

- 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 2007:* La risposta idroelastica di porzioni di scafo a cluster di impatti è stata studiata tramite modelli teorici per la modellazione del carico e simulazioni numeriche della risposta accoppiata. I risultati ottenuti sono stati validati attraverso il confronto con dati sperimentali al vero forniti dal CETENA.

Il metodo TAEA (Time Asymptotic ensemble Energy Average), sviluppato nel corso degli ultimi anni per l'analisi della risposta di sistemi complessi ed incerti, è stato esteso nella sua formulazione matematica al caso di forte accoppiamento tra le sottostrutture che costituiscono un sistema meccanico complesso.

La possibilità di estendere i modelli predittivi per l'analisi della risposta vibro-acustica di porzioni di scafo eccitate dallo strato limite turbolento al caso di flussi in presenza di gradienti di pressione è stata valutata sulla base di simulazioni RANS del campo medio e di dati sperimentali di pressione fluttuante acquisiti in vasca.

Lo sviluppo di tecniche numeriche per la simulazione di flussi multifase è proseguito con l'implementazione della metodologia *Level-Set* per il tracciamento dell'interfaccia, lo studio di schemi alle differenze finite di ordine superiore (ENO/WENO e Runge-Kutta) e l'implementazione di un solutore Poisson per funzioni discontinue.

Il mantenimento delle competenze e di sviluppo numerico per la soluzione dell'equazione di Ffowcs Williams-Hawkings ha portato ad analizzare problemi inerenti il volo in discesa di un elicottero (con particolare enfasi sugli effetti delle interazioni aeroelastiche tra rotore e fusoliera e dello scattering di quest'ultima) e a confrontare metodi numerici alternativi per la caratterizzazione idroacustica di eliche navali.

*L'attività svolta è documentata dai Rapporti INSEAN: 2006-054/pa, 2007-015/ci, 2007-023/rt, 2007-076/rt, 2007-098/ci, 2007-099/ci, 2007-105/pp, 2007-106/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 2007:* Sono state analizzate le tecniche per la simulazione di flussi non stazionari nell'ambito delle tecniche tipo "surface capturing" e in particolare nella categoria di algoritmi che vengono classificati come "level-set". Sono stati studiati, in particolare, i problemi relativi alla simulazione di flussi con superficie libera che evolve, quali quelli relativi alla formazione ondosa intorno a navi in manovra o intorno a schiere di cilindri investiti da un treno di onde. Tutte queste tecniche sono state studiate, e i relativi algoritmi realizzati, mediante discretizzazione delle equazioni di Navier-Stokes su reticoli con sovrapposizione parziale per problemi non stazionari in geometrie variabili nel tempo. La scelta della discretizzazione temporale è stata orientata verso algoritmi completamente impliciti, in modo da rimuovere, nella scelta del passo temporale, ogni vincolo diverso da

quello indotto dalla richiesta accuratezza.

È stato quindi affrontato il problema della simulazione del flusso in presenza di variazioni di forma del dominio di calcolo; tale situazione si presenta nelle applicazioni in cui, per esempio, ci sia moto delle appendici della carena oppure un propulsore in rotazione, o ancora nella simulazione del flusso intorno a carene in manovra in acque ristrette. A tal fine, sono stati studiati algoritmi di discretizzazione del dominio mediante reticoli strutturati a blocchi, in cui lo spazio intorno a ciascun corpo nel dominio è descritto mediante un gruppo di blocchi che si muove rigidamente con esso. Ciò comporta necessariamente una parziale sovrapposizione dei blocchi di calcolo, la cui mutua interconnessione deve essere calcolata ad ogni istante. Mediante le tecniche sviluppate, è stato possibile calcolare, per esempio, il flusso intorno a una carena di cui sia stato assegnato il moto, in maniera da simulare la manovra che si esegue nel bacino mediante il "Planar Motion Mechanism" (PMM) e studiare gli eventuali effetti di bloccaggio dovuti alle pareti del bacino.

