

INSEAN

ISTITUTO NAZIONALE PER STUDI ED
ESPERIENZE DI ARCHITETTURA NAVALE

ALLEGATO A

AL PUNTO 2 ALL'O.D.C.

CONTO CONSUNTIVO

PROGRAMMA RICERCHE 1988-90

**RENDICONTAZIONE
TECNICO-SCIENTIFICA**

Stato di avanzamento al 31-12-1993

ALLEGATO A

PROGRAMMA RICERCHE INSEAN 1988-90**PREMESSA**

Il Programma Ricerche INSEAN 1988-90, redatto ai sensi dell'art.15 della legge 234/89, è stato deliberato dal Consiglio Direttivo dell'INSEAN in data 3.10.89 ed è stato formalmente approvato dal Ministero della Marina Mercantile con proprio decreto del 15.02.90 registrato dalla Corte dei Conti in data 3.11.90 (Reg. 9, n° 306).

Il programma, dell'importo complessivo dir £ 6.000.000.000 (sei miliardi), è articolato nei seguenti quattro progetti strategici:

Progetto n° 1 "Carene a più elevata efficienza idrodinamica"

Progetto n° 2 "Navi a più elevato rendimento propulsivo"

Progetto n° 3 "Miglioramento delle caratteristiche di manovrabilità, sicurezza e tenuta al mare delle navi"

Progetto n° 4 "Sviluppo di più avanzate tecniche e metodi di sperimentazione su modelli".

Il concreto avvio dello svolgimento del Programma Ricerche è stato condizionato dalla preventiva nomina dei titolari degli incarichi di "DIREZIONE" di ciascuno dei succitati progetti di ricerca, nomina attuata dal Consiglio Direttivo dell'Istituto con delibera in data 19.02.91, resa immediatamente esecutiva dal presidente dell'Istituto con proprio Ordine del Giorno n° 4662 in data 19.03.91.

Nelle sue linee generali il Programma Ricerche 1988-90 rappresenta, in parte, lo sviluppo di alcune delle tematiche di ricerca già affrontate nei precedenti programmi di ricerca, finanziati dalle precedenti leggi 122/85 e 295/85, Programma 1984-1985 e Programma 1986, che sono stati svolti con l'apporto determinante di personale straordinario, appositamente assunto, con contratto a tempo determinato, ex art. 4 della legge 122/85.

La mancata continuità verificatasi tra il Programma INSEAN 1986, praticamente concluso nel 1989, ed il Programma INSEAN 1988-90, avviato nel 1991, ha comportato di fatto la cessazione di tutti i rapporti di collaborazione tecnico-scientifica precedentemente costituiti (n. 18 contratti a tempo determinato risolti nell'ottobre 1989), con totale dispersione del prezioso specifico know-how in precedenza costruito e conseguente necessità di ricostituire ex novo le collaborazioni necessarie.

Purtroppo l'Istituto ha incontrato grandissime difficoltà a reperire nuovo personale tecnico specializzato, di elevata competenza, disponibile a stipulare un contratto di collaborazione di breve durata e non rinnovabile, e ciò ha rappresentato una causa determinante di rallentamento della esecuzione del Programma Ricerche 1988-90, non sanabile data l'assenza, all'interno dell'IN-SEAN, di risorse di personale laureato, ricercatore e tecnologo, proporzionate al volume di attività da svolgere.

Ciò giustifica il ritardo avutosi nell'avvio, e conseguente sviluppo, di taluni progetti, rispetto agli altri, come evidenziato nelle successive schede relative agli stati di avanzamento raggiunti al 31.12.93.

Devesi altresì evidenziare che, causa la inadeguatezza del sistema di contabilità finanziaria in atto presso l'Istituto anteriormente al 1992, non è stato possibile attuare la necessaria contabilità separata dei costi di personale, utilizzato nell'ambito del Programma Ricerche in argomento, per gli esercizi finanziari 1990 e 1991; conseguentemente tali costi, ancorché evidenziati in sede di rendicontazione economica, risultano assunti a esclusivo carico dell'Istituto.

PAGINA BIANCA

PROGRAMMA RICERCHE INSEAN
1988-1990

PROGETTO STRATEGICO N.1

CARENE A PIU' ELEVATA EFFICIENZA IDRODINAMICA

RELAZIONE SINTETICA

TECNICO-SCIENTIFICA

Stato di Avanzamento al 31-12-1993

PROGETTO STRATEGICO N. 1
CARENE A PIU' ELEVATA EFFICIENZA IDRODINAMICA

1.0 GENERALITA'

Il PROGETTO STRATEGICO N. 1 comprende quattro temi di ricerca denominati:
PROGETTO N. 1.1: Idrodinamica, idroacustica e idroelasticità numeriche
PROGETTO N. 1.2: Banca dati generale INSEAN
PROGETTO N. 1.3: Serie sistematica "INSEAN T90" di carene di navi traghetto
PROGETTO N. 1.4: Scelta forme di carena per navi SWATH

Obiettivo comune alle quattro ricerche è quello di realizzare metodologie numeriche e sperimentali per ottimizzare le forme di carena dal punto di vista dell'efficienza idrodinamica.

Nei paragrafi che seguono sono sinteticamente riportate, per ciascuno dei quattro progetti, le attività svolte al 31 Dicembre 1993.

