

RAPPORTI SCIENTIFICI CON ALTRE ISTITUZIONI

Nel 2008 sono stati consolidati e ulteriormente sviluppati i rapporti scientifici con le seguenti istituzioni:

Collaborazioni scientifiche**Enti ed Università straniere****America del Nord**

- Californian Institute of Technology (USA)
- Memorial University of Newfoundland (Canada)
- NASA Langley Research Center (USA)
- SCRIPPS research faculty (USA)
- Università del Maryland (USA)
- Università del Michigan (USA)
- Università dell'Iowa (USA)
- Università della California (USA)
- Università della West Virginia (USA)

America del Sud

- UFRJ Università Federale di Rio de Janeiro (Brasile)

Asia

- China Academy of Engineering (Cina)
- Jangsu University of Science and Technology (Cina)
- NSTL Naval Science & Technological Laboratory (India)
- Shanghai Jaotong University (Cina)
- Università della Prefettura di Osaka (Giappone)
- Università di Hong Kong (Cina)
- Università di Macao (Cina)
- Università di Osaka (Giappone)
- Università di Shanghai (Cina)
- Università di Tokio (Giappone)
- Università Nazionale di Pusan (Corea del Sud)

Australia

- School of Oil and Gas Engineering (Australia)

Europa

- Ecôle Navale (Francia)
- Institute of Hydromechanics, Kiev (Ukraine)
- Istituto di Idrodinamica Lavrentyev di Novosibirsk (Russia)
- Politecnico di Delft (Olanda)
- Politecnico di Madrid (Spagna)
- Scuola Politecnica Federale di Lausanne (Svizzera)

- Università di Lione (Francia)
- Università di Nantes (Francia)
- Università di Southampton (UK)
- Università di Stoccolma KTH (Svezia)
- Università di Trondheim (Norvegia)

Istituzioni internazionali similari all'INSEAN

- Bassin d'Essais des Carènes (Francia)
- Bulgarian Ship Hydrodynamic Centre (Bulgaria)
- China Scientific Ship Research Centre (Cina)
- David Taylor Model Basin della U.S. Navy (USA)
- Force Technology (Danimarca)
- HSVA (Germania)
- Marintek (Norvegia)
- MOERI (Sud Corea)
- National Maritime Research Institute (Giappone)
- QinetiQ (U.K.)
- SVA (Germania)

Enti ed Università italiane

- CASPUR
- Centro di Ricerca, Sviluppo e Studi Superiori - C.R.S.4
- Istituto di Analisi dei Sistemi ed Informatica (CNR)
- SIMAI
- Università Ca' Foscari di Venezia
- Università della Calabria
- Università di Ancona
- Università di Bologna
- Università di Genova
- Università di Napoli
- Università di Roma "La Sapienza"
- Università di Roma Tre
- Università di Trento
- Università di Trieste

DIFFUSIONE E PROMOZIONE DELLE CONOSCENZE**Organizzazione di seminari ed incontri di lavoro presso l'Insean**

Nel 2008 l'Istituto ha organizzato:

- il Workshop "CFD Modelling of Cavitating Propeller Flows",
- n. 14 seminari nell'ambito dei programmi e progetti di ricerca,
- n. 7 incontri di lavoro

Organizzazioni di convegni presso altri sedi

L'Istituto:

- ha partecipato in qualità di co-organizzatore al SIMMAN 2008 *Workshop on Verification and Validation of Ship Manoeuvring Simulation Meeting*, Copenhagen primavera 2008,
- ha partecipato all'organizzazione del convegno SIMAI 2008, tenuto a Roma nel settembre 2008

Partecipazione a convegni ed incontri di lavoro

Il personale dell'Istituto ha partecipato a:

- n. 25 convegni nell'ambito dei programmi e progetti di ricerca,
- n. 4 convegni non previsti in specifici programmi e progetti di ricerca,
- n. 38 incontri di lavoro nell'ambito dei programmi e progetti di ricerca,
- n. 4 incontri di lavoro relativi alla 25^a ITTC,
- n. 9 altri incontri di lavoro.

Assistenza a tesi di laurea e stage

È stata data assistenza a:

- n. 7 tesi di laurea
- n. 5 stagisti

Partecipazione a commissioni nazionali ed internazionali

Il personale dell'Istituto ha ricoperto i seguenti incarichi:

- 13th Flow Visualisation Conference, Membro del Comitato Scientifico
- Associazione Italiana di Vibrometria e Velocimetria Laser (AIVELA), Membro del Comitato Tecnico-Scientifico
- ATS istituita a Milazzo in ambito IFTS per lo Sviluppo della Ricerca nel Mezzogiorno – , Membro del Comitato Tecnico-Scientifico
- Consorzio Interuniversitario per le Applicazioni di Supercalcolo per Università e Ricerca (CASPUR), Membro del Comitato Tecnico-Scientifico
- European Council for Maritime Applied R&D (ECMAR), Consigliere
- Federazione Italiana Canoa Kayak (FICK), Membro del Comitato Scientifico
- Gothenburg 2010 – A workshop on CFD in Ship Hydrodynamics – , Membro dell'Organising Committee
- Gruppo di Lavoro sulla Sicurezza della Navigazione istituito dal Comandante Generale del Corpo delle Capitanerie di Porto, Membro
- International Conference on Hydrodynamics (ICHHD), Membro dell'Executive Committee
- International Conference on Hydrodynamics (ICHHD), Membro dello Scientific Committee 2010
- International Ship and Offshore Structure Congress (ISSC), Membro del Committee on Impulsive Pressure Loading and Response Assessment

