

LA STABILITÀ IN CORSA DELLE CARENE PLANANTI IN ACQUA CALMA

INTRODUZIONE

- La stabilità della nave in dislocamento **non è considerata funzione della velocità**
- L'azione delle forze idrodinamiche sul fondo della carena nelle unità a sustentamento idrodinamico influisce sulla stabilità nave, talvolta riducendola
- Si rende quindi importante integrare lo studio della stabilità statica della nave con lo studio del comportamento in corsa e l'introduzione del concetto di **stabilità dinamica**

INTRODUZIONE

- La possibile riduzione della stabilità in corsa può originare fenomeni di instabilità dinamica nei moti di rollio, beccheggio, imbardata e nelle loro combinazione dovute agli effetti dell'accoppiamento
- Tali fenomeni possono manifestarsi repentinamente e senza preavviso con comportamenti incontrollabili della carena, e pertanto sono molto pericolosi e possono in estrema conseguenza portare al capovolgimento
- Ad oggi la conoscenza dell'idrodinamica e della fisica che regolano la stabilità dinamica e le possibili instabilità è limitata

EFFETTI DELLA VELOCITÀ E DELLA FORMA DEL FONDO SULLE PRESSIONI DINAMICHE

- In condizioni statiche il peso nave è sostenuto solo dalla pressione idrostatica agente sul fondo, che è funzione lineare del battente idrostatico. Pertanto si può porre:

$$P_{TOT} = P_{STAT} = \rho \cdot g \cdot h$$

- Il campo di pressioni agenti sul fondo di un'unità planante in corsa può essere considerato come la somma algebrica della pressione statica, ovvero quella misurata a nave ferma e di un termine correttivo di pressione dinamica:

$$P_{TOT} = P_{STAT} + P_{DIN}$$

EFFETTI DELLA VELOCITÀ E DELLA FORMA DEL FONDO SULLE PRESSIONI DINAMICHE

- Il termine dinamico è funzione del quadrato della velocità, può essere positivo o negativo, e assume il suo massimo positivo sulla linea di ristagno dove:

$$p_{DIN} = \rho/2 V^2$$

- La componente verticale positiva delle pressioni dinamiche è il **Lift**, ovvero il **sostentamento dinamico**, che risulta funzione crescente dell'angolo d'assetto.

FENOMENI DI INSTABILITÀ DINAMICA

- L'instabilità dinamica dipende dalla velocità e può avvenire quando le forze idrodinamiche sono rilevanti.
- I fenomeni possono essere di tipo **oscillatorio** o **non-oscillatorio**.
- I fenomeni di instabilità di tipo oscillatorio si presentano come oscillazioni di rollio e o beccheggio, e avvengono di solito a velocità elevate. Aumentano gradualmente con la velocità e pertanto è possibile da parte dell'equipaggio agire per cercare di ridurli.
- I fenomeni di tipo non oscillatorio sono tipici di imbarcazioni a dislocamento pesante, avvengono repentinamente con moti di beccheggio rollio e imbarcata, anche combinati e spesso portano in una nuova condizione di stabilità non desiderata. Sono pertanto da ritenersi molto pericolosi.

CHINE-WALKING

- Si tratta di instabilità nel moto di rollio di tipo oscillatorio. A causa della distribuzione trasversale delle pressioni sul fondo in determinate condizioni di velocità viene meno l'originale rigidità trasversale al rollio, e a seguito di una causa perturbatrice quale un'onda o uno spostamento interno di peso la carena si inclina immergendo parti di spigolo o paraspruzzi che inizialmente erano al di sopra del galleggiamento
- In queste zone si instaura così una spinta idrodinamica che agisce con grande braccio e insorge un momento sbandante contrario che inclina violentemente la carena dal lato opposto, dove il fenomeno ricomincia e ha luogo un'oscillazione armonica che si amplifica. In tale situazione è necessario ridurre drasticamente la velocità per potere ridurre le oscillazioni

BROACHING

- Sono poi possibili instabilità di **imbardata-rollio** sia di tipo non oscillatorio, come nel caso del **Broaching**, sia di tipo oscillatorio
- Il primo è estremamente pericoloso, e si verifica con mare di poppa o a causa di cattiva condotta del timoniere
- I fenomeni oscillatori si verificano con mare al traverso- giardinetto e risulta un'instabilità direzionale
- In entrambi questi casi il ruolo delle distribuzioni delle pressioni sul fondo comunque molto marginale

