

2. Moto di una nave in acque limitate. Lo scopo è quello di studiare, nei limiti del modello a disposizione, l'influenza dell'interferenza fra la carena ed altre superfici (ad es. fondale, banchine o un'altra carena).

3.2.1. Sviluppo di un modello matematico per lo studio del flusso tridimensionale attorno a navi in presenza di effetti di superficie libera, tramite solutori non viscosi non rotazionali.

Il risultato sarà un codice di calcolo relativo al modello sviluppato che verrà applicato all'analisi dei due seguenti problemi:

1. Resistenza d'onda non stazionaria non lineare in domini illimitati.
2. Interazione carena in movimento-superficie libera.

3.3.1. Sviluppo di un modello matematico per lo studio del flusso tridimensionale attorno a navi in manovra tenendo conto degli effetti di superficie libera, tramite solutori non viscosi rotazionali.

Il risultato sarà un codice di calcolo relativo al modello sviluppato che verrà applicato all'analisi della carena in moto di avanzamento in deriva e validato mediante confronto con dati sperimentali di modelli in scala.

6.3. Collaborazioni

Gli Enti che hanno manifestato il desiderio di collaborare all'Area di Ricerca 3, sono: Università di Roma "La Sapienza", Università di Trieste e Istituto Universitario Navale di Napoli.

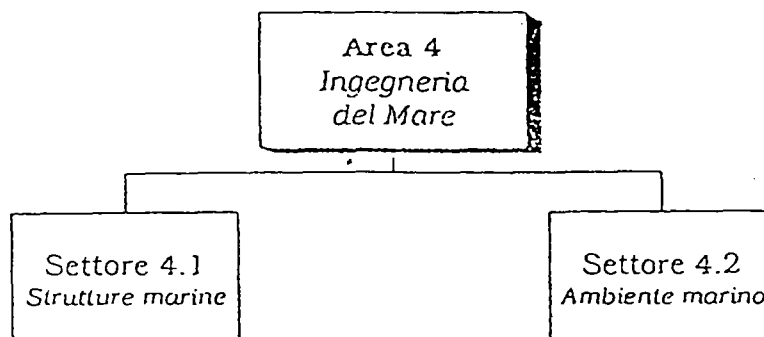
7. Area 4: Ingegneria del Mare

Figura 6. Divisione in temi dell'Area 4: Ingegneria del Mare

In questa Area si vogliono affrontare mediante modelli matematici problemi riguardanti l'ambiente marino e relativi alla interazione tra strutture artificiali e l'ambiente circostante, sia prossimo che remoto. Più precisamente nella prima classe di problemi cadono quelli che più specificamente riguardano l'azione che le onde hanno su opere costruite, quali piattaforme, strutture portuali, dighe, mentre nella seconda classe cadono quei problemi relativi agli effetti che dette strutture provocano sull'evolversi delle correnti marine influenzando quindi il trasporto di inquinanti ed in generale tutto l'ecosistema in cui le strutture sono inserite.

7.1. Strutture Marine

Negli ultimi decenni si è assistito ad una costante crescita dello sfruttamento delle risorse minerarie e petrolifere dei fondali oceanici; a questo scopo sono state realizzate ovunque nel mondo delle piattaforme marine destinate ad ospitare uomini e mezzi per lo svolgimento di tale attività. Pur se le geometrie e i fondamenti progettuali variano notevolmente a seconda di fattori contingenti, tutte le strutture marine sono in linea di principio chiamate ad operare in condizioni ambientali che possono risultare particolarmente ostili. Nel caso delle piattaforme marine l'analisi idrodinamica è principalmente rivolta allo studio dell'interazione delle onde con la struttura stessa, allo scopo di verificare sia la resistenza strutturale sia la stabilità della posizione; ambedue gli obiettivi richiedono pertanto il calcolo delle forze generate da un campo ondoso che interagisce con una struttura fissa. Tali esigenze indicano la necessità di sviluppare modelli matematici e tecniche numeriche per la comprensione fisica del fenomeno in questione e la successiva valutazione, indispensabile nelle fasi preliminari del progetto, dei carichi indotti da un fronte ondoso su strutture