Sono stati infine studiati ed applicati modelli di turbolenza adatti alla simulazione del flusso intorno a corpi tozzi con significative zone di separazione e di circolazione, per i quali le simulazioni eseguite mediante i tradizionali modelli di turbolenza tipo RANSE sono inadeguate. Per questo motivo sono stati studiati e applicati modelli tipo DES (Detached-Eddy Simulation), in cui si rinuncia a seguire l'evoluzione diretta delle strutture turbolente nello strato limite (dove si mantengono modelli differenziali a una o due equazioni tipo RANSE tradizionali), mentre le grandi strutture turbolente lontane dal corpo vengono simulate in maniera diretta; ciò si ottiene mediante una trasformazione continua del modello, da RANSE a LES (Large Eddy Simulation), che dipende dalle caratteristiche della griglia di calcolo e dalla distanza dalla parete.

*L'attività svolta è documentata dai Rapporti INSEAN: 2005-037/pp, 2006-057/pp, 2006-060/pp, 2007-007/rt, 2007-012/ci, 2007-039/rt, 2007-045/ci, 2007-051/ci, 2007-052/ci*

### **Programma N. 3 PROGRAMMA DI RICERCA SULLA SICUREZZA 2006-2008**

*Obiettivi:* Studio della riduzione dei fattori di rischio dei veicoli marini e dei mezzi da diporto con l'introduzione di tecniche di progettazione innovative che includano tra gli obiettivi la valutazione dell'affidabilità del mezzo, la previsione e il controllo della risposta della nave in condizioni meteo-marine avverse, il monitoraggio strutturale della nave, la gestione delle emergenze conseguenti ai sinistri, ivi compreso il comportamento della nave danneggiata e l'analisi delle operazioni di evacuazione del mezzo.

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

*Attività svolta nel 2007:* Nell'ambito delle tecniche di ottimizzazione multidisciplinare (MDO), sono state valutate le prestazioni di algoritmi di tipo SWARM al fine di globalizzare la ricerca dell'ottimo. Inoltre, per ridurre ulteriormente i tempi di calcolo, è stata implementata una versione parallela degli stessi algoritmi. La loro applicazione è stata sperimentata su problemi a singolo obiettivo e multiobiettivo.

Il problema dell'interazione tra due scafi è stato affrontato sperimentalmente nelle condizioni di acqua tranquilla e di mare ondosio. Gli effetti connessi all'interazione di due diverse navi sono stati studiati strumentando opportunamente due modelli di navi, in moto rettilineo uniforme su rotte parallele. Le misure sono state effettuate per diversi stati di mare e per due diverse velocità di avanzamento.

È stato messo a punto un sistema di controllo delle vibrazioni basato su piezoelettrici aventi

capacità sia di sensori che di attuatori. Tale sistema è stato applicato al controllo delle vibrazioni di un semplice sistema meccanico elastico.

Si è svolta un'indagine teorica e numerica del fenomeno di sloshing in un contenitore soggetto a moto forzato di rollio, per lo studio del quale è stato messo a punto un modello numerico SPH basato sulla soluzione delle equazioni di Navier-Stokes. Tale studio è finalizzato all'analisi del moto del liquido in un compartimento danneggiato, del quale è in corso di preparazione la corrispondente campagna sperimentale.

Si è svolto uno studio sperimentale e numerico di fenomeni di impatto all'interno di un contenitore in moto forzato, sia con livelli di riempimento bassi/parziali che prossimi alla profondità critica. Particolare attenzione è stata dedicata ai fenomeni di asimmetria (spaziale e temporale) che caratterizzano la propagazione di sistemi ondosi all'interno del contenitore e alla loro transizione verso fenomeni caotici, nonché alla dinamica degli impatti contro le pareti laterali del contenitore stesso.

Si è svolto uno studio teorico, numerico e sperimentale della idrodinamica degli scafi veloci. È stata effettuata una campagna sperimentale mirata alla misura delle forze e dei sistemi ondosi attorno ad un natante semidislocante ad alto numero di Froude, sia in configurazione mono che multiscafo. I risultati sperimentali sono stati confrontati con quelli ottenuti da diversi modelli teorico-numericamente sviluppati.