BOW DROP E BOW DIVE

- Altre instabilità di tipo non oscillatorio legate al moto di beccheggio sono note come **Bow drop** e **Bow dive**
- Nel primo caso al seguito di una causa interna che riduca o renda negativo l'angolo d'assetto la nuova distribuzione delle pressioni sul fondo può verificare una drastica riduzione del sostentamento nella zona di prua e amplificare la sovraimmersione della prua
- Il **Bow dive** consiste nell'immersione della prua nell'onda in condizioni di alta velocità e mare formato di prua ed è estremamente pericoloso perché per l'imbarco d'acqua sul ponte la stabilità trasversale può risultare critica

PORPOISING O DELFINAMENTO

- Più frequente risulta l'instabilità oscillatoria di beccheggio - sussulto, nota come **Porpoising** o **Delfinamento**. Tale fenomeno avviene in acqua calma ed è causato dallo spostamento di centro di pressione LCP.
- Quando per una causa perturbatrice LCP si sposta a poppavia del centro di gravità LCG nasce un momento appruante che sovraimmerge la prua e sposta LCP a proavia di LCG dando origine a un momento contrario e al moto oscillatorio.
- Il Porpoising dipende dalla velocità, dalle forme di carena e dall'assetto, per cui di conseguenza dal tipo di propulsore e dalla disposizione longitudinale delle masse

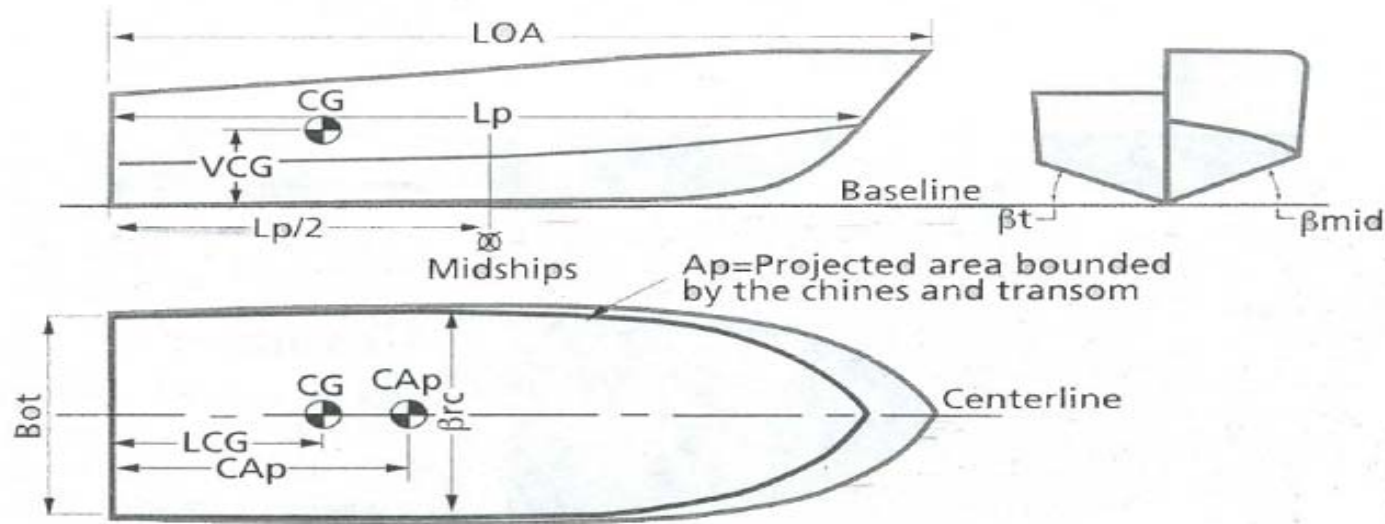
CARATTERISTICHE DI PROGETTO E PARAMETRI DI FORMA CHE GOVERNANO L'INSTABILITÀ DINAMICA

- La tendenza al verificarsi dei fenomeni di instabilità cresce con la velocità, e questo perché sono legati alle pressioni idrodinamiche che sono proporzionali al quadrato della velocità.
- Per contrastare le possibili riduzioni di stabilità trasversale è necessario che l'altezza metacentrica iniziale GM_0 sia sufficientemente alta.
- Per ottenere questo risultato è necessario che il centro di gravità sia tenuto opportunamente basso.
- Fondamentale risulta prevedere un corretto angolo d'assetto.
- Se quest'ultimo risulta troppo ridotto o negativo è probabile l'instaurarsi di fenomeni di instabilità trasversale, mentre un assetto in corsa troppo elevato può condurre al Porpoising.