- International Symposiums of Marine Propulsors (SMP09), Membro del Comitato Scientifico
- International Towing Tank Conference (ITTC), Chairman dello Specialist Committee on CFD in Ship Hydrodynamics
- International Towing Tank Conference (ITTC), Membro dell'Advisory Council
- International Towing Tank Conference (ITTC), Membro dell'Executive Committee
- International Towing Tank Conference (ITTC), Membro del Manoeuvring Committee
- International Towing Tank Conference (ITTC), Membro dello Specialist Committee on Detailed Flow Measurement
- International Towing Tank Conference (ITTC), Membro dello Specialist Committee on Uncertainty Analysis
- International Towing Tank Conference (ITTC), Membro dello Specialist Committee on Vortex Induced Vibration
- International Towing Tank Conference (ITTC), Segretario del Quality Systems Group
- International Workshop on Particle Image Velocimetry Melbourne 2009, Membro del Comitato Scientifico
- Journal of Marine Science and Technology, Membro dell'Editorial Board
- Journal of Sailboat Technology, Membro dell'Editorial Board
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Membro del Comitato Tecnico-Scientifico
- Nautech, Membro dell'Editorial Board
- Polo Interprovinciale Formativo della Nautica Roma – Latina, Vice Presidente del Comitato Tecnico-Scientifico
- Premio Ricerca e Innovazione BIC-Lazio, 2008, Membro del Comitato di Valutazione
- SIMMAN2008 “Workshop on Verification and Validation of Manoeuvring Simulation Methods”, Membro
- Società Italiana di Matematica Applicata e Industriale (SIMAI), Membro del Consiglio Direttivo
- Superyacht, Membro dell'Editorial Board
- Unione Europea - Directorate-General for Energy and Transport, G1 Unit Maritime transport policy: regulatory questions, maritime safety & seafarers, Seconded National Expert

PRODUZIONE SCIENTIFICA

Nell'anno 2008 sono stati prodotti i 121 Rapporti INSEAN¹ elencati in allegato 2. Si tratta di:

- n. 11 lavori pubblicati su rivista
- n. 4 lavori accettati per la pubblicazione su rivista
- n. 1 lavoro inviato per la pubblicazione su rivista
- n. 42 pubblicazioni su atti di convegni internazionali
- n. 2 pubblicazioni su atti di convegni nazionali
- n. 61 altri rapporti tecnici

¹ Le sigle usate sono: cn = convegno nazionale, ci = convegno internazionale, pi = inviato per la pubblicazione su rivista, pa = accettato per la pubblicazione su rivista, pp = pubblicato su rivista, rt = rapporto tecnico.

COSTI DELLA RICERCA FINANZIATA DAL MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI

I prospetti delle pagine seguenti riepilogano, per voci di costo e per aree di ricerca, i costi sostenuti per lo svolgimento dei due programmi di ricerca finanziati dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Con riferimento a tali prospetti, si precisa che:

- i costi del personale sono desunti dal data base del "Conto annuale". Il costo imputato al programma di ricerca è pari, per ciascun dipendente che ha partecipato al suo svolgimento, al prodotto del costo orario (costo annuo / ore retribuite) del dipendente medesimo per il numero di ore lavorate per il programma;
- per le voci di costo con a fianco indicato il capitolo di bilancio, il costo è desunto dagli impegni di spesa;
- l'ammortamento dei beni acquistati per lo svolgimento dei programmi di ricerca è calcolato con gli stessi criteri applicati per le restanti immobilizzazioni materiali;
- le spese generali sono calcolate come

PERCENTUALE DEI COSTI INDIRETTI RISPETTO AL COSTO DEL PERSONALE DELLE UNITÀ SCIENTIFICHE E DELLE UNITÀ TECNICHE

COSTI DIRETTI		
E1	Personale assegnato alle Unità scientifiche ed alle Unità tecniche (Cfr. prospetto "Costo del personale - anno 2008" desunto dal data base del "Conto annuale")	4.346.053,83
E2	Collaboratori per programmi di ricerca e commesse (somme liquidate sul capitolo di bilancio 1.2.1.003.)	188.794,95
E3	Missioni per programmi di ricerca e commesse (somme liquidate sul capitolo di bilancio 1.2.1.004.)	242.509,35
E4	Convegni e congressi per programmi di ricerca e commesse (somme liquidate sul capitolo di bilancio 1.2.1.005.)	41.769,62
E5	Convenzioni e conferenzieri per programmi di ricerca e commesse (somme liquidate sul capitolo di bilancio 1.2.1.006.)	21.589,36
E6	Lavori affidati a terzi per programmi di ricerca e commesse (somme liquidate sul capitolo di bilancio 1.2.1.007.)	197.073,17
E7	Subforniture per programmi di ricerca e commesse (somme liquidate sul capitolo di bilancio 1.2.1.008.)	157.199,50
E8	Ammortamento delle spese di investimento per programmi di ricerca e commesse (Cfr. omonimo prospetto)	80.483,98
TOTALE		5.275.473,76
COSTI INDIRETTI		
E9	Personale assegnato ai servizi di supporto (Cfr. prospetto "Costo del personale - anno 2008" desunto dal data base del "Conto annuale")	1.812.807,06
E10	Totale costi della produzione (Cfr. Conto economico) al netto degli accantonamenti e dei costi di cui alle voci da E1 ad E9	2.431.544,36
TOTALE		4.244.351,42
PERCENTUALE DEI COSTI INDIRETTI RISPETTO AL COSTO DEL PERSONALE DELLE UNITÀ SCIENTIFICHE E DELLE UNITÀ TECNICHE		97,7%

PROGRAMMA DI RICERCA INSEAN 2007-2009**CONTABILITÀ PER VOCI DI COSTO**

VOCE DI COSTO	CAPITOLO/I DI SPESA	ESERCIZIO FINANZIARIO 2007	ESERCIZIO FINANZIARIO 2008	ESERCIZIO FINANZIARIO 2009	TOTALE
Personale		404.408,13	482.261,38		886.669,51
Collaboratori	1.2.1.003	0,00	0,00		0,00
Missioni	1.2.1.004	20.695,33	53.654,06		74.349,39
Convegni e congressi	1.2.1.005	2.570,04	8.495,08		11.065,12
Convenzioni e conferenzieri	1.2.1.006	5.051,65	5.000,00		10.051,65
Lavori affidati a terzi	1.2.1.007	0,00	0,00		0,00
Subforniture	1.2.1.008	0,00	0,00		0,00
Spese generali (92,7% delle spese di personale nel 2007, 97,7% nel 2008)		374.886,33	471.169,36		846.055,69
TOTALE SPESE DI FUNZIONAMENTO		807.611,48	1.020.579,88		1.828.191,36
Ammortamento spese di investimento		42.882,13	44.043,20		86.925,33
TOTALE GENERALE		850.493,61	1.064.623,08		1.915.116,69