1.1 PROGETTO N. 1.1**IDRODINAMICA, IDROACUSTICA E IDROELASTICITA' NUMERICHE****1.1.1 Obiettivi**

La ricerca si propone di individuare nuove metodologie numeriche per lo studio di campi fluidodinamici esterni, mediante la soluzione delle equazioni di Navier Stokes, di Eulero e di Laplace con frontiera libera. E' prevista inoltre l'effettuazione di simulazioni numeriche di problemi di acustica e di elasticità afferenti la fluidodinamica navale, utilizzando modelli classici lineari.

1.1.2 Programma di attività

Come è noto, la soluzione numerica delle equazioni di Navier Stokes non stazionarie consentirebbe la simulazione completa dei campi fluidodinamici che si sviluppano in presenza di corpi solidi di forma qualunque, in particolare di carene di navi, superfici portanti ecc., se fosse in grado di soddisfare alle varie lunghezze di scala caratteristiche del moto, che vanno dalla più grande, imposta dalla presenza di contorni o periodicità, alla più piccola, dettata dagli eventuali fenomeni di turbolenza.

Per risolvere tali problemi occorre quanto segue:

- studio sulle problematiche legate all'uso delle coordinate curvilinee;
- studio di equazioni integrali legate alla rappresentazione della soluzione delle equazioni di Navier Stokes per alti numeri di Reynolds;
- studio dei modelli di turbolenza al fine di superare la insufficiente potenza degli attuali calcolatori, utilizzando tecniche di tipo multigrid per equazioni ellittiche per le quali nel caso 3D è necessario implementare algoritmi vettoriali o paralleli,
- studio dell'effetto della formazione e dello sviluppo dello strato limite, con eventuale distacco, sul flusso esterno;
- messa a punto di modelli numerici efficienti per la simulazione del flusso potenziale con superficie libera, imponendo le condizioni al contorno non lineari esatte: estensione dei modelli ai casi 3D di corpi immersi di forma semplice e di carene di navi.

Inoltre, per quanto concerne il settore dell'idroacustica e dell'idroelasticità, sono già noti in letteratura modelli analitici che descrivono i principali problemi che compaiono in tali settori. Tali modelli sono formalizzati in modo da essere affrontati mediante metodi numerici ed espansioni asintotiche. Nello svolgimento della ricerca occorrerà pertanto:

- individuare i modelli più significativi;
- rendere compatibili i suddetti modelli con la problematica navale;
- sviluppare le metodologie numeriche atte a descrivere accuratamente le soluzioni dei modelli di cui al punto precedente.

Il programma di attività commisurato al finanziamento assegnato di lire 900 milioni è pertanto articolato come segue:

A. Simulazione numerica dei flussi viscosi

- simulazione diretta di turbolenza, delle interazioni tra strutture vorticosi in problemi a geometria semplice, si analizzano le eventuali relazioni fra strutture coerenti e resistenza al moto di avanzamento;
 - analisi sistematica dei modelli di turbolenza esistenti per la simulazione numerica di flussi morfologicamente complessi, con particolare attenzione ai flussi intorno alle carene di navi;
 - sviluppo e messa a punto di un modello alle differenze finite per la soluzione delle equazioni di Navier Stokes per flussi incompressibili stazionari;
 - indagine numerico-sperimentale sulla simulazione del flusso intorno a profili con angolo di attacco e numero di Reynolds variabili, previo confronto dei risultati numerici con dati sperimentali.
- B. Simulazione numerica dei flussi a potenziale
- caso 3D stazionario, lineare di una carena, previa estensione del codice, già sviluppato e già utilizzato per la carena Wigley, ad altre carene;
 - caso 3D stazionario non lineare di un corpo totalmente immerso, in via propedeutica al caso analogo di una carena, allo scopo di consentire lo sviluppo dell'algoritmo iterativo per la soluzione del problema non lineare;
 - caso 3D non stazionario lineare, previo studio di una formulazione non stazionaria e di buoni algoritmi per l'integrazione temporale, necessario ad affrontare il problema dell'interazione corpo-fluido.
- C. Simulazione numerica di problemi di idroacustica e di idroelasticità nel campo navale con modelli lineari
- sviluppo di metodologie atti a risolvere i modelli che si sono individuati.

1.1.3 Attività svolta

Lo svolgimento del programma di attività indicato in precedenza ha avuto concreto inizio il 19 Marzo 1991 (cfr. O.d.G. n. 4662 di pari data relativo alle nomine di Direttore di Progetto) con la sola esclusione dei rapporti di collaborazione con l'Università di Roma La Sapienza che per ragioni di opportunità sono stati anticipati al Dicembre 1990.

Si precisa che a causa della risoluzione del rapporto di lavoro per dimissioni volontarie del Ricercatore di ruolo dell'Istituto ing. C.M. Casciola e del Tecnologo ing. O. Macina avvenute rispettivamente il 31/10/92 e 14/12/92, l'indagine numerico-sperimentale di cui al punto A) e la simulazione numerica di problemi di idroacustica e di idroelasticità di cui al punto C) subiranno un ridimensionamento.