CARATTERISTICHE DI PROGETTO E PARAMETRI DI FORMA CHE GOVERNANO L'INSTABILITÀ DINAMICA

- Il fattore di carico $A_p/V^{2/3}$, dove A_p indica l'area proiettata tra gli spigoli, ha influenza in quanto ad un valore ridotto, cui corrisponde un dislocamento pesante, si associano forme di prua fortemente convesse e pertanto si favoriscono i fenomeni di instabilità. Andrebbero pertanto evitati valori di $A_p/V^{2/3} < 6$.
- Per il Blount LCG dovrebbe essere situato almeno il 3% della lunghezza proiettata dello spigolo L_p a poppavia del centro dell'area proiettata A_p racchiusa tra gli spigoli, e questo per evitare fenomeni di instabilità trasversale non oscillatori.
- ATTENZIONE V E' IL VOLUME DI CARENA NON LA VELOCITA'

STABILITA' TRASVERSALE SECONDO BLOUNT E CODEGA(1992)



FATTORE DI CARICO: $A_p/\nabla^{2/3}$

$A_p/\nabla^{2/3}$ piccolo \Rightarrow dislocamento pesante e forme di prua a forte convessità \Rightarrow vengono favoriti i fenomeni di instabilità

- ① $A_p/\nabla^{2/3} \geq 5,8 \Rightarrow A_p$ molto maggiore di ∇
 - ② $(CA_p - LCG)/L_p \geq 0,03$
- \Rightarrow l'imbarcazione risulterà stabile trasversalmente

VERIFICA AL DELFINAMENTO

- Il delfinamento è un fenomeno molto fastidioso che può interessare una imbarcazione planante. Esso si manifesta con mare calmo e, una volta innescato, si riduce solo modificando la velocità della barca (o la posizione del baricentro).
- L'indagine sulla verifica al delfinamento per l'imbarcazione in progetto si può effettuare avvalendosi di alcuni diagrammi ricavati per la serie sistematica di carene 62 e altri realizzati sulla teoria sviluppata da Milton Martin.
- I dati necessari per l'utilizzo dei grafici sono:

dove:

- W è il peso dell'imbarcazione in Newton
- ρ è la densità dell'acqua di mare, 1025 kg/m³
- BC è la larghezza tra gli spigoli, (es. 3.652 m)
- V è la velocità in m/s
- Vale inoltre la relazione