Si è svolto uno studio teorico e numerico dell'impatto dell'onda sul ponte di una nave, con particolare attenzione all'evoluzione del fenomeno di intrappolamento dell'aria durante la prima fase dell'impatto. È stato messo a punto a tal riguardo un algoritmo numerico per lo studio di tali flussi multifase caratterizzati da elevata complessità.

Si è svolto uno studio teorico e numerico dei moti di grande ampiezza di una nave in mare formato. Sviluppo di modelli teorico-numericamente basati sull'ipotesi di flusso a potenziale per la determinazione dei moti globali di grande ampiezza in mare formato e dei conseguenti carichi locali che da questi ne conseguono, con particolare attenzione al fenomeno di bottom slamming. È stato messo a punto un modello numerico SPH completamente 3D, basato sulla soluzione delle equazioni di Eulero, per lo studio dell'impatto della prua di una nave sulle onde.

Si è svolta un'analisi della risposta in mare proveniente da poppa di una nave da crociera. Al riguardo, è stata progettata ed effettuata una nuova campagna di misura con l'utilizzo di sonde capacitive per il rilievo e il conteggio degli impatti.

Si è realizzata un'applicazione dell'algoritmo della Proper Orthogonal Decomposition alla stima dei parametri modali di un modello elastico segmentato in avanzamento in mare formato. È stato inoltre esteso l'algoritmo al caso di in cui la distribuzione di massa, necessaria all'applicazione del metodo, sia non nota o affetta da incertezza nella sua determinazione.

*L'attività svolta è documentata dai Rapporti INSEAN: 2007-002/rt, 2007-011A/ci, 2007-029/pi, 2007-030/pi, 2007-038/ci, 2007-047/ci, 2007-048/ci, 2007-049/ci, 2007-066/ci, 2007-068/rt, 2007-069/ci, 2007-070/ci, 2007-072/pi, 2007-090/ci, 2007-091/ci, 2007-097/rt, 2007-101/rt, 2007-102/pi, 2007-103/rt*

**Progetti di ricerca cofinanziati****Progetto N. 1 EUCLID-CEPA 10 RTP 10.17 “Submarine Motions in Confined Water”**

*Obiettivi:* Studio sperimentale e numerico della manovrabilità dei sommergibili in acque ristrette ed in prossimità delle superficie.

*Organismi finanziatori:* WEU; *Durata:* 48 mesi; *Data di inizio:* 10.11.2003

*Attività svolta nel 2007:* Sono stati completati gli esperimenti al canale di circolazione su un modello di sottomarino investito da corrente. Dall'analisi dei dati sperimentali sono state ricavate le stime del campo di flusso attorno al modello, di interesse nel progetto. Infine il codice CFD, sviluppato per simulare manovre in acque ristrette, è stato usato per simulare le condizioni realizzate al canale e le stime numeriche di velocità sono state confrontate con le misure sperimentali.

*L'attività svolta è documentata dai Rapporti INSEAN:* 2006-057/pp, 2007-010/rt, 2007-011/rt

**Progetto N. 2 “Green Water Events and Related Structural Loads”**

*Obiettivi:* Studio teorico-numerico e sperimentale del fenomeno di imbarco d'acqua su ponti e sovrastrutture della nave idoneo per il calcolo previsionale dei carichi locali e globali indotti.

*Organismi finanziatori:* CeSOS; *Durata:* 12 mesi; *Data di inizio:* 15.10.2006

*Attività svolta nel 2007:* Sviluppo e validazione di un solutore domain decomposition 2D per lo studio del fenomeno di acqua sul ponte. Estensione del modello sviluppato negli anni precedenti al caso di flussi complessi di superficie libera anche in presenza di cavità con fluidi compressibili. A tal fine è stata sviluppata una metodologia Level-Set per il trattamento in maniera unificata di superficie libere, di corpi rigidi e deformabili su una griglia cartesiana. Lo stesso solutore 2D è stato anche utilizzato per lo studio del fenomeno di bottom slamming di una struttura VLFS.