immerse completamente o parzialmente. Mentre in letteratura sono disponibili modelli matematici in grado di fornire risultati adeguati alle esigenze della progettazione di strutture geometricamente complesse, non esistono metodologie consolidate ed affidabili per il calcolo degli effetti nonlineari. Tuttavia, nel caso di navi o strutture galleggianti ormeggiate, soggette a sollecitazioni di bassa frequenza dovute al sistema ondoso, questi effetti nonlineari sono responsabili di risonanze che possono incidere negativamente sulla vivibilità a bordo e limitarne l'operatività. Il tema della presente ricerca è pertanto quello di definire un modello matematico idoneo alla descrizione della propagazione di onde di superficie libera ed alla loro interazione con strutture fisse, di semplice geometria, tenendo conto di effetti del secondo ordine. Dopo l'analisi del caso bidimensionale ed il confronto con i dati sperimentali disponibili in letteratura, si proseguirà con lo studio del problema tridimensionale.

7.2. Ambiente Marino

Scopo di questo tema è la conoscenza e l'approfondimento, mediante modelli matematici, di eventi che influenzano in modo significativo i più interessanti aspetti degli ambienti idrici, quali:

- dispersione di sostanze inquinanti;
- trasporto solido lungo la piattaforma continentale;
- interazione tra onde, correnti e linee di costa.

Il mare, oggi, non è più soltanto una via di comunicazione, come nei secoli passati, ma è una parte significativa dei vari territori nazionali, e una importante nuova sorgente di energia. Ma forse il punto più importante è che, ora, l'ambiente stesso è considerato come una ricchezza nazionale, da salvaguardare con cura. Per la comunità scientifica sta diventando pertanto sempre più urgente fornire alcune risposte a problemi di natura ecologica. Lo studio dei problemi classici dell'ecosistema marino (o, più in generale degli ecosistemi idrici), come ad esempio la salvaguardia della qualità delle acque, il trasporto di massa e sostanze inquinanti, la difesa delle coste, richiede la conoscenza del campo fluidodinamico, per la valutazione di tutti quei parametri (pressione, velocità, concentrazione di ossigeno o sostanze inquinanti) che possono interagire significativamente con i processi chimici e biologici che caratterizzano l'ecosistema. Una accurata analisi idrodinamica consente una maggiore comprensione di tutti i problemi connessi all'ingegneria del mare; ad esempio, le barriere frangiflutti (o escavazioni in alveo) creano alterazione del flusso, che può portare conseguenze non desiderabili per la qualità dell'acqua e per l'equilibrio del trasporto solido (litoraneo o fluviale). Barriere rigide o pneumatiche contro alghe, o altri effetti dell'eutrofizzazione, devono essere infatti correttamente studiate dal punto di vista idrodinamico.

Nuovi strumenti necessitano per una migliore comprensione della circolazione atmosferica, in particolare per gli effetti prettamente tridimensionali, quali la stratificazione nei flussi geofisici, e i processi di mescolamento in acque profonde. Una delle strutture fluidodinamiche da indagare maggiormente per comprendere i fenomeni tridimensionali è quella dei vortici ad anello. Infatti, una volta che un vortice ad anello si è formato, esso si comporta come un fronte, mantenendo la sua individualità, finché le instabilità insorgono e fanno sì che la struttura si dissolva nell'ambiente circostante.

Durante la sua esistenza, un vortice influisce sulle principali caratteristiche del flusso; detti vortici sono una caratteristica dominante nella circolazione e diffusione e possiedono considerevole importanza pratica in vari problemi di trasporto di massa nei pressi della piattaforma continentale. Pertanto, lo studio di strutture vorticosi in fluidodinamica geofisica e la loro interazione con il moto principale, può essere un importante obiettivo nell'ambito della modellazione di ecosistemi idrici, per le importanti proprietà nel trasporto di sostanze inquinanti. Lo sviluppo di modelli matematici descrittivi dei punti precedenti e la costruzione di algoritmi numerici efficienti per studi tridimensionali risulta di particolare rilevanza, al fine di ottenere una maggiore comprensione di fenomeni marini e per fornire al progettista una quantità sempre maggiore di informazioni.