$$C_{L\beta} = \frac{W}{\frac{1}{2} \rho B_C^2 V^2}$$

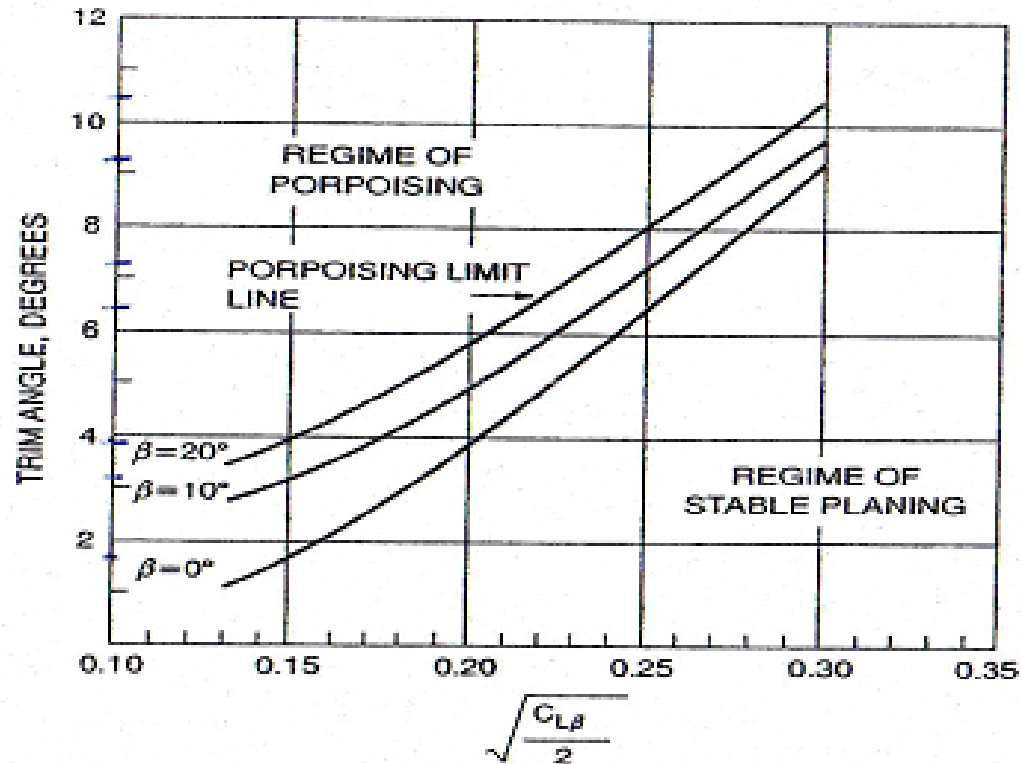
$$C_{\Delta} = \frac{W}{\rho g B_C^3}$$

$$C_V = \frac{V}{\sqrt{g B_C}}$$

$$C_{L\beta} = \frac{2 \cdot C_{\Delta}}{C_V^2}$$

INSTABILITA' DINAMICA LONGITUDINALE

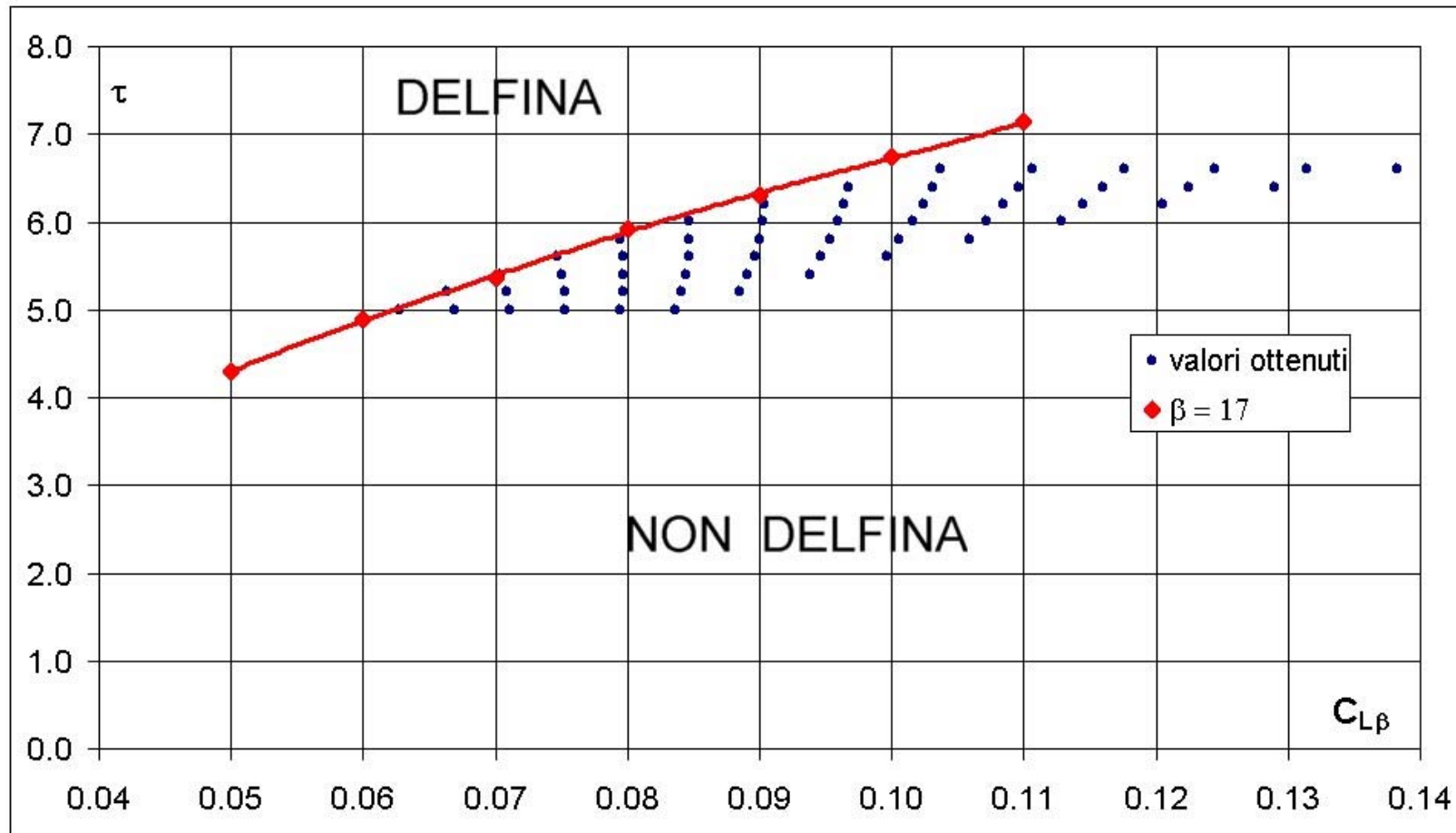
Secondo Savitsky: $\tau = f(C_{L\beta}/2)^{0,5}$



VERIFICA AL DELFINAMENTO

- i grafici a disposizione per la serie 62 valgono per $\beta = 10^\circ$ e $\beta = 20^\circ$
- per farne uso si è pensato di ricostruire la curva di demarcazione tra le zone in cui si verifica o meno il delfinamento, supponendo di poter linearizzare il fenomeno
- si è ricavata così la curva relativa a $\beta = 17^\circ$ per interpolazione lineare.
- risultato prodotto è il grafico che segue.