*L'attività svolta è documentata dai Rapporti INSEAN:* 2007-001/ci, 2007-029/pi, 2007-030/pi, 2007-075/ci

**Progetto N. 3 “Sloshing Flows and Related Local and Global Loads”**

*Obiettivi:* Studio del moto forzato di liquidi all'interno di contenitori (sloshing), fenomeno che si verifica ad esempio nelle cisterne delle navi in condizioni di mare mosso.

*Organismi finanziatori:* CeSOS; *Durata:* 12 mesi; *Data di inizio:* 15.10.2006

*Attività svolta nel 2007:* Studio sperimentale e numerico dei fenomeni di impatto di

un'onda contro la parete di un contenitore 2D parzialmente riempito di acqua e forzato ad oscillare con moto sinusoidale. Confronto tra i dati sperimentali relativi ai carichi locali e l'evoluzione locale e globale della superficie libera con i risultati di modelli numerici appositamente sviluppati. In particolare sono stati utilizzati due metodi numerici, SPH e Level-Set, basati sulla soluzione delle equazioni di Navier-Stokes. Studi sperimentali preliminari sull'influenza del numero di Eulero nell'evoluzione dell'impatto di un'onda contro la parete del contenitore in presenza di aria intrappolata.

*L'attività svolta è documentata dai Rapporti INSEAN: 2007-010A/ci, 2007-033/ci, 2007-066/ci, 2007-067/ci, 2007-070/ci, 2007-071/ci*

#### **Progetto N. 4 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 2007:* È stata realizzata una campagna sperimentale al fine di riprodurre le condizioni di rollio parametrico. Il modello è stato provato per diversi valori della posizione verticale del baricentro e per diversi numeri di Froude in condizioni di mare di prua. Alcuni risultati preliminari sono riportati nel lavoro citato.

*L'attività svolta è documentata dal Rapporto INSEAN: 2007-100/ci*

#### **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

*Attività svolta nel 2007:* Sono state eseguite le prove sperimentali in acqua calma ed in mare ondosso per la determinazione delle forze scambiate tra due navi che si muovono su rotte parallele a velocità costante ed uguale tra loro.

Si sono approfondite le tecniche numeriche per la soluzione di problemi di *sloshing* e si sono sviluppati modelli matematici 2D e 3D per l'evoluzione della superficie liquida.

Sono state infine progettate e pianificate le 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.

*L'attività svolta è documentata dai Rapporti INSEAN: 2007-006/rt; 2007-027/rt, 2007-092/rt, 2007-094/rt, 2007-097/rt*

#### **Progetto N. 6 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

*Attività svolta nel 2007:* È stata completata l'attività di messa a punto di un modello computazionale basato su tecnica BEM per la previsione della cavitazione su eliche navali in flusso uniforme e non uniforme. Il modello è stato applicato alla previsione delle fluttuazioni di pressione indotte da eliche non-cavitanti e cavitanti su superfici rigide in prossimità dell'elica.

In parallelo è proseguito lo sviluppo del modello ibrido RANS/BEM per la simulazione del sistema elica-carena. È stata sviluppata una prima versione dell'algoritmo di interfaccia tra codice BEM per il calcolo della perturbazione indotta dall'elica e codice RANS per la previsione del flusso viscoso attorno alla carena.

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

Infine, l'INSEAN è stato coinvolto nell'organizzazione del Primo Workshop VIRTUE-Workpackage 4 avente per tema “RANS Calculations of Cavitating Propellers in uniform flow.” Il Workshop si è svolto a Wageningen (Paesi Bassi) nell'ottobre 2007. In tale ambito è stato svolto un lavoro di elaborazione e verifica su dati di velocimetria laser LDV e PIV per l'elica INSEAN E779A. Inoltre, sono stati presentati risultati numerici relativi a flussi non-cavitanti e cavitanti ottenuti mediante il modello BEM sopra descritto.