Conseguentemente, la proposta dell'INSEAN per ricerche in idrodinamica ambientale tratterà i seguenti punti:

- generazione di vortici baroclinici in fluidi rotanti stratificati;
- evoluzione di processi di diffusione termica e salina;
- rottura di onde su alti fondali;
- trasporto di sabbia e dinamica delle coste.

Pertanto gli obiettivi relativi all'Area 4 sono:

- 4.1.1. Sviluppo di un modello matematico per lo studio di flussi non stazionari con superficie libera.

Il risultato sarà un codice di calcolo relativo al modello sviluppato che verrà applicato all'analisi dei due seguenti problemi:

1. Propagazione ondosa bidimensionale in presenza di corpi con e senza effetti di fondale.
2. Propagazione ondosa in domini illimitati tridimensionali in assenza di corpo.
3. Propagazione ondosa in domini tridimensionali in presenza di corpi ancorati di forma semplice.

4.2.1. Sviluppo di un modello tridimensionale per il calcolo di flussi baroclinici nell'approssimazione di Boussinesq.

Il risultato sarà un codice di calcolo relativo al modello sviluppato.

4.2.2. Modelli bidimensionali per il calcolo di trasporto solido.

Il risultato sarà un codice di calcolo relativo al modello sviluppato.

7.3. Collaborazioni

Gli Enti che hanno manifestato il desiderio di collaborare all'Arca di Ricerca 3, sono: Università di Roma "La Sapienza", Università di Trieste e CETENA.

8. Area 5: Previsioni Prestazioni

Le tradizionali tecniche sperimentali e di analisi dei risultati modello raccomandate in sede I.T.T.C. producono previsioni delle prestazioni idrodinamiche al vero di adeguata affidabilità solo per navi e propulsori convenzionali mentre, per forme di carena non convenzionali e/o tipi di propulsori speciali, forniscono risultati alquanto approssimati. Inoltre le prove modello necessarie per navi e propulsori non convenzionali generalmente sono numerose e richiedono tempi lunghi e costi elevati; si cita il caso della propulsione a idrogetto per la quale si richiedono, per ogni velocità modello di prova, anche rilievi di pressione e di distribuzione di velocità a monte della presa dinamica e nella sezione contratta del getto. In tale ambito, gli sforzi profusi nel tentativo di risolvere efficacemente anche il problema della determinazione degli *effetti scala* sono ancora lontani dall'obiettivo perseguito.

Sulla scorta dei promettenti risultati finora conseguiti nell'ambito del PROGRAMMA RICERCHE INSEAN 1988-90, si ritiene opportuno approfondire un approccio alternativo di sperimentazione e di analisi, per carene e sistemi propulsivi di tipo non convenzionale, basati sul sistema reale carena-scia-propulsore, nelle effettive condizioni di funzionamento.

In particolare, l'obiettivo è la messa a punto di una metodologia di previsione delle prestazioni idrodinamiche delle navi di portata e validità la più generale possibile, basata sui risultati delle prove modello, e idonea sia a valutare gli *effetti scala* che a realizzare economie di tempi e costi nelle prove su modello.

Al fine di acquisire i dati necessari per sviluppare l'approccio proposto per una casistica di configurazioni carena-propulsore non convenzionali si prevede, entro i limiti delle risorse e collaborazioni che si renderanno disponibili, di:

utilizzare al massimo i dati, purché compatibili, di prove modello INSEAN già esistenti;

integrare *ad hoc* le prove sui tre modelli di carene SES, SWATH e catamarano che è previsto di realizzare e sperimentare nell'ambito dell'attività di ricerca dell'Area 7, intitolata *Metodologia di prova per scafi non convenzionali*, del presente PROGRAMMA RICERCHE INSEAN 1991-93; eseguire *ad hoc* prove su modelli di carene e propulsori già esistenti e disponibili presso l'INSEAN;

valutare la possibilità di continuare la collaborazione con la Divisione Costruzioni Militari della Fincantieri in modo da poter sviluppare ulteriormente l'indagine prevista nell'ambito del Progetto di Ricerca N° 2.1

del Progetto Strategico N° 2 del precedente PROGRAMMA RICERCHE INSEAN 1988-90.