A partire dai risultati ottenuti durante lo svolgimento del Programma Ricerche INSEAN 1986 (Ric. RES 8), l'attività svolta è stata caratterizzata da un approfondimento delle metodologie numeriche per descrivere i campi fluidodinamici attorno a carene di tipo Wigley e della Serie 60 utilizzando modelli basati sulle equazioni RANS (Reynolds Averaged Navier Stokes) per quanto concerne il calcolo della resistenza viscosa, mentre sono stati ulteriormente sviluppati metodi numerici basati su flussi a potenziale per quanto riguarda la resistenza d'onda, e su particolari rappresentazioni del potenziale (legge di Biot e Savart) per quanto concerne l'interazione scia-superficie libera. Infine, come passo necessario per affrontare successivamente lo studio della formulazione matematico-numerica dei problemi di elasticità, è

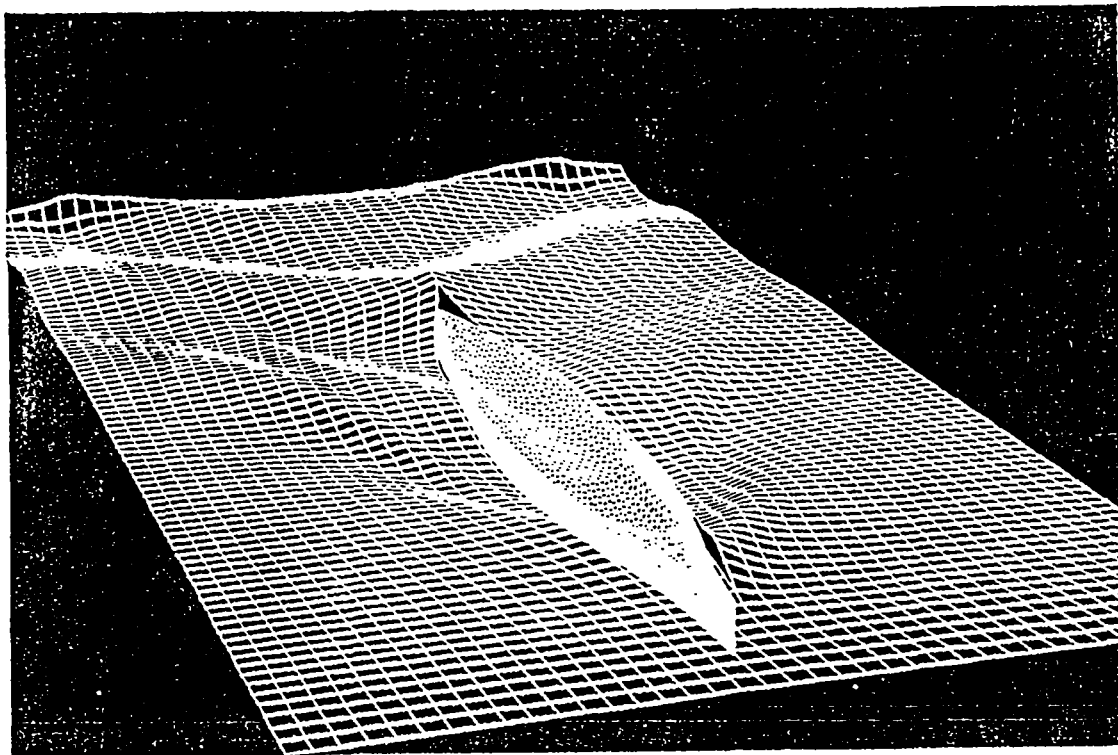


Fig. 1: Formazione ondosa generata da una carena della Serie 60 ($CB = 0.6$) in moto uniforme a $Fr = 0.3$

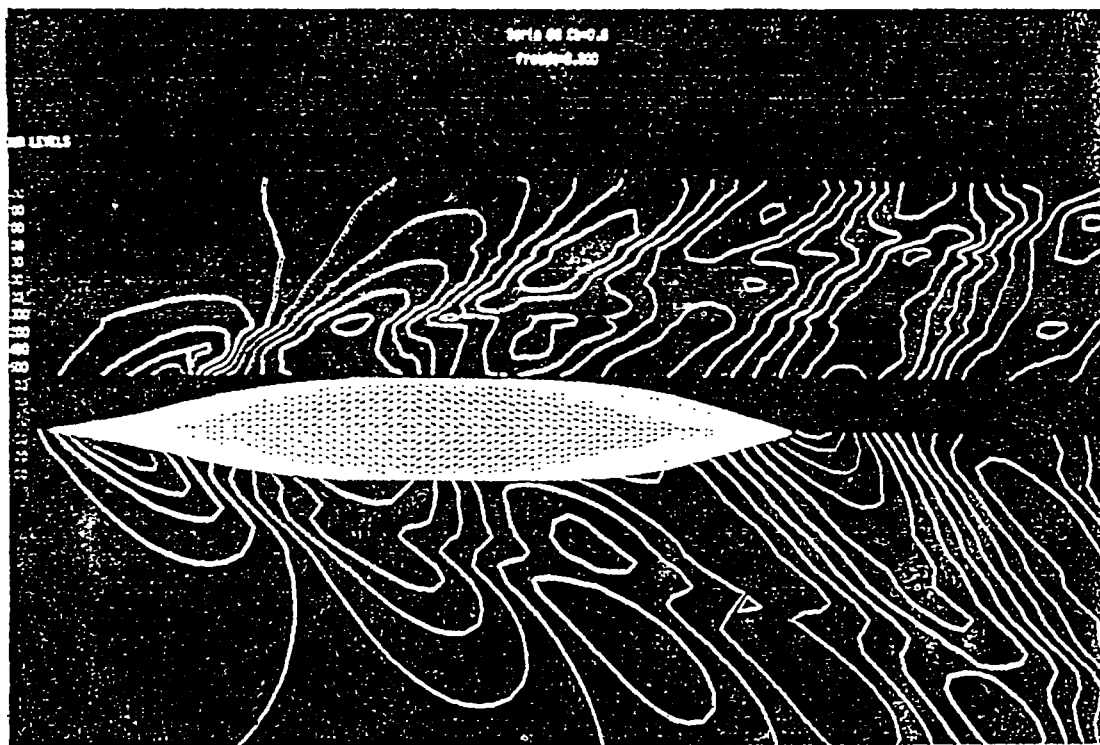


Fig.2: Andamento delle linee di livello della frontiera libera (metà superiore, sperimentale; metà inferiore, numerico) Serie 60 ($CB = 0.6$); $Fr = 0.300$.