Grafico 1 – verifica al delfinamento, Serie 62



INSTABILITA' DINAMICA LONGITUDINALE

Secondo Milton Martin: $\tau = f(C_V)$ al variare di

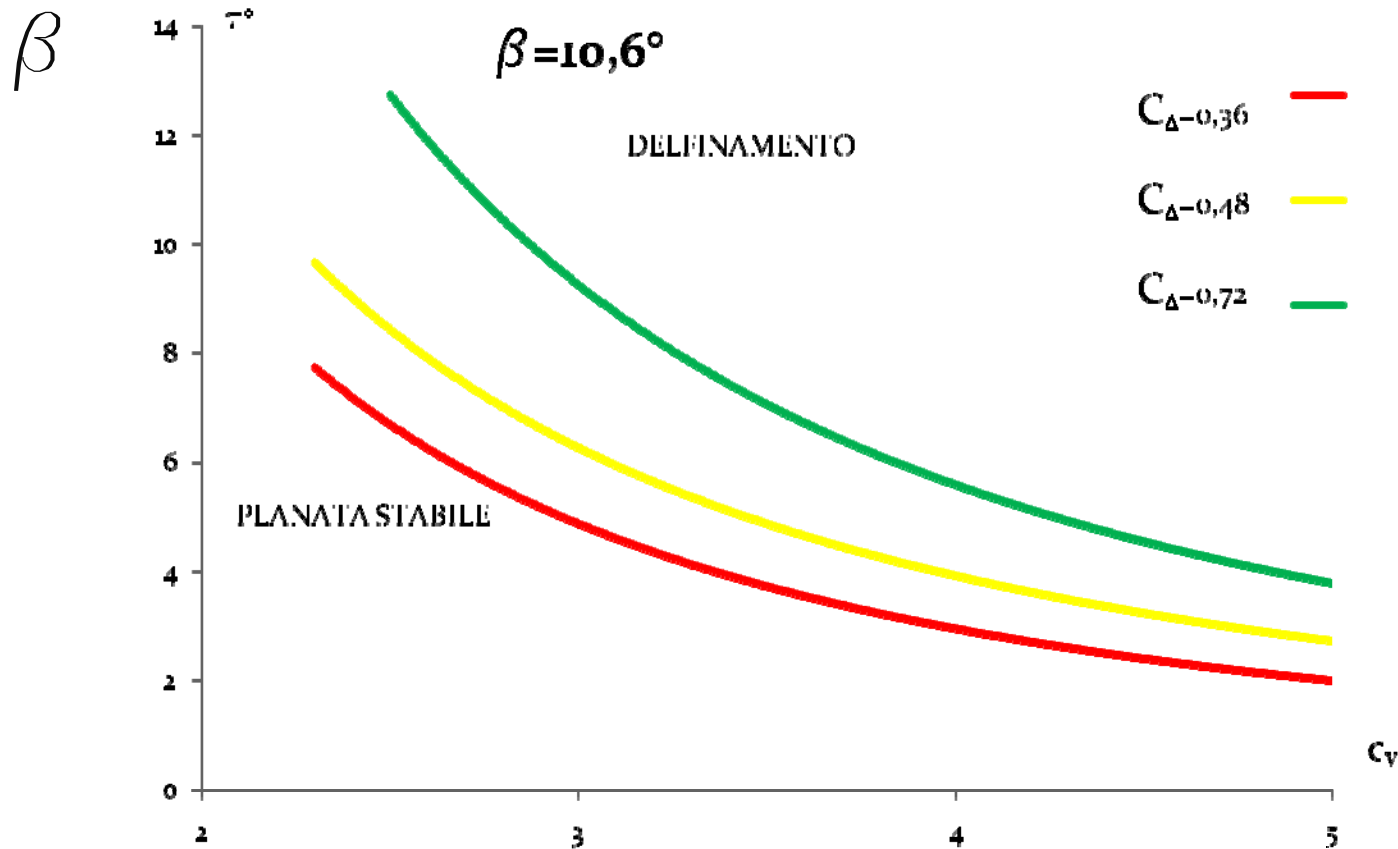


Grafico di $\tau=f(\beta)$ al variare di C_L