CONTABILITÀ PER AREE DI RICERCA

AREA DI RICERCA	ESERCIZIO FINANZIARIO 2007	ESERCIZIO FINANZIARIO 2008	ESERCIZIO FINANZIARIO 2009	TOTALE
Area 1 - Resistenza e Ottimizzazione	146.600,45	224.282,09		370.882,54
Area 2 - Propulsione e Cavitazione	208.056,53	217.223,30		425.279,83
Area 3 - Seakeeping e Manovrabilità	206.353,42	247.279,58		453.633,00
Area 4 - Vibrazioni e Rumore	146.844,70	208.414,42		355.259,12
Area 5 - Modelli e Metodi di Calcolo per Flussi Turbolenti	142.638,51	167.423,69		310.062,20
TOTALE	850.493,61	1.064.623,08		1.915.116,69

PROGRAMMA DI RICERCA SULLA SICUREZZA 2006-2008

CONTABILITÀ PER VOCI DI COSTO

VOCE DI COSTO	CAPITOLO/I DI SPESA	ESERCIZIO FINANZIARIO 2006	ESERCIZIO FINANZIARIO 2007	ESERCIZIO FINANZIARIO 2008	TOTALE
Personale		236.240,21	199.734,35	204.737,00	640.711,56
Collaboratori	1.2.1.003	0,00	22.697,67	22.550,86	45.248,53
Missioni	1.2.1.004	3.686,37	11.761,77	14.043,64	29.491,78
Convegni e congressi	1.2.1.005	1.163,90	2.108,80	6.385,16	9.657,86
Convenzioni e conferenzieri	1.2.1.006	0,00	0,00	2.738,04	2.738,04
Lavori affidati a terzi	1.2.1.007	25.773,34	4.774,56	0,00	30.547,90
Subforniture	1.2.1.008	0,00	0,00	0,00	0,00
Spese generali (95% delle spese di personale nel 2006, 92,7% nel 2007, 97,7% nel 2008)		224.428,20	185.153,74	200.028,05	609.609,99
TOTALE SPESE DI FUNZIONAMENTO		491.292,02	426.230,89	450.482,75	1.368.005,66
Ammortamento spese di investimento		24.507,89	30.495,19	36.440,78	91.443,86
TOTALE GENERALE		515.799,91	456.726,08	486.923,53	1.459.449,52

CONTABILITÀ PER AREE DI RICERCA

AREA DI RICERCA	ESERCIZIO FINANZIARIO 2006	ESERCIZIO FINANZIARIO 2007	ESERCIZIO FINANZIARIO 2008	TOTALE
Riduzione dei fattori di rischio di sinistri marittimi attraverso tecniche innovative di progettazione per la riduzione dei fattori di rischio di mezzi navali tramite ottimizzazione numerica di forma	131.501,29	199.269,84	185.333,09	516.104,22
Riduzione dei fattori di rischio per la sicurezza della navigazione connessi alla progettazione, verifica e gestione delle vie di fuga e dei sistemi di evacuazione di navi passeggeri	174.290,64	147.818,97	157.772,02	479.881,63
Riduzione dei rischi per la nave e per le persone derivanti dalla gestione della sicurezza attraverso controllo dinamico della risposta e dell'assetto della nave in condizioni di mare estremo	210.007,98	109.637,27	143.818,42	463.463,67
TOTALE	515.799,91	456.726,08	486.923,53	1.459.449,52

Allegato 1**Programmi di ricerca finanziati dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti****Programma N. 1 PROGRAMMA DI RICERCA INSEAN 2007-2009**

Obiettivi: Dare risposte alle esigenze dei progettisti che richiedono strumenti veloci, affidabili e a costo contenuto in grado di prevedere il comportamento delle navi e delle strutture marine così da poter eseguire le necessarie modifiche al progetto fin dalle sue fasi iniziali, riducendo in tal modo significativamente i costi complessivi.

Attività previste: Realizzazione di esperimenti orientati a comprendere la fisica dei fenomeni idrodinamici; necessità di disporre di modelli fisico-matematici idonei a trattare fenomeni di fluido dinamica complessi. Si citano a titolo di esempio: algoritmi di ottimizzazione delle carene volti a ridurre la resistenza all'avanzamento (minori potenze installate e minori consumi), miglioramento del comportamento della nave in condizioni meteo avverse e miglioramento della manovrabilità (maggiore sicurezza), riduzione del rumore irradiato interno-nave (aumento del benessere) ed irradiato all'esterno (ridotto inquinamento ambientale). Insieme di attività consistenti con la Simulation Based Design che è uno strumento essenziale della moderna ingegneria.

Organismi finanziatori: Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti; *Durata:* 36 mesi; *Data di inizio:* 01.01.2007

Si riportano di seguito le attività svolte per ciascuna delle 5 aree in cui è suddiviso il progetto.

Area 1: Resistenza Idrodinamica e Ottimizzazione

Obiettivi: Sono rappresentati dallo sviluppo delle tematiche di ricerca contenute nei seguenti 9 temi:

- Tema 1.1. Resistenza idrodinamica della nave
- Tema 1.2. Sicurezza della Navigazione – Idrodinamica di impatto
- Tema 1.3. Tecniche innovative di riduzione della resistenza all'avanzamento
- Tema 1.4. Problemi a singolo obiettivo: algoritmi di ottimizzazione globale
- Tema 1.5. Problemi a grande dimensione
- Tema 1.6. Modelli surrogati, meta-modelli
- Tema 1.7. Sviluppo e verifica di algoritmi di ottimizzazione in ambito (MDO)
Multidisciplinary Design Optimization
- Tema 1.8. Calcolo ad alte prestazioni con impiego di architetture parallele
- Tema 1.9. Sperimentazione su modelli in grande scala di barche a vela