Fig. 3 : Andamento delle linee di livello della frontiera libera (metà superiore, sperimentale; metà inferiore, numerico) Serie 60 ($C_b = 0.6$); $Fr = 0.316$

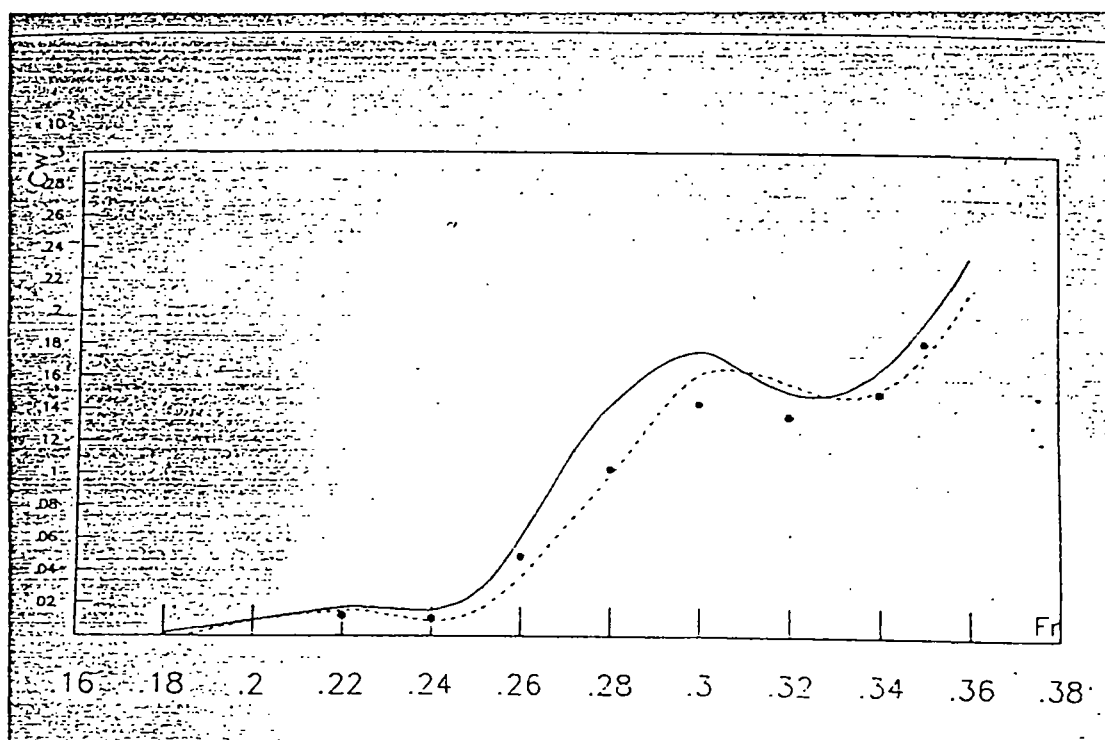


Fig.4: Andamento del coefficiente di resistenza d'onda per la Serie 60 ($C_b = 0.6$)

- taglio d'onda sperimentale
- derivata alle differenze finite
- derivata analitica