Pertanto, l'obiettivo relativo all'Area 5 è:

- 5.1 "Approccio razionale" alternativo a quello tradizionale per la previsione delle prestazioni idrodinamiche di diversi tipi di configurazioni carena-propulsore

ed i risultati cui si prevede di pervenire sono:

- esecuzione di prove modello con metodologie sperimentali alternative globali, per diverse configurazioni di carene-propulsori;
- analisi e confronto dei risultati di previsione delle prestazioni idrodinamiche, per diverse configurazioni di carene-propulsori, effettuata secondo approcci tradizionali e alternativi globali.

8.1. Collaborazioni

Gli Enti che hanno manifestato il desiderio di collaborare all'Area di Ricerca 5, sono: CETENA, Fincantieri.

9. Area 6: Approccio Statistico-Regressivo nell'Idrodinamica Navale

L'impegno dell'INSEAN in quest'Area si è sviluppato nei Programmi di Ricerca 1984-85, 1986, 1988-90, focalizzando l'interesse sull'analisi dei dati storici sperimentali delle prove di rimorchio in acqua calma. Nell'ultimo Programma triennale tale approccio è stato esteso anche ai dati relativi a prove di autopropulsione ed allo studio degli effetti delle configurazioni del bulbo di prua e dell'assetto sulle prestazioni propulsive. I risultati dell'attività svolta, documentati da numerosi lavori presentati in ambito internazionale, hanno sinora consentito non solo l'individuazione di modelli regressivi specifici ma anche la possibilità di un loro impiego nell'ottimizzazione del progetto navale. La metodologia usata possiede la caratteristica di tenere conto globalmente delle interazioni solido-fluido e pertanto si ritiene idonea ad essere applicata alle diverse problematiche dell'idrodinamica navale.

L'Area 6 si propone di estendere l'applicazione della metodologia ai seguenti campi di indagine:

- affinamento delle procedure di trasferimento dei risultati dal modello in scala al vero;
- analisi dei dati degli archivi storici sperimentali e di prove al vero al fine di una migliore comprensione delle problematiche passaggio vasca-mare;
- estensione delle procedure di cui sopra allo studio di carene immerse.

Pertanto gli obiettivi relativi a questa Area sono:

- 6.1. Affinamento delle procedure di passaggio vasca-mare per prove di rimorchio e autopropulsione.
- 6.2. Valutazione teorica o sperimentale-teorica degli effetti scala con un approccio statistico-regressivo.
- 6.3. Affinamento delle previsioni delle prestazioni idrodinamiche in fase di progetto.

9.1. Collaborazioni

Gli Enti che hanno manifestato il desiderio di collaborare all'Area di Ricerca 6, sono: Fincantieri, CETENA, Marina Militare.