Attività svolta nel 2008: Lo studio della dinamica di onde frangenti è proseguito con una attenta analisi dei cambiamenti indotti nella dinamica del processo di rottura da frangenti di diversa intensità ed il ruolo del numero di Reynolds sul decadimento di energia e sulla produzione di vorticità. Per le problematiche di impatto, è stata ricavata l'espressione analitica delle forze idrodinamiche generate nelle prime fasi dopo la partenza impulsiva di un disco inizialmente galleggiante sulla superficie libera. Nell'ambito delle tecniche innovative di riduzione di resistenza, attraverso l'analisi dei dati di misure PIV sono state quantificate le variazioni introdotte nel profilo di strato limite (velocità media e componenti turbolente) dalla presenza di microbolle in bassissime concentrazioni. È proseguito lo sviluppo del modello

PSO, che è stato accoppiato con un modello di penalità per la soluzione di problemi di ottimo vincolato, ed è stato applicato alla soluzione di un problema di ottimizzazione multidisciplinare (MDO). È stata inoltre effettuata la globalizzazione di un modello a fedeltà variabile, eliminando la dipendenza da informazioni di carattere locale quale il gradiente della funzione obiettivo: tale algoritmo è stato applicato alla ricerca della forma ottima di una carena di superficie.

L'attività svolta è documentata dai Rapporti INSEAN: 2007-059/pp, 2008-016/ci, 2008-017/ci, 2008-026/ci, 2008-027/ci, 2008-028/ci, 2008-031/pp, 2008-035/rt, 2008-038/ci, 2008-041/ci, 2008-057/rt, 2008-058/rt, 2008-064/ci, 2008-065/pi, 2008-069/pp

Area 2: Propulsione e Cavitazione

Obiettivi: Sono rappresentati dallo sviluppo delle tematiche di ricerca contenute nei seguenti 7 temi:

- Tema 2.1. Idrodinamica di eliche non cavitanti
- Tema 2.2. Eliche cavitanti
- Tema 2.3. Propulsori azimutali
- Tema 2.4. Propulsori per navi veloci
- Tema 2.5. Problematiche legate alla propulsione navale
- Tema 2.6. Studio di sistemi ad elica per la produzione di energia pulita dalle correnti marine ed eoliche
- Tema 2.7. Metodologie previsionali delle prestazioni propulsive al vero

Attività svolta nel 2008: Sono stati progettati e realizzati i setup sperimentali necessari all'esecuzione degli esperimenti previsti nelle diverse tematiche. Sono in fase di realizzazione presso i tunnel di cavitazione del CEIMM ed il Canale di Circolazione gli esperimenti previsti per i temi 2.1, 2.2 e 2.5. Le attività sperimentali previsti nel tema riguardante la propulsione per navi veloci sono state concluse. Le attività numeriche e teoriche per lo sviluppo di metodi ibridi RANS-BEM sono in fase avanzata e le prime applicazioni sono programmate per il 2009.

L'attività svolta è documentata dai Rapporti INSEAN: 2006-054/pp, 2008-005/ci, 2008-008/ci, 2008-011/rt, 2008-068/rt, 2008-070/rt, 2008-080/pp, 2008-084/cn, 2008-085/ci, 2008-094/rt, 2008-095/pp, 2008-096/pp, 2008-097/ci, 2008-104/ci, 2008-105/rt, 2008-107/rt, 2008-108/ci, 2008-109/rt, 2008-110/rt, 2008-111/rt, 2008-113/pp

Area 3: Sea-keeping e Manovrabilità

Obiettivi: Sono rappresentati dallo sviluppo delle tematiche di ricerca contenute nei seguenti 2 temi:

- Tema 3.1. Tenuta al Mare dei Veicoli Marini
- Tema 3.2. Manovrabilità dei Veicoli Marini

Attività svolta nel 2008: L'attività svolta ha riguardato i seguenti punti:

- a) Studio del fenomeno di sloshing.
- b) Tenuta al mare in condizioni di moti di grande ampiezza
- c) Manovrabilità in onda di scafi semidislocanti

Per quanto riguarda il punto a) l'attenzione è stata focalizzata allo studio del fenomeno di impatto sulle pareti laterali di un contenitore parzialmente riempito di acqua e sottoposto a moto forzato. Per tenere conto dello *scaling* dei carichi impulsivi che caratterizzano l'impatto, in presenza di fenomeni di intrappolamento di aria, sono state effettuate prove sperimentali variando la pressione interna al contenitore.

Per quanto riguarda il punto b) è stato portato avanti lo sviluppo e la validazione di un codice di tenuta al mare non lineare per la previsione dei moti nave in presenza di fenomeni di interazione violenta con i sistemi ondosi incidenti, quali slamming e acqua sul ponte. Sono stati altresì effettuati test sperimentali al fine di validare l'algoritmo sviluppato.

Per quanto riguarda il punto c) sono state effettuate prove sperimentali per lo studio della manovrabilità di un monoscafo semidislocante in acqua calma e in presenza di sistemi d'onda incidenti regolari. Sono stati misurati moti, le forze laterali ed i sistemi di onda che investono il modello.

L'attività svolta è documentata dai Rapporti INSEAN: 2008-001/ci, 2008-018/rt, 2008-036/ci, 2008-037/ci, 2008-066/ci, 2008-072/ci, 2008-073/ci, 2008-083/rt, 2008-088/ci, 2008-089/ci, 2008-090/ci, 2008-091/ci, 2008-092/pa

Area 4: Vibrazioni e Rumore

Obiettivi: Sono rappresentati dallo sviluppo delle tematiche di ricerca contenute nei seguenti 7 temi:

- Tema 4.1. Studio del comportamento idroelastico di strutture navali
- Tema 4.2. Analisi del fenomeno delle vibrazioni indotte dal rilascio di vortici sui risers
- Tema 4.3. Metodologie di analisi di sistemi navali complessi
- Tema 4.4. Studio di mezzi navali non convenzionali
- Tema 4.5. Analisi vibro-acustica di strutture navali
- Tema 4.6. Simulazione del rumore generato da apparati propulsivi
- Tema 4.7. Modelli per applicazioni di acustica subacquea

Attività svolta nel 2008: Nell'ambito della rappresentazione del comportamento vibrazionale della nave, è stato sviluppato un solutore idroelastico per la soluzione del problema di risposta flessionale. Tale solutore è stato sviluppato secondo uno schema generale che prevede il calcolo dei carichi mediante un solutore esterno costituito da un codice di tenuta al mare o da un esperimento.

Relativamente allo studio di mezzi navali complessi, sono state portate avanti le tecniche di identificazione dei sistemi elastici accoppiati a fluido allo scopo di estrarre una base funzionale limitata che consenta lo sviluppo di un modello di ordine ridotto. La tecnica di estrazione è basata sull'algoritmo della proper orthogonal decomposition che consente di selezionare i modi del sistema secondo un criterio di ottimalità dal punto di vista energetico.

Nell'ambito dello studio dei sistemi navali non convenzionali, l'analisi ha riguardato lo studio della risposta alle perturbazioni del moto (rigido ed elastico) del sistema e del loro controllo. Il sistema in questione è un mezzo marino ibrido in effetto suolo per quanto riguarda la parte di sostentamento tramite le ali e in effetto di superficie libera per quanto concerne le superfici di governo.

È proseguita l'attività di sviluppo del modello TAEA (Time Asymptotic ensemble Energy Average) per lo studio del comportamento dinamico di strutture complesse ed incerte. In particolare l'attività è stata incentrata nella validazione del modello TAEA e delle modifiche ad esso effettuate nel corso dell'anno precedente, che hanno consentito di superare alcune importanti limitazioni quali la condizione di forte accoppiamento tra strutture e quella di

interazione multipla tra sottosistemi.

Nell'ambito di analisi e sviluppo di metodi numerici volti alla simulazione di flussi a superficie libera, è stata implementata una nuova tecnica di simulazione basata sull'uso combinato di particelle prive di massa e della funzione Level-Set, in cui il tracciamento dell'interfaccia è governato dal moto delle particelle e dall'evoluzione di grandezze geometriche locali (normale e curvatura) ad esse associate. In tal modo si elimina l'integrazione nel tempo dell'equazione di trasporto per la funzione Level-Set, evitando i ben noti problemi di dissipazione numerica ad essa associati.

L'attività svolta è documentata dai Rapporti INSEAN: 2006-051/pp, 2006-054/pp, 2007-014/pa, 2007-096/pa, 2008-074/rt, 2008-082/ci, 2008-087/rt, 2008-100/ci, 2008-101/ci, 2008-102/rt, 2008-106/ci,

Area 5: Modelli e Metodi di Calcolo per Flussi Turbolenti

Obiettivi: Sono rappresentati dallo sviluppo delle tematiche di ricerca contenute nei seguenti 2 temi:

Tema 5.1. Metodi numerici per la simulazione di flussi di interesse navale

Tema 5.2. Modelli matematici per flussi di interesse navale

Attività svolta nel 2008: Seguendo le linee di ricerca già avviate nell'anno precedente, si è proseguito nello sviluppo di tecniche per la simulazione di flussi turbolenti non stazionari in presenza di una superficie di separazione aria-acqua. In particolare, l'attenzione è stata focalizzata su algoritmi tipo "level-set" applicati alla simulazione di flussi in cui l'interfaccia evolve nel tempo.

Mediante gli algoritmi implementati sono state simulate situazioni fisiche di specifico interesse nell'ambito dell'ingegneria navale e dunque caratterizzate sia da complessità geometrica che da variabilità temporale indotta o dal moto imposto degli organi di governo e di propulsione e/o dalla risposta del veicolo marino all'azione forzante dovuta alla presenza di onde. Le simulazioni sono state concentrate su carene di differente tipologia, al fine di valutarne le capacità di tenuta a mare e di manovra.

Date le peculiarità dei problemi in esame, la trasposizione discreta dei modelli matematici è avvenuta mediante utilizzo di reticoli costituiti da blocchi strutturati con sovrapposizione parziale, la cui posizione reciproca può essere variabile nel tempo. Tali tecniche di discretizzazione si sono rivelate particolarmente vantaggiose sia nella descrizione geometrica di corpi di forma realistica e pertanto complessa (quali carene con appendici e propulsori), sia nella modellazione di problemi fisici in cui ci sia una variazione temporale della frontiera del dominio di calcolo (per esempio, nei casi di moto delle appendici della carena oppure di un propulsore in rotazione, o ancora nella simulazione del flusso intorno a carene in manovra in acque ristrette). Tali tecniche hanno consentito una notevole riduzione dell'impegno temporale richiesto per la generazione del reticolo e inoltre una grande semplificazione nello sviluppo e l'implementazione di algoritmi di tipo generale (svincolati cioè dal problema specifico). Ovviamente, ciò è stato possibile solo grazie allo sviluppo di algoritmi di calcolo in grado di fornire in maniera efficiente e automatica tutte le relazioni di connessione fra i vari blocchi della griglia. Tali algoritmi sono stati inglobati nei codici di simulazione tipo RANSE (Reynolds Averaged Navier-Stokes Equations) sviluppati all'INSEAN nel corso dei precedenti programmi di ricerca.

L'attività di ricerca sviluppata nel corso del 2008 è stata inoltre dedicata all'analisi e allo sviluppo di algoritmi di discretizzazione di ordine elevato per i termini convettivi, di pressione e della divergenza nelle equazioni che governano la dinamica del fluido (equazioni

di Navier-Stokes), al fine di ottenere un aumento dell'accuratezza della soluzione numerica a parità di onere di calcolo. In particolare, sono stati analizzati, sviluppati e implementati schemi di discretizzazione del terzo e del quarto ordine e i risultati confrontati con i preesistenti schemi del secondo ordine. I risultati ottenuti nella simulazione di problemi di interesse navale hanno confermato che per ottenere un determinato livello di accuratezza si possono impiegare reticoli aventi un numero di punti di circa un ordine di grandezza inferiore rispetto a quanto richiesto dall'impiego di schemi accurati al secondo ordine.

L'attività svolta è documentata dai Rapporti INSEAN: 2008-012/rt, 2008-028/ci, 2008-029/ci, 2008-030/ci, 2008-076/ci, 2008-077/ci, 2008-078/ci, 2008-079/ci, 2008-093/pa

Programma N. 2 PROGRAMMA DI RICERCA SULLA SICUREZZA 2006-2008

Obiettivi: Sviluppo di nuove metodologie di calcolo e sperimentali mirati al conseguimento di:

- a) Riduzione dei fattori di rischio di sinistri marittimi attraverso tecniche innovative di progettazione di mezzi navali basate sull'ottimizzazione numerica di forma
- b) Riduzione dei fattori di rischio per la sicurezza della navigazione connessi alla progettazione, verifica e gestione delle vie di fuga e dei sistemi di evacuazione di navi passeggeri
- c) Riduzione dei rischi per la nave e per le persone derivanti dalla gestione della sicurezza attraverso controllo dinamico della risposta e dell'assetto della nave in condizioni di mare estremo

Organismi finanziatori: Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti; *Durata:* 36 mesi;
Data di inizio: 1.01.2006

Attività svolta nel 2008:

Relativamente al punto a):

a.1) Nell'ambito delle tecniche di ottimizzazione multidisciplinare, lo sviluppo ha principalmente riguardato l'interfacciamento del codice di ottimizzazione con solutori sviluppati in ambito aero/idro-elastico per la soluzione di problemi di interesse navale. Una prima applicazione ha portato alla soluzione del problema dell'ottimizzazione di una chiglia di deriva per una barca a vela sottoposta ad intensi carichi strutturali.

a.2) Per quanto concerne il problema della interazione tra due scafi, sono stati studiati i risultati prodotti dagli esperimenti precedentemente realizzati. In particolare, è stato analizzato l'esperimento condotto su due diversi scafi, avanzanti lungo rotte rettilinee parallele alla medesima velocità di avanzamento, sia in acqua calma che in presenza di onde.

a.3) Riguardo al problema del controllo delle vibrazioni, ai modelli descrittivi messi a punto negli anni precedenti è stato associato un metodo di ottimizzazione della posizione dei sensori atto a potenziare le capacità attuative dei sensori stessi per migliorare l'efficacia dello smorzamento sulle vibrazioni.

Relativamente al punto c):

c.1) Studio del comportamento della nave in presenza di falla. È stata progettata e condotta una campagna sperimentale mediante un modello compartimentato di nave. Particolare enfasi è stata data allo studio delle fasi transitorie che caratterizzano gli istanti iniziali in cui la falla si forma favorendo l'ingresso di acqua all'interno della stessa nave.

c.2) Studio teorico e numerico del fenomeno di sloshing in acqua bassa attraverso l'utilizzo del solutore SPH. L'analisi è stata focalizzata sullo studio dell'influenza della viscosità nella

evoluzione dei sistemi ondosi all'interno del contenitore posto in oscillazione forzata, nonché sui carichi locali rilevati sulle pareti del contenitore stesso.

c.3) Studio del problema della riduzione degli effetti dell'impatto sui mezzi di salvataggio. Attraverso la soluzione numerica di formulazioni semi-analitiche è stato possibile studiare l'influenza di alcuni parametri geometrici su tali carichi allo scopo di poter fornire in futuro indicazioni progettuali sulla loro costruzione.

c.4) Studio teorico, numerico e sperimentale della idrodinamica degli scafi veloci. È stata eseguita una campagna sperimentale sul modello in scala della nave Athena, al variare del numero di Froude e dell'angolo di deriva, sia in acqua calma che in presenza di sistemi di onda incidente regolari. Sono stati misurati i moti del modello, le forze ed i momenti laterali, nonché sistemi di onda incidente.

Relativamente al punto d):

d.1) Studio teorico e numerico dell'impatto dell'onda sul ponte di una nave. Per lo studio del problema dell'imbarco d'acqua nelle diverse condizioni, è stato sviluppato un codice di tenuta al mare nonlineare capace di trattare problemi tridimensionali. A tale codice è stato accoppiato il solutore locale per la descrizione del flusso associato al fenomeno di imbarco d'acqua. I risultati ottenuti sono stati validati con i dati ottenuti in idonee campagne sperimentali.

d.2) Studio teorico e numerico dei moti di grande ampiezza di una nave in mare formato. Sviluppo di modelli per la simulazione dei flussi multi-fase associati agli eventi di beccheggio violento ed inclusione di questi solutori nello schema generale di soluzione della tenuta al mare di cui al punto d.1). Risultati sono stati ottenuti per la valutazione dell'influenza del fenomeno di imbarco d'acqua sulla dinamica dei moti verticali di una nave in onda.

d.3) Analisi della risposta in mare proveniente da poppa di una nave da crociera. I dati relativi alla campagna sperimentale sono stati analizzati evidenziando l'occorrenza degli impatti della carena sull'acqua, le intensità delle vibrazioni indotte, e le conseguenze sul comfort e sui cicli di carico della struttura. È stato pertanto possibile individuare le condizioni di navigazione maggiormente pericolose per la struttura nave.

d.4) Applicazione dell'algoritmo della proper orthogonal decomposition alla stima dei parametri modali di un modello elastico segmentato in avanzamento in mare formato. L'algoritmo è stato applicato a tipi di dati differenti, in particolare accelerometri ed estensimetrici. È stata svolta un'analisi di incertezza sugli algoritmi utilizzati allo scopo di comprendere la possibilità di determinare in modo affidabile una eventuale variazione di rigidezza rappresentativa di un danneggiamento progressivo occorso alla struttura.

L'attività svolta è documentata dai Rapporti INSEAN: 2005-070/pp, 2005-076/pp, 2008-001/ci, 2008-021/ci, 2008-025/rt, 2008-036/ci, 2008-041/ci, 2008-066/ci, 2008-071/ci, 2008-072/ci, 2008-073/ci, 2008-081/ci, 2008-083/rt, 2008-088/ci, 2008-089/ci, 2008-090/ci, 2008-091/ci, 2008-092/pa, 208-103/ci, 2008-106/ci

Progetti di ricerca cofinanziati

Progetto N. 1 NICOP “Capsizing”

Obiettivi: Studio della stabilità di veicoli marini in condizioni meteo-marine estreme e realizzazione di un data-base sperimentale per la validazione di modelli numerici per la previsione dei valori limite che portano al capovolgimento della nave.

Organismi finanziatori: Office of Naval Research (U.S. Navy); *Durata:* 48 mesi; *Data di inizio:* 1.04.2004

Attività svolta nel 2008: È stata realizzata l’analisi dei dati sperimentali ottenuti nel 2007. Il progetto è terminato il 31 Marzo del 2008.

L’attività svolta è documentata dal Rapporto INSEAN:2008-026/rt

Progetto N. 2 VIRTUE “The Virtual Tank Utility in Europe”

Obiettivi: Progetto internazionale per la realizzazione di una vasca navale virtuale, dove le sperimentazioni sono simulate tramite modelli matematici. Il progetto è costituito dall’integrazione di quattro sottoprogetti: il virtual towing tank, il virtual maneuvering basin, il virtual sea keeping tank, il virtual cavitation lab. L’INSEAN è impegnata nel virtual cavitation lab.

Organismi finanziatori: Unione Europea; *Durata:* 48 mesi; *Data di inizio:* 1.01.2005. Nel corso del 2008 è stata accordata dall’UE l’estensione del progetto fino al 31/05/2009.

Attività svolta nel 2008: Sono state eseguiti studi numerici mediante applicazione del modello computazionale basato su tecnica BEM per la previsione della cavitazione su eliche navali in flusso uniforme e non uniforme. Gli studi hanno riguardato la previsione delle fluttuazioni di pressione indotte da eliche non-cavitanti e cavitanti su superfici rigide in prossimità dell’elica.

Inoltre, è stata sviluppata una procedura per l’impiego di detti codici nel processo di design di eliche navali ad elevate prestazioni.

In parallelo, è proseguita l’attività di validazione del modello ibrido RANS/BEM per la simulazione del sistema elica-carena. Le applicazioni studiate riguardano la simulazione di un test di auto-propulsione volto a determinare il punto di lavoro dell’elica per assegnate condizioni di velocità nave e potenza impiegata.

Inoltre, è proseguita l’implementazione dei modelli numerici suddetti nella piattaforma di integrazione del software VIRTUE nota come VIP (Virtual Integration Platform).

Infine, l’INSEAN ha organizzato il Secondo Workshop VIRTUE-Workpackage 4 avente per tema “RANS Calculations of Cavitating Propellers in uniform flow.” Il Workshop si è svolto all’INSEAN nell’ottobre 2008 e fa seguito alla prima edizione organizzata dal MARIN in Olanda. Il contributo tecnico dell’INSEAN al Workshop ha riguardato sia l’elaborazione di data sperimentali per la validazione dei codici numerici, sia l’analisi comparativa dei risultati relativi alla modellazione di flussi cavitanti ottenuti con i modelli computazionali sviluppati dall’INSEAN e dagli altri partner nel progetto.

L’attività svolta è documentata dai Rapporti INSEAN:2008-005/ci, 2008-011/rt, 2008-098/ci, 2008-109/rt, 2008-110/rt, 2008-111/rt

Progetto N. 3 NICOP “Global Optimization Methods Applied to High-Speed Ship Design”

Obiettivi: Sviluppo di algoritmi per l’ottimizzazione globale del progetto di navi ad alta velocità.

Organismi finanziatori: Office of Naval Research (U.S. Navy); *Durata:* 36 mesi; *Data di inizio:* 1.04.2005

Attività svolta nel 2008: È stata conclusa la fase di soluzione di alcuni problemi di ottimizzazione globale di elevata complessità, sia a singolo obiettivo che multiobiettivo: sono stati considerati la resistenza totale all’avanzamento ed i moti verticali (accelerazione e velocità verticali ottenuti da previsioni di seakeeping). Particolare attenzione è stata dedicata alla implementazione di vincoli geometrici e funzionali realistici, fissati in collaborazione con il cantiere americano Bath Iron Works (che ha inoltre fornito la forma iniziale del catamarano da ottimizzare), che ha collaborato in questa fase attraverso un progetto parallelo (sempre finanziato dall’ONR). È stata inoltre completata la verifica sperimentale della soluzione del problema multi obiettivo: è stato verificato il miglioramento ottenuto mediante un insieme di prove comparative tra il modello originale ed il modello ottimizzato.

L’attività svolta è documentata dai Rapporti INSEAN: 2008-039/ci, 2008-040/ci

Progetto N. 4 SUPERPROP “Superior Life-time Operation Economy of Ship Propellers”

Obiettivi: Studio dei problemi connessi alla perdita di efficienza nel tempo delle eliche navali, per mezzo di un approccio teorico-sperimentale, con particolare attenzione alle navi speciali da lavoro quali pescherecci e rimorchiatori.

Organismi finanziatori: Unione Europea; *Durata:* 36 mesi prorogati a 42 mesi; *Data di inizio:* 1.05.2005; *Data di ultimazione:* 30/10/2008.

Attività svolta nel 2008: Sono state svolte attività di tipo sperimentale utilizzando la seconda versione di propulsori non convenzionali per i due tipi di imbarcazioni. Sono inoltre state svolte simulazioni numeriche riguardanti il regime di cavitazione.

A chiusura del progetto sono state redatte tutte le Deliverables riguardanti i Work Packages in cui l’INSEAN era coinvolto, come pure le rendicontazioni economiche previste dal contratto europeo.

L’attività svolta è documentata nelle “Deliverables” inviate alla Comunità europea. (le stesse sono disponibili in rete nel sito ufficiale del progetto: <http://canal.etsin.upm.es/superprop/> e) dal Rapporto INSEAN: 2008-107/rt

Progetto N. 5 ViSIR

Obiettivi: Studio, con simulazioni numeriche e sperimentali, delle interazioni tra due navi durante una manovra di rifornimento in mare (Replenishment At Sea) e tra mezzo da sbarco e nave “madre” nelle fasi di entrata ed uscita del mezzo dal bacino della nave (Operation of a Landing Craft in the Dock of an LPD) così da sviluppare una metodologia

numerica previsionale che consenta di verificare, già in fase di progetto, l'operatività dei mezzi navali in questi delicati momenti operativi.

Organismi finanziatori: Marina Militare Italiana; *Durata:* 36 mesi; *Data di inizio:* 17.10.2005. La data di ultimazione è stata prorogata al 18/03/2009.

Attività svolta nel 2008: Sono state analizzate le prove sperimentali in acqua calma ed in mare ondosio per la determinazione delle forze scambiate tra due navi che si muovono su rotte parallele a velocità costante ed uguale tra loro.

Sono state utilizzate delle tecniche numeriche per la soluzione di problemi di *sloshing* e sono stati applicati i modelli matematici 2D e 3D per l'evoluzione della superficie liquida sviluppati in precedenza.

Sono state infine eseguite prove sperimentali per l'unità LCU all'interno del bacino dell'unità LPD sia nel caso di unità LPD ferma sia in movimento, nonché le prove di *sloshing* 3D.

È stato acquisito un impianto di prova per problemi di *sloshing* tridimensionali e sono state pianificate le prove per la validazione dei modelli matematici 2D e 3D sviluppati in precedenza.

L'attività svolta è documentata dai Rapporti INSEAN: 2008-024/rt, 2008-041/ci, 2008-056/rt

Progetto N. 6 “Swirl Jet Study”

Obiettivi: Studio dell'idrodinamica di sistemi d'escavazione del letto marino con eliche intubate per la posa sottomarina di cavi, al fine di migliorare il processo di erosione dal punto di vista della capacità e del controllo.

Organismi finanziatori: Unione Europea; *Durata:* 24 mesi; *Data di inizio:* 1.11.2005. Per causa sospensiva, la data di chiusura è stata posticipata al 2008.

Attività svolta nel 2008: L'attività ha riguardato la scrittura di lavori scientifici sul tema dell'interazione tra un getto dotato di swirl ed una parete

*L'attività svolta è documentata dai Rapporti INSEAN:*2008-013/rt, 2008-086/ci

Progetto N. 7 MOBIPROP “Simulation of unsteady high Reynolds number flows around ship hulls with moving appendages and propeller”

Obiettivi: Sviluppo di algoritmi per la simulazione e lo studio del flusso intorno a carene di navi con elica ed appendici in movimento, mediante soluzione numerica delle equazioni di Navier-Stokes mediate alla Reynolds. Studio del problema di accoppiamento elica-carena, analisi dei carichi indotti sulle strutture, analisi della traiettoria della nave indotta dal movimento degli organi di governo.

Organismi finanziatori: Marina Militare Italiana; *Durata:* 36 mesi; *Data di inizio:* 15.02.2006

Attività svolta nel 2008: Sviluppo di algoritmi per la simulazione del flusso intorno a carene di navi con elica ed appendici in movimento, mediante soluzione numerica delle equazioni di Navier-Stokes mediate alla Reynolds. Progettazione e realizzazione dell'attività

sperimentale relativa alla caratterizzazione del flusso intorno ad un propulsore dietro carena.

L'attività svolta è documentata dai Rapporti INSEAN: 2008-002/rt, 2008-020/rt, 2008-029/ci, 2008-033/rt, 2008-034/rt, 2008-075/rt, 2008-076/ci, 2008-077/ci, 2008-078/ci, 2008-079/ci, 2008-099/cn, 2008-104/ci

Progetto N. 8 6DOF RANSE II/MOU

Obiettivi: Una nave in mare formato può essere soggetta a moti di grande ampiezza che inducono elevate sollecitazioni strutturali e, in condizioni estreme, possono portare anche al capovolgimento della stessa. Il progetto intende rimediare ad una carenza del “mercato” rendendo disponibili strumenti di calcolo affidabili per la previsione del campo fluidodinamico e, conseguentemente, dei relativi carichi idrodinamici locali e globali agenti sullo scafo.

Organismi finanziatori: Marina Militare Italiana; *Durata:* 34 mesi; *Data di inizio:* 29.06.2006

Attività svolta nel 2008: Previsione numerica del moto di rollio, per un modello in scala della nave classe Comandanti, basato sull'utilizzo di un metodo teorico-numerico URANSE.

Validazione attraverso il confronto dei risultati sperimentali ottenuti da una apposita campagna sperimentale in bacino rettilineo e dalle prove al vero su una unità della classe Comandanti.

Previsione teorico-numerica dei moti verticali e dei carichi strutturali di una nave che avanza in mare formato, anche in presenza di moti di grande ampiezza. Validazione attraverso una apposita campagna sperimentale in bacino su modello ed attraverso l'analisi dei risultati delle prove al vero condotte su di una nave della classe Comandanti.

Esecuzione di una campagna di prove sperimentali per lo studio del fenomeno di slamming su sezioni di geometria cilindrica. I dati sono stati utilizzati per la validazione di modelli teorico-numerici precedentemente sviluppati all'interno del Progetto stesso.

L'attività svolta è documentata dai Rapporti INSEAN: 2008-004/rt, 2008-009/rt, 2008-010/rt, 2008-022/rt, 2008-023/rt, 2008-037/ci, 2008-042/rt, 2008-043/rt, 2008-044/rt, 2008-045/rt, 2008-046/rt, 2008-049/rt, 2008-050/rt, 2008-051/rt, 2008-052/rt, 2008-053/rt, 2008-054/rt, 2008-055/rt, 2008-059/rt, 2008-060/rt, 2008-061/rt, 2008-062/rt, 2008-063/rt, 2008-073/ci

Progetto N. 9 SiReNa-Prop “Acoustic/Optical Signature Reduction of Naval Propulsors”

Obiettivi: Il progetto, articolato nei quattro temi: A) Identificazione delle sorgenti idrodinamiche di rumore, B) segnatura ottica della scia di bolle, C) modellazione idro-acustica e sua caratterizzazione, D) modellazione elasto-acustica, ha come obiettivo lo sviluppo e la validazione di modelli teorici e strumenti computazionali per l'analisi della segnatura acustica ed ottica di eliche navali.

Organismi finanziatori: Marina Militare Italiana; *Durata:* 36 mesi; *Data di inizio:* 27.07.2006. Per causa sospensiva, la data di chiusura è stata posticipata al 2.02.2010.

Attività svolta nel 2008: Per quanto riguarda il lotto A, è stato realizzato un generatore