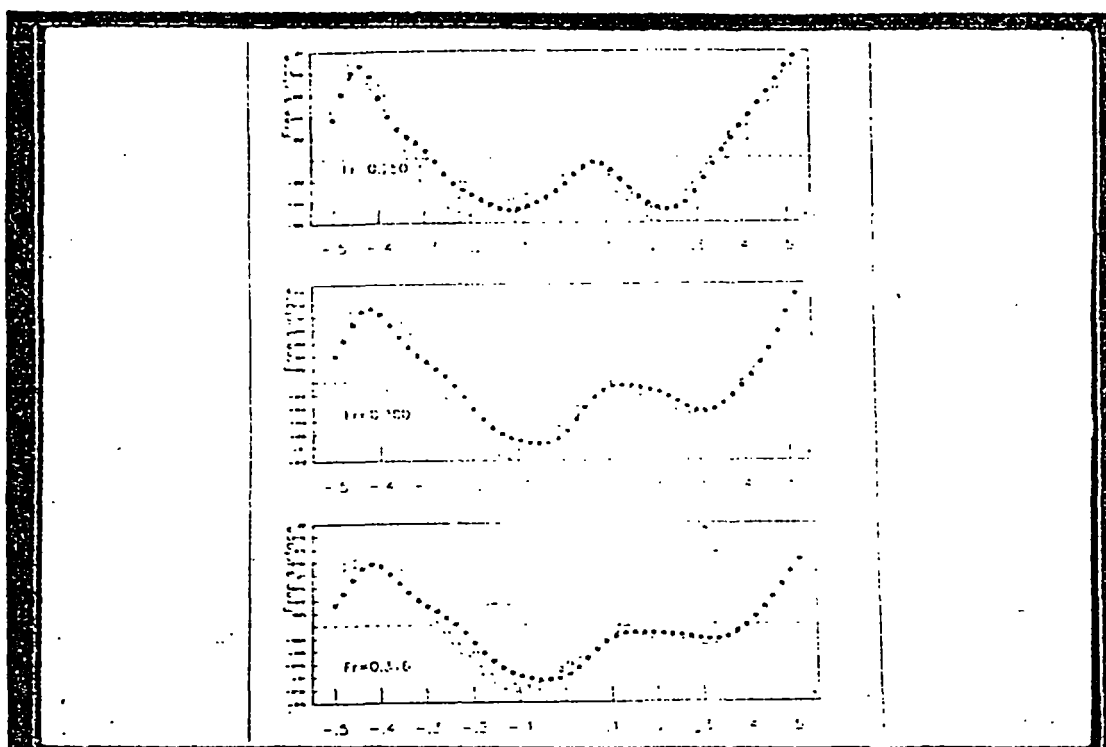


Fig. 5: Profili ondosi lungo la carena per diversi valori di Fr , Serie 60 ($C_b = 0.6$)

- - • - • banda delle misure sperimentali
- • • numerico, derivata analitica
- ◻ ◻ ◻ ◻ numerico, derivata alle differenze finite



Fig. 6: Distribuzione delle pressioni sullo scafo Serie 60 ($C_b = 0.6$) $Fr = 0.300$

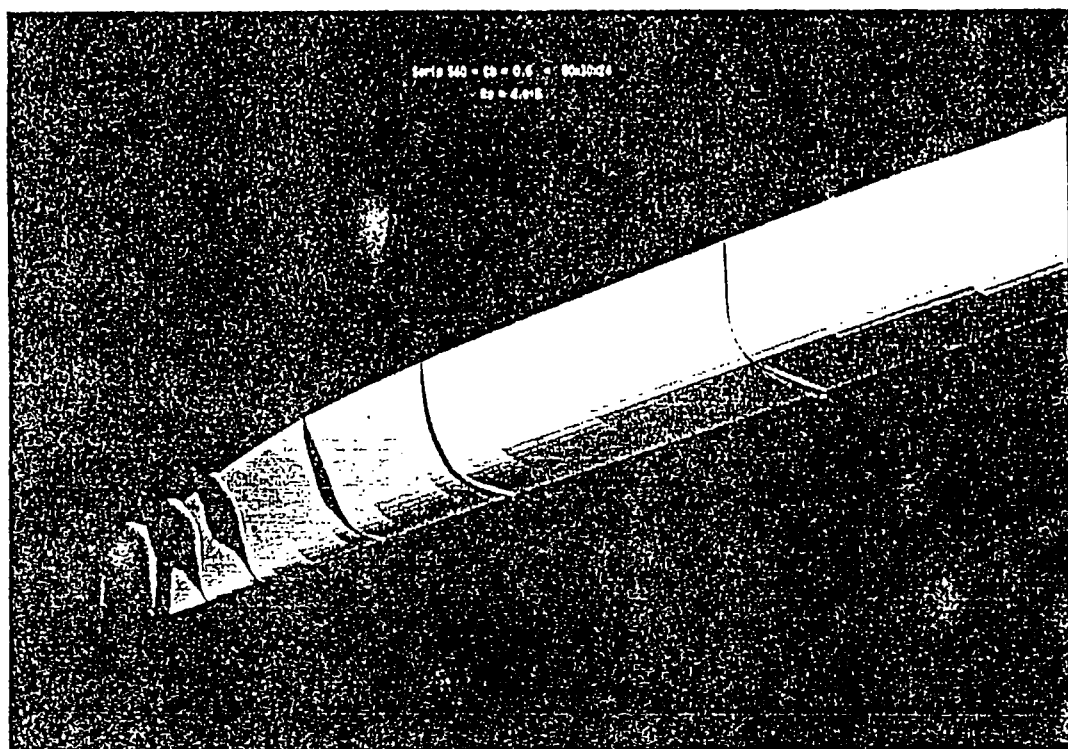


Fig. 7: Andamento della scia assiale della Serie 60 ($C_b = 0.6$); $Re = 4 \cdot 10^6$

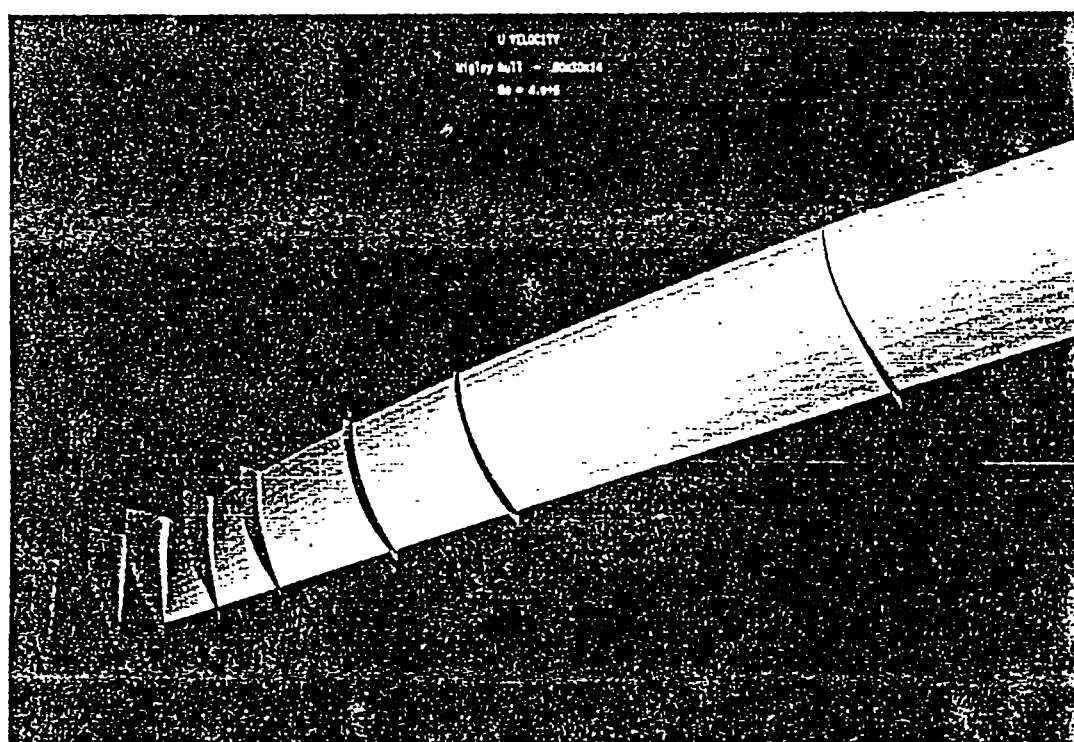


Fig. 8: Andamento della scia assiale della carena Wigley; $Re = 4 \cdot 10^6$

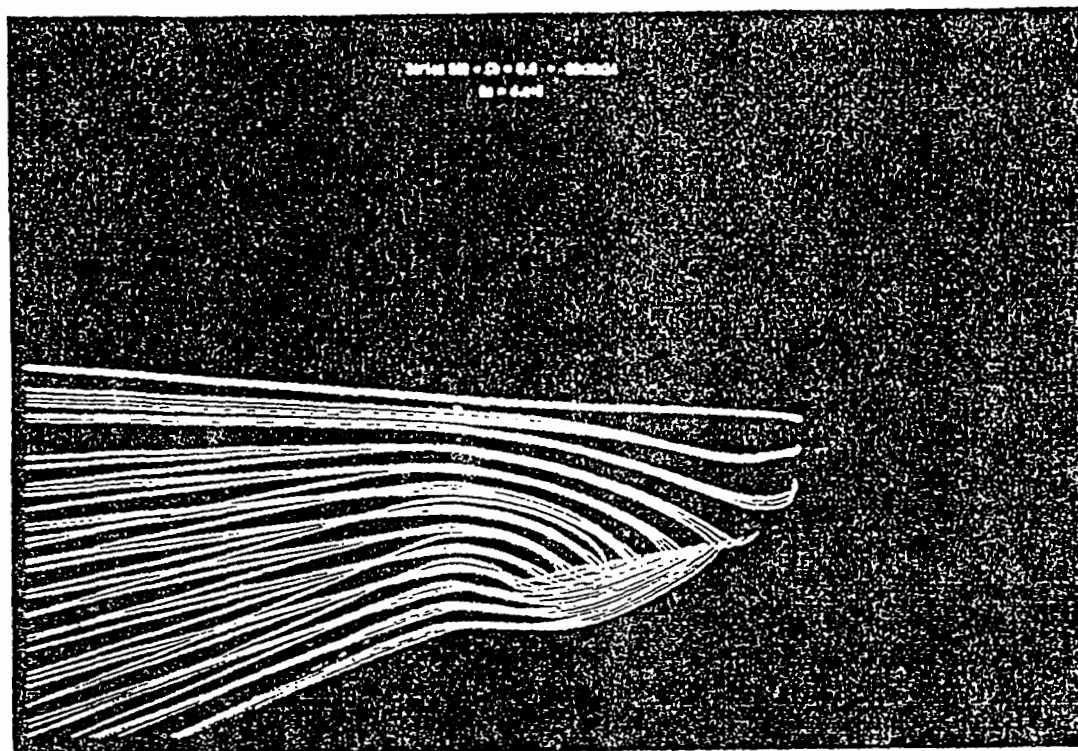


Fig. 9: Andamento del flusso a poppa. Serie 60 ($C_b = 0.6$) ; $Re = 4 \cdot 10^6$