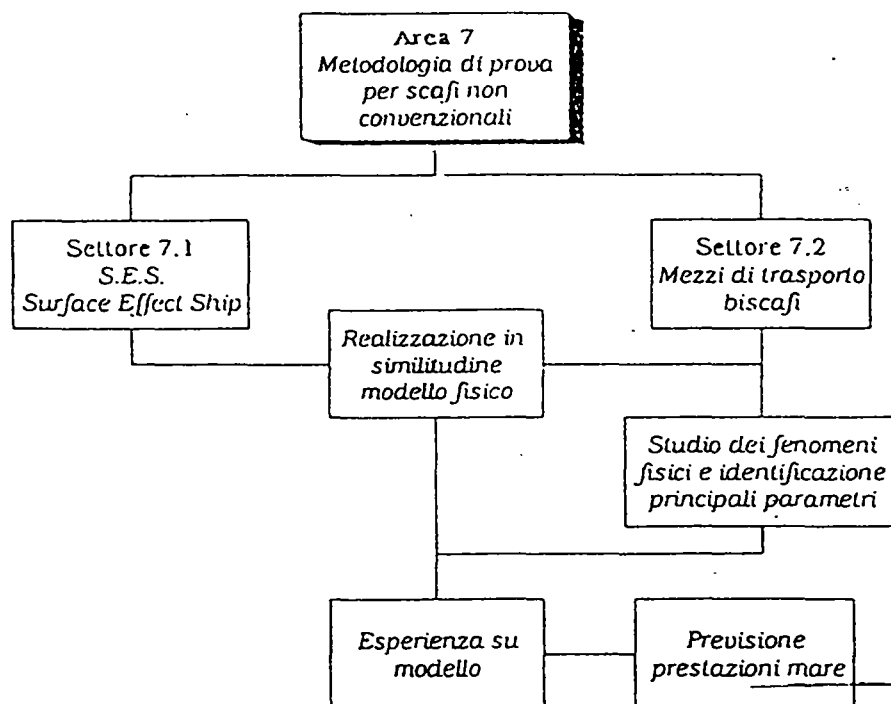
10. Area 7: Metodologia di Prova per Scafi non Convenzionali

Figura 7: Divisione in temi dell'Area 7: Metodologia di Prova per Scafi non Convenzionali.

L'evoluzione del trasporto marittimo negli ultimi anni ha portato alla ribalta mezzi navali veloci che, rispetto a quelli del passato anche recente, si differenziano sia per le dimensioni, che in alcuni casi oggi sono ragguardevoli, sia per le forme di carena, il più delle volte non usuali.

Infatti si sono affermati mezzi di trasporto veloce, sia monoscafo che biscafo, il cui sostentamento non è più affidato in tutto od in parte al dislocamento della carena immersa in acqua, bensì a fenomeni di portanza dinamica generata o con particolari forme della carena o con sistemi di generazione della stessa che possono essere sia attivi che passivi.

In alcuni dei paesi tradizionalmente più avanzati nelle costruzioni marittime il processo di sviluppo di questi nuovi mezzi ha raggiunto livelli tali per cui sono già state realizzate unità capostipiti che hanno costituito la base per il consolidamento di una buona parte delle conoscenze acquisite.

Ovviamente uno dei primi passi compiuti è stato quello di individuare le varie fenomenologie coinvolte quando mezzi di forme così inusuali si muovono ad alte velocità nella superficie di separazione di due fluidi quali l'aria e l'acqua.

Il secondo passo è stato quello di individuare le risorse necessarie per verificare sia con modelli matematici sia con modelli fisici i comportamenti dei diversi mezzi nelle diverse condizioni operative in cui possono venire a trovarsi per effetto delle condizioni meteo-marine.

Mentre in alcuni paesi europei, in Giappone e negli USA gli studi suddetti sono stati avviati già da diverso tempo, sia sul fronte della simulazione numerica dei fenomeni sia su quello della sperimentazione su modelli, in Italia solo il CETENA ha sviluppato una concreta attività nel campo della simulazione numerica mentre nel campo della sperimentazione sono state tentate sporadiche attività presso il LEIN e l'Università di Trieste. Solo di recente anche presso l'INSEAN è stata intrapresa un'attività di simulazione numerica, in tale settore.

La conformazione geografica della penisola unitamente alle numerose isole disseminate al largo delle coste impone collegamenti marittimi che, sulle tratte più frequentate, già da tempo vedono impiegati aliscafi e catamarani.

Se per la costruzione degli aliscafi l'Italia primeggia nel mondo grazie alla Rodriguez SpA, i catamarani provengono dall'estero, non essendoci alcun cantiere nazionale che ha provveduto a sviluppare una conveniente classe di unità. Inoltre, mentre non esiste alcun progetto significativo di SWATH, esistono proposte importanti per SES, sviluppate dalla Fincantieri Cantieri Navali Italiani SpA e di altro cantiere nazionale, i cui progetti e le cui validazioni sono stati in parte condotti presso Vasche Navali estere.

Tutto quanto fin qui detto pone in evidenza l'imperativo di sviluppare per questi mezzi una tecnologia nazionale e, per quanto concerne le attività proprie della vasca navale, autonome capacità sperimentali di mezzi non convenzionali. Tanto più che le infrastrutture esistenti presso l'INSEAN sono di dimensioni tali da non richiedere la necessità di nuovi impianti: le dimensioni di quelli esistenti all'INSEAN sono infatti tali da consentire la sperimentazione su modelli sufficientemente grandi, così da poter ridurre gli effetti scala.

In ultimo vale la pena sottolineare che gli studi attualmente in corso in tutto il mondo portano a risultati in continua evoluzione; a tutt'oggi nessuna metodologia sperimentale è stata definitivamente accettata in sede ITTC. Ciò significa che avviando oggi una attività di ricerca nel campo dei mezzi veloci non convenzionali, è ancora possibile colmare con modesti investimenti il gap scientifico e tecnologico esistente con i paesi più avanzati nel settore specifico.

Per tutto quanto sopra si propone una ricerca il cui obiettivo finale è quello di dotare l'INSEAN degli strumenti necessari affinché al termine della stessa sia possibile fornire alla committenza, per catamarani, SES e SWATH, prove in acqua calma e su onde, di rimorchio e di

autopropulsione (anche con propulsori a idrogetto) i cui risultati saranno correlati al vero con idonee leggi di correlazione.

Per ciascun tipo di mezzo la ricerca si articolerà nelle seguenti principali attività:

- A. studi e progetti
- B. realizzazioni
- C. esperienze

al termine delle quali l'obiettivo suddetto potrà essere pienamente raggiunto. Quanto segue espone in maggiore dettaglio le attività proposte.

10.1. Studi e progetti

- A.1 Studio dei fenomeni dinamici interessanti il moto del mezzo ad alta velocità, sia in acqua calma che su onde, ed identificazione delle principali componenti della resistenza.
- A.2 Definizione della metodologia di prova e dei metodi di correlazione vasca-mare. Sviluppo del software di elaborazione e presentazione dei risultati.
- A.3 Definizione delle tecniche di previsione delle forze in gioco allo scopo di identificare le dimensioni ottimali del modello, il campo di velocità di prova e le principali grandezze fisiche da tenere in considerazione. Sviluppo di software per la scelta delle dimensioni del modello in rapporto alle dimensioni della vasca ed alle velocità raggiungibili dai carri dinamometrici.
- A.4 Studio finalizzato alla realizzazione in similitudine del modello (con particolare riferimento ai sistemi di sostentamento) ed all'allestimento dello stesso con propulsori convenzionali e/o propulsori per alte velocità.
- A.5 Studio e progetto delle attrezzature sperimentali più idonee alla esecuzione delle prove, sia in acqua calma che su onde, e sviluppo dello speciale sistema da impiegarsi per alte velocità nella misura dell'altezza d'onda d'incontro.
- A.6 Valutazione della combinazione ottima prove sperimentali/simulazioni numeriche e loro interazione ai fini di una compiuta conoscenza del mezzo.
- A.7 Valutazione dei livelli di errore insiti nella metodologia sperimentale adottata e nella tecnologia costruttiva dei modelli.

10.2. Realizzazioni

- B.1 Realizzazione delle attrezzature sperimentali e dei sistemi di misura necessari alla esecuzione di prove di rimorchio e di autopropulsione, sia in acqua calma che su onde.
- B.2 Realizzazione del modello di scafo per ciascuna tipologia di mezzi non convenzionali e di tutte le sue parti fisse e/o mobili nella scala individuata e nel materiale più idoneo a soddisfare le esigenze della sperimentazione. Il modello dovrà essere quello di una imbarcazione di cui possibilmente si conoscono già importanti risultati sia per il modello che per la nave.
- B.3 Realizzazione e/o acquisizione di uno o più propulsori per alte velocità (idrogetti, eliche parzialmente immerse, ecc.) da utilizzarsi per prove di propulsione e come propulsori di stock per le attività future.

