato con siti esterni sui quali non si dispone di alcun controllo e per i quali non assume alcuna responsabilità. Non costituisce un parere di tipo professionale o legale. Va ricordato che non si può garantire che un documento disponibile in linea riproduca esattamente un testo adottato ufficialmente. Parte dei dati o delle informazioni presenti nel sito sono stati inseriti o strutturati in archivi o formati che possono non essere esenti da errori. Non si può pertanto garantire che il servizio non sia influenzato da tali problemi. La presente clausola di esclusione della responsabilità non ha lo scopo di limitare le responsabilità in violazione di disposizioni della legge nazionale applicabile, né di escluderla nei casi in cui non può essere esclusa in forza di detta legge.