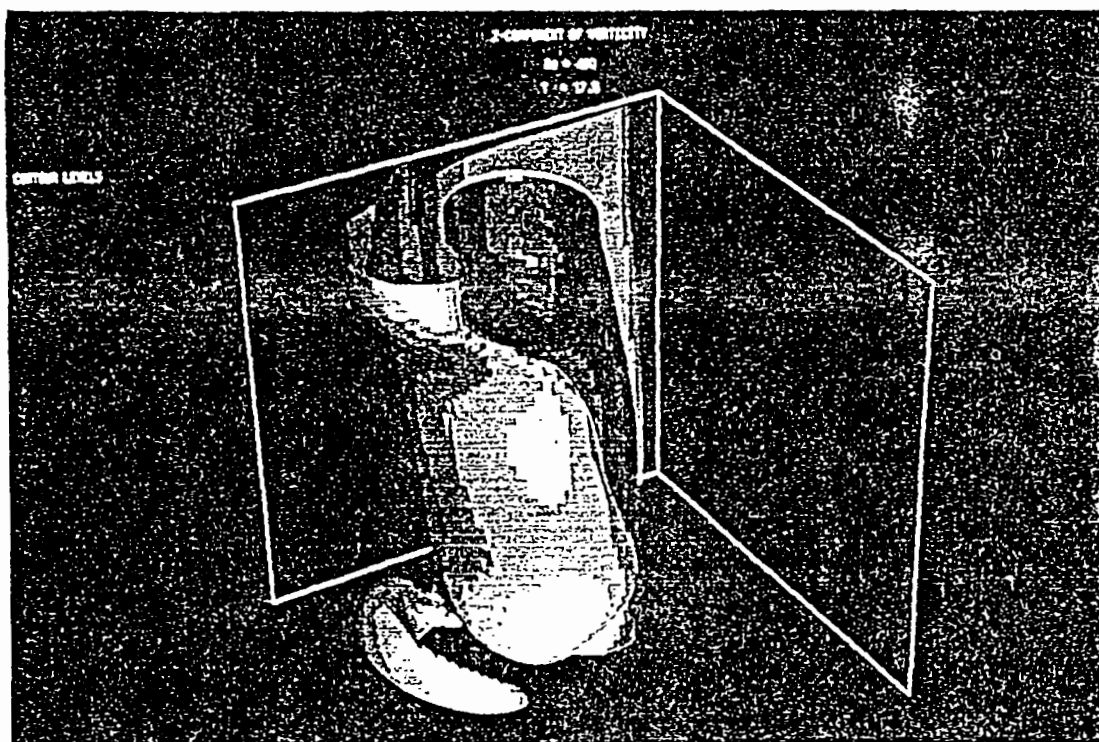


Fig.10: Simulazione diretta di turbolenza: interazione tra un vortice ed una parete solida.

stato sviluppato un primo algoritmo per l'interazione campo fluidodinamico-carena, avendo modellato quest'ultima come un corpo rigido.

Inoltre, sulla base dell'esperienza fatta nella costruzione dei codici relativi al calcolo della resistenza d'onda e della resistenza viscosa, sono stati ulteriormente sviluppati degli algoritmi di interfaccia relativi al codice di calcolo per lo studio dell'interazione tra flusso potenziale e viscoso (codice convenzionalmente denominato qui ed in seguito VISPO).

L'attività scientifica svolta nell'ambito della resistenza d'onda ha dato luogo per la prima volta in assoluto, ad una giustificazione matematica rigorosa del "Layer Ansatz" nel lavoro dal titolo "The wave Resistance Problem in a Boundary Integral Formulation", accettato per la pubblicazione su *Survey on Mathematics for Industry*, 1993. Due lavori rispettivamente dal titolo "Numerical Simulation of a Drift Motion of a Ship" e "Three-Dimensional Non-linear diffraction around a Fixed Structure" sono stati accettati al 20th Symposium on Naval Hydrodynamics che si terrà in S. Barbara (California) in Agosto 1994. Inoltre il gruppo di Idrodinamica Numerica dell'INSEAN è stato chiamato a partecipare al gruppo di 10 paesi scelti fra 52 per provare i propri codici di calcolo su esempi scelti da un comitato internazionale i cui risultati saranno presentati ad un Workshop che si terrà presso "The Ship Research Institute" in Giappone nel corso del 1994.

Infine alcuni dei codici prodotti sono stati applicati al calcolo del flusso intorno ad una carena convenzionale, fornita dalla Fincantieri di Trieste, con diverse soluzioni di bulbo prodiero. Sono in corso di preparazione due rapporti sui temi dell'Idroacustica e dell'Idroelasticità.

L'attività sopra descritta è documentata dai seguenti lavori:

- 1) P. G. ESPOSITO - "Numerical Simulation of a Three-Dimensional Lid-Driven Cavity Flow", GAMM Workshop, Paris, France, 1991.
- 2) A. DI MASCIIO, P. G. ESPOSITO - "Numerical Simulation of Viscous Flows Past Hull Forms", The Second Osaka Int. Coll. on Viscous Fluid Dynamics in Ship and Ocean Tech., Osaka, Japan, 1991.
- 3) A. DI MASCIIO, B. FAVINI - "A Second Order Two-Step Godunov Scheme for Multidimensional Compressible Flows", XI Congresso Nazionale AIDAA, Forlì, 1991.
- 4) A. DI MASCIIO, P. G. ESPOSITO - "Numerical Solution of the Turbulent Flow Field Around Ship Hulls", NAV 92, Genova, 1992.
- 5) A. DI MASCIIO, P. G. ESPOSITO - "Vortex Generation in Rotating Fluids: a Numerical Simulation", 3° Congresso AIOM, Genova, 1992.
- 6) F. LALLI, E. CAMPANA, U. BULGARELLI - "Numerical Solution of Free Surface Potential Flows", ICIAM 91, Washington D.C., 1991.
- 7) F. LALLI, E. CAMPANA, U. BULGARELLI - "A Panel Method for Fully Nonlinear Free Surface Flows", 13th Boundary Element Method International Conference, Tulsa (Oklahoma), 1991.
- 8) F. LALLI, E. CAMPANA, U. BULGARELLI - "Numerical Simulation of Fully Nonlinear Steady Free Surface Flow", International Journal of Numerical Methods in Fluids, vol. 14, pp.1135-49, 1992.
- 9) F. LALLI, E. CAMPANA, U. BULGARELLI - "Ship Waves Computations", VII Int. Workshop on Water Waves and Floating Bodies, Val de Reuil, France, 1992.

- 10) F. LALLI, R. VERZICCO, E. CAMPANA - "Baroclinic Vortex Simulation", XI Australasian Fluid Mechanics Conference, Hobart, Australia 1992.
- 11) F. LALLI, E. CAMPANA, U. BULGARELLI, R. VERZICCO - "Numerical Simulation of Baroclinic and Barotropic Instabilities at an Evolving Front", III Congresso AIOM, Genova, 1992.
- 12) F. LALLI, E. CAMPANA, U. BULGARELLI - "In the Wake of Dawson: 3D Nonlinear Free Surface Flow", NAV 92, Genova, 1992.
- 13) P. BASSANINI, M.R. LANCIA, R. PIVA, C. CASCIOLA - "Numerical Approximation of Boundary Integral Equations in Three Dimensional Aerodynamics", IABEM 91, Kyoto, Japan, 1991.
- 14) P. BASSANINI, U. BULGARELLI, O. MACINA - "Numerical Simulation of the Interaction between a Partially Submerged Body and the Surrounding Fluid", I Congresso Nazionale SIMAI, Firenze, 1992.
- 15) P. BASSANINI, C. M. CASCIOLA, M. R. LANCIA, R. PIVA - "A Boundary Integral Formulation for the Velocity Field in Aerodynamics", ICIAM 91, Washington D.C. (USA), 1991.
- 16) C. M. CASCIOLA, M. LANDRINI - "Inviscid Flows About a Slightly Submerged Oscillating Hydrofoil", 1st European Fluid Dynamics Conference, Cambridge (GB), 1991.
- 17) P. BASSANINI, C. M. CASCIOLA, M. R. LANCIA, R. PIVA - "A boundary Integral Formulation for the Kinetic Field in Aerodynamics. Part I: Mathematical Analysis." European Journal of Mechanics, B/Fluids, dic. 91 - gen. 92.
- 18) P. BASSANINI, C. M. CASCIOLA, M. R. LANCIA, R. PIVA - "A Boundary Integral Formulation for the Kinetic Field in Aerodynamics. Part II: Applications to Unsteady 2-D Flows". In corso di pubblicazione su "European Journal of Fluid Mechanics, B/Fluids, 1992.
- 19) E. CAMPANA, DI MASGIO, P. G. ESPOSITO, F. LALLI - "Viscous Inviscid Coupling in Ship Hydrodynamics", XI Australasian Fluid Mechanics Conference ad Hobart, Australia 1992.
- 20) P. G. ESPOSITO, M. BEHNIA - "Numerical Simulation of Low Pr Unsteady Natural Convection", XI Australasian Fluid Mechanics Conference, Hobart, Australia 1992.
- 21) F. LALLI, E. CAMPANA, U. BULGARELLI - "Nonlinear Behaviour of 3-D Free Surface Flow", XI Congresso Nazionale AIMETA, Trento 1992.
- 22) E. CAMPANA, A. DI MASGIO, P. G. ESPOSITO - "Domain Decomposition in Free Surface Flow", 6th International Conference on Numerical Ship Hydrodynamics, Iowa 1993.
- 23) E. CAMPANA, A. DI MASGIO, P. G. ESPOSITO, F. LALLI, "A Multi-Domain Approach to Free Surface Viscous Flow", 8th International Workshop on Water Waves and Floating Bodies", St. John, Canada 1993.
- 24) P. BASSANINI, U. BULGARELLI, E. CAMPANA, F. LALLI, "The Wave Resistance Problem in a Boundary Integral Formulation", accettato per la pubblicazione su Survey on Mathematics for Industry, 1993.

1.1.4 Collaborazioni

É stata sviluppata una intensa, proficua collaborazione con l'Università di Roma. In particolare con la convenzione cod. 61/NR, in data 20/12/90, stipulata con il Dipartimento di Meccanica e Aeronautica dell'Università degli Studi di Roma "La Sapienza", si è ottenuta una assistenza scientifica nello sviluppo e messa a punto di metodologie numeriche per simulazione di campi fluidodinamici con superficie libera e comprendente in particolare i seguenti punti:

- a) Generazione di un modello numerico basato su una formulazione integrale per flussi rotazionali con superficie libera;
- b) Simulazione di generazione di vorticità sulla superficie libera come primo passo del metodo della "Zones Decomposition",
- c) Costruzione di un metodo alle differenze finite per le equazioni di Navier-Stokes, scritto in coordinate curvilinee generalizzate con condizioni di frontiera libera esatte;
- d) Generazione del software di base di utilizzo dei modelli di cui ai punti precedenti.

I risultati ottenuti, documentati dalle pubblicazioni in possesso dell'Istituto, hanno consentito di disporre di preziose informazioni riguardanti aspetti fondamentali dell'idrodinamica navale e di sviluppare autonomamente algoritmi di simulazione di maggiore efficacia per la progettazione navale.

1.1.5 Stato di avanzamento e tempi di ultimazione

L'attività programmata ha raggiunto al 31.12.93 lo stato di avanzamento dell'100% per i punti A) e B) e del 50% per il punto C). Pertanto lo stato di avanzamento globale è di circa il 90%. I risultati ottenuti sono promettenti ai fini dell'ulteriore sviluppo della ricerca secondo gli indirizzi programmati. Questo tema di ricerca sarà concluso entro il 31/3/94.

1.1.6 Costi sostenuti

La situazione contabile relativa al PROGETTO 1.1, aggiornata al 31 Dicembre 1993 è riportata nell'Allegato 3.