10.3. Esperienze

- C.1 Esecuzione di prove in acqua calma di rimorchio ed autopropulsione su modelli di catamarani, SES e SWATH. Elaborazioni, analisi, presentazione dei risultati e confronti con risultati già noti.
- C.2 Esecuzione di prove su onde di rimorchio ed autopropulsione su modelli di catamarani, SES e SWATH. Elaborazioni, analisi, presentazione dei risultati e confronti con risultati già noti.

10.4. Collaborazioni

L'ente che ha manifestato il desiderio di collaborare all'Area di Ricerca 7 è l'Università di Napoli.

11. Finanziamento del Programma

La tabella riporta la previsione dei costi di larga massima, in milioni di lire, stimata per lo svolgimento del Programma Ricerche 1991-93, per ciascuno dei tre anni di durata relativamente ad ognuna delle aree considerate:

Area	Denominazione	1991	1992	1993	Totale
1	Carene Convenzionali e non Convenzionali	400	600	400	1.400
2	Propulsori	200	300	200	700
3	Sicurezza della Navigazione	400	600	200	1.200
4	Ingegneria del Mare	100	200	100	400
5	Previsioni Prestazioni	100	200	100	400
6	Approccio Statistico-Regressivo	100	200	100	400
7	Metodologia di Prova per Scafi non Convenzionali	500	700	300	1500
		1.800	2.800	1.400	6.000

12. Obiettivi del Programma di Ricerca INSEAN 1991-93

Obiettivi del Programma di Ricerca INSEAN 1991-93"

Area 1 "Carene Convenzionali e non Convenzionali"

- 1.1.1. Generatore automatico del reticolo di superficie per carene di geometria complessa.
- 1.1.2. Generatore automatico del reticolo nello spazio circostante la detta carena.
- 1.2.1. Sviluppo di solutori di Navier-Stokes efficienti dal punto di vista computazionale.
- 1.2.2. Sviluppo di solutori interattivi flusso esterno potenziale con flusso viscoso in prossimità della carena.
- 1.2.3. Studio della formazione ondosa e della resistenza d'onda per multicarena.

Area 2 "Propulsori"

- 2.1.1. Generatore automatico di reticolo sulla pala dell'elica.
- 2.1.2. Generatore automatico di reticolo nel dominio fisico che include il propulsore.
- 2.2.1. Solutori di Navier-Stokes in sistemi di riferimento rotante.
- 2.2.2. Solutori potenziali con sviluppo di scia in sistemi rotanti.

Area 3 "Sicurezza della Navigazione"

- 3.1.1. Sviluppo di un modello matematico per lo studio del flusso tridimensionale attorno a navi in manovra, in assenza di effetti di superficie libera, tramite solutori non viscosi rotazionali.
- 3.2.1. Sviluppo di un modello matematico per lo studio del flusso tridimensionale attorno a navi, in presenza di superficie libera, tramite solutori non viscosi non rotazionali.
- 3.3.1. Sviluppo di un modello matematico per lo studio del flusso tridimensionale attorno a navi in manovra, tenendo conto degli effetti di superficie libera, tramite solutori non viscosi rotazionali.

Area 4 "Ingegneria del Mare"

- 4.1.1. Sviluppo di un modello matematico per lo studio di flussi non stazionari con superficie libera.
- 4.2.1. Sviluppo di un modello tridimensionale per il calcolo di flussi baroclinici nell'approssimazione di Boussinesq.
- 4.2.2. Sviluppo di un modello bidimensionale per il calcolo di trasporto solido.
Il risultato sarà un codice di calcolo relativo al modello sviluppato.