*L'attività svolta è documentata dai Rapporti INSEAN: 2007-019/rt, 2007-036/rt; 2007-078/ci*

#### **Progetto N. 7 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. Particolare attenzione verrà dedicata a pescherecci e rimorchiatori.

*Organismi finanziatori:* Unione Europea; *Durata:* 36 mesi; *Data di inizio:* 1.05.2005

*Attività svolta nel 2007:* Sono state svolte attività di tipo sperimentale utilizzando i propulsori di ultima generazione proposti dal leader del WP3. Le indagini sperimentali hanno riguardato lo studio idrodinamico delle nuove eliche e delle carene nella nuova configurazione.

L'attività sopra descritta è documentata dalle "Deliverables" inviate in Comunità europea. Le stesse sono disponibili in rete nel sito ufficiale del progetto: <http://canal.etsin.upm.es/superprop/>

### **Progetto N. 8 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 2007:* Sono stati affrontati alcuni problemi di ottimizzazione globale molto complessi, sia a singolo obiettivo che multiobiettivo: resistenza totale all'avanzamento e 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 iniziata la verifica sperimentale della soluzione del problema multi obiettivo: è stato realizzato il modello che è stato poi sottoposto ad una serie di test sperimentali. Analogo procedura verrà eseguita nel 2008 per lo scafo nella versione ante-ottimizzazione.

*L'attività svolta è documentata dai Rapporti INSEAN:* 2007-046/ci, 2007-047/ci, 2007-048/ci, 2007-049/ci

### **Progetto N. 9 "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

*Attività svolta nel 2007:* L'attività di ricerca ha riguardato la realizzazione di una campagna sperimentale per la caratterizzazione del campo di moto (i.e. misure velocimetriche PIV e hot-film, visualizzazioni con tecniche convenzionali e telecamere hi-speed), delle pressioni indotte a parete e delle prestazioni di un sistema ad elica intubata utilizzato per applicazioni di scavo e dragaggio di fondali marini. Lo studio ha inoltre riguardato un'analisi di stabilità del getto parametrizzata in funzione del numero di swirl e della distanza elica-parete.

*L'attività svolta è documentata dai Rapporti INSEAN:* 2007-016/rt, 2007-017/rt, 2007-018/rt, 2007-083/cn

**Progetto N. 10 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 2007:* 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.

*L'attività svolta è documentata dai Rapporti INSEAN:* 2007-007/rt, 2007-035/rt, 2007-039/rt, 2007-051/ci, 2007-052/ci

**Progetto N. 11 SiReNa-Prop “Acoustic/Optical Signature Reduction of Naval Propulsors”**

*Obiettivi:* Il progetto che è articolato in quattro temi (Identificazione delle sorgenti idrodinamiche di rumore, segnatura ottica della scia di bolle, modellazione idro-acustica e sua caratterizzazione, 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

*Attività svolta nel 2007:* È stato definito, realizzato e calibrato un strumento per la velocimetria volumetrica, il quale consente inoltre la misura della dimensione e della distribuzione spaziale di bolle e nuclei. Al fine di potere caratterizzare un campo di bolle in flusso d'elica, è stato realizzato un sistema di generazione di bolle, basato sull'elettrolisi. Per quanto riguarda l'attività numerica prevista nel progetto, è stato messo a punto un modello teorico agli elementi di contorno per l'analisi idrodinamica di un'elica isolata posta in una corrente non-uniforme assegnata. A questo modello è stato aggiunto un modulo per la previsione della cavitazione non-stazionaria sulla superficie delle pale, ed ulteriormente completato con un modello idroacustico per lo studio dell'interazione elica-timone.

*L'attività svolta è documentata dai Rapporti INSEAN:* 2007-022/rt, 2007-23/rt

**Progetto N. 12 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, 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:* 36 mesi; *Data di inizio:* 29.06.2006

*Attività svolta nel 2007:* Sviluppo di solutori numerici basati sulla soluzione delle equazioni di Navier-Stokes o di sue semplificazioni, per lo studio del comportamento di una nave in mare formato, anche in presenza di moti di grande ampiezza.