Area 5 "Previsioni Prestazioni"

- 5.1. Approccio razionale alternativo a quello tradizionale per la previsione delle prestazioni idrodinamiche di diversi tipi di configurazioni carena-propulsore

Area 6 "Approccio Statistico-Regressivo nell'Idrodinamica Navale"

- 6.1. Affinamento delle procedure di passaggio vasca-mare per prove di rimorchio e autopropulsione.
- 6.2. Valutazione teorica o sperimentale-teorica degli effetti scala con un approccio statistico-regressivo.
- 6.3. Affinamento delle previsioni delle prestazioni idrodinamiche in fase di progetto.

Area 7 "Metodologia di Prova per Scafi non Convenzionali"

- 7.1 Dotare l'INSEAN degli strumenti necessari affinché sia possibile fornire alla committenza per carene non convenzionali prove in acqua calma e su onde, di rimorchio ed autopropulsione (anche con propulsori ad idrogetto), i cui risultati saranno correlati al vero con idonee leggi di correlazione

13.) LAVORI SVOLTI ALL'INSEAN NEL PERIODO 1984-1993

(NELL'AMBITO DEI PROGRAMMI DI RICERCA FINANZIATI
EX LEGGI 122/85, 295/85, 234/89)

13.1) PUBBLICAZIONI SU RIVISTE

- 1) F.PITOLLI, P.BASSANINI, U.BULGARELLI, "A Numerical Method for Studying the Interaction Between a Partially Submerged Body and the Surrounding Fluid", *Meccanica - Journal of the Italian Association of Theoretical and Applied Mechanics*, Vol. 24, Pitagora Editrice Bologna, 1989. Rapporto INSEAN 1986-04.
- 2) E. CAMPANA, F.LALLI, U.BULGARELLI, "A Numerical Method for Nonlinear Free Surface Conditions in the Wave Resistance Problem", *Archive of Mechanics*, A1, 2-3, Warszawa, 1989. Rapporto INSEAN 1986-05.
- 3) E.CAMPANA, F.LALLI, U.BULGARELLI, "A Boundary Element Method for a Nonlinear Free Surface Problem", *International Journal for Numerical Methods in Fluid*, Vol. 9, ANNO 1989. Rapporto INSEAN 1986-06.
- 4) E.CAMPANA, F.LALLI, U.BULGARELLI, "A Numerical Solution of the Nonlinear Wave Resistance Problem for Simple Shaped Submerged Bodies", *Meccanica - Journal of the Italian Association of Theoretical and Applied Mechanics*, Vol. 25, Pitagora Editrice Bologna, 1990. Rapporto INSEAN 1986-09.
- 5) C.M.CASCIOLA, M.R.LANCIA, R.PIVA, "A General Approach to Unsteady Flows in Aerodynamics: Classical Results and Perspective", *ISBEM 89*, East Hartford, Springer Verlag Ed., Berlin, 1989. Rapporto INSEAN 1986-11.
- 6) C.M.CASCIOLA, R.PIVA, "Un Metodo agli Elementi di Contorno per l'Analisi del Flusso Intorno ad un'Ala in Condizioni non Stazionarie", *Aerotecnica Missili e Spazio*, Pisa, 1989. Rapporto INSEAN 1986-13.
- 7) C.M. CASCIOLA, M.R. LANCIA, "A Variational Approach for Boundary Integral Equations in Potential Aerodynamics", *Rendiconti di Matematica, Serie VII Volume 9*, Roma, 1989. Rapporto INSEAN 1986-16.
- 8) C. EMINENTE, C. COPPOLA, "Computational Evaluation of Ship Manoeuvring Performance Based on Scale Model Tests", *Meccanica - Journal of the Italian Association of Theoretical and Applied Mechanics*, Vol. 25, Pitagora Editrice Bologna, 1990. Rapporto INSEAN 1990-05.
- 9) A. DI MASCIIO, B. FAVINI, "A Two-Step Godunov - Type Scheme for the Euler Equations", *Meccanica*, Vol. 26, Pitagora Editrice, Bologna, 1991. Rapporto INSEAN 1990-06.