Validazione attraverso il confronto dei risultati sperimentali ottenuti da una apposita campagna sperimentale in bacino rettilineo.

Esecuzione di una campagna sperimentale al vero, in collaborazione con il David Taylor Model Basin, per la misura del campo fluidodinamico con tecnica PIV, attorno alle alette antirollio di un Pattugliatore della Marina Militare Italiana, della classe Comandanti

*L'attività svolta è documentata dai Rapporti INSEAN:* 2007-005/rt, 2007-008/rt, 2007-009/rt, 2007-037/rt, 2007-040/rt, 2007-041/rt, 2007-042/rt

### **Progetto N. 13 HTA “Hydro Testing Alliance”**

*Obiettivi:* Miglioramento della qualità e dell'efficienza della sperimentazione in idrodinamica navale mediante tecniche avanzate di tipo sia intrusivo che non intrusivo. Si procederà attraverso lo sviluppo di un piano europeo per l'uso sinergico delle competenze ed infrastrutture comuni per la sperimentazione idrodinamica e la realizzazione di una struttura permanente che promuova la cooperazione nel settore dell'idrodinamica sperimentale.

*Organismi finanziatori:* Unione Europea; *Durata:* 48 mesi; *Data di inizio:* 01.09.2006

*Attività svolta nel 2007:* Le attività riguardano il Work Package 2 (WP2), del cui coordinamento l'INSEAN è responsabile, ed i Joint Research Programmes (JRPs) afferenti al suddetto WP2. Nel corso del 2007, le attività di coordinamento del WP2 sono state dedicate alla preparazione dei documenti di rendicontazione annuale, ed alla partecipazione all'incontro di valutazione delle attività con commissari dell'UE. Le attività tecniche, svolte all'interno dei diversi JRPs, hanno avuto il carattere di benchmark e/o di proposta di soluzioni innovative, e sono riportate per lo più, in documenti a stesura congiunta (con i partner dei rispettivi JRPs), e a circolazione ristretta (riservata agli stessi partner, agli altri membri del consorzio HTA, e ai valutatori della UE).

*L'attività svolta è documentata dai Rapporti INSEAN:* 2007-063/ ci, 2007-104/ci

### **Progetto N. 14 TMS “Trasmissione Marina di Superficie”**

*Obiettivi:* Studio, sviluppo e produzione di un innovativo sistema elettro-meccanico che gestisca l'apparato di propulsione di imbarcazioni da diporto veloci con eliche di superficie. Il sistema, grazie a trasduttori di inclinazione e ad accelerometri, potrà controllare automaticamente la posizione relativa delle eliche rispetto all'asse longitudinale dell'imbarcazione in funzione delle sollecitazioni rilevate dai trasduttori stessi (criterio di

comfort) o dai regimi di velocità richiesti (criterio di velocità).

*Organismi finanziatori:* Ministero Attività Produttive; *Durata:* 18 mesi; *Data di inizio:* 01.04.2006

*Attività svolta nel 2007:* Sono state effettuate una serie di campagne sperimentali su una serie sistematica di 3 eliche di superficie (P/D=0.8, P/D=1.0, P/D=1.2) testate in differenti condizioni di prova:

- N° 3 angoli di pitch (4°, 6°, 8°)
- N° 7 angoli di yaw ( $\pm 20^\circ$ ,  $\pm 10^\circ$ ,  $\pm 2^\circ$ ,  $0^\circ$ )
- N° 3 immersioni (0.5, 0.6, 0.7)

rivolte all'approfondimento delle conoscenze del comportamento delle eliche di superficie in acqua calma.

Oltre alle classiche misure globali di coppia e spinta, sono state effettuate per la prima volta le misure di forze laterali (Fy ed Fz), necessarie per conoscere le sollecitazioni planari sviluppate da questi propulsori in accostata.

#### **Progetto N. 15 PRIAMO “Propeller Rudder Interaction Analysis and MOdelling”**

*Obiettivi:* Studio dell'interazione elica-timone e sviluppo di un modello potenziale per la caratterizzazione fluidodinamica e la predizione delle prestazioni di un timone operante nella scia di un'elica.

*Organismi finanziatori:* Marina Militare Italiana; *Durata:* 36 mesi; *Data di inizio:* 5.04.2007

*Attività svolta nel 2007:* L'attività di ricerca ha riguardato la definizione delle specifiche e la progettazione di un esperimento volto alla caratterizzazione del campo di moto intorno ad un timone installato dietro elica e l'implementazione di un modello teorico per l'analisi integrata di un'elica in flusso uniforme e di un timone operante nella sua scia.

*L'attività svolta è documentata dai Rapporti INSEAN: 2007-077/rt, 2007-079/ci*

#### **Progetto N. 16 SONORE “SONar dome self-NOise REduction”**

*Obiettivi:* definire una procedura teorico-numeric-sperimentale per la caratterizzazione e la riduzione del rumore indotto sul sonar dallo strato limite turbolento.

*Organismi finanziatori:* Marina Militare Italiana; *Durata:* 36 mesi; *Data di inizio:* 12.05.2007

*Attività svolta nel 2007:* È stato effettuato uno studio teorico-numeric preliminare finalizzato alla progettazione del set-up sperimentale ed alla definizione delle condizioni di prova per la misura delle fluttuazioni di pressione sul bulbo di un'imbarcazione militare. In particolare le scale dei modelli di bulbo sono state scelte sulla base di considerazioni relative alla valutazione dell'effetto di scala, al massimo numero di Reynolds raggiungibile ed alla possibilità di effettuare esperimenti di natura vibro-acustica su un modello di bulbo elastico previsti nella seconda fase del progetto.

**Lavori prodotti al di fuori dei programmi e progetti di ricerca**

Sono stati inoltre prodotti, al di fuori dei programmi e progetti di ricerca i seguenti lavori:  
2007-003/rt, 2007-004/rt, 2007-020/rt, 2007-021/rt, 2007-024/rt, 2007-060/ci, 2007-064/ci,  
2007-080/ci

**Studi e sperimentazione conto terzi****COMMESSA N. 1 DSO National Laboratory - Singapore**

L'impresa consiste nella determinazione del campo fluidodinamico agente intorno all'elica di un mezzo subacqueo quando operante a diversi regimi di funzionamento.

*Attività svolta:* prove sperimentali con tecniche LDV e PIV finalizzate alla rilevazione del flusso esistente attorno al modello quando operante a diversi regimi di funzionamento, nonché misure del rumore irradiato.

**COMMESSA N. 2 ECRN – Marina Militare Algerina**

L'impresa consiste nell'ottimizzazione numerica multidisciplinare di una corvetta esistente e nell'esecuzione delle prove finalizzate alla validazione dei risultati conseguiti.

*Attività svolta:* esecuzione dei calcoli numerici per la definizione della carena ottima sulla base delle funzioni obiettivo definite dal committente; a completamento dell'attività è stato costruito il modello fisico e sono state eseguite le prove sperimentali per determinare le prestazioni idrodinamiche della carena risultata ottima.

**COMMESSA N. 3 Fincantieri Divisione Militare – Progetto FREMM**

L'impresa consiste in due distinte campagne di prove, che fanno seguito ad un precedente ciclo, finalizzate alla determinazione delle caratteristiche propulsive della nave con eliche di stock prima e con eliche definitive poi.

*Attività svolta:* esecuzione di prove in acqua calma finalizzate alla determinazione delle caratteristiche propulsive con eliche di stock ed alla determinazione dei parametri necessari al progetto delle eliche definitive; successivamente sono stati realizzati i modelli di elica e ripetute le prove per la determinazione finale delle prestazioni propulsive.

**COMMESSA N. 4 Fincantieri Divisione Militare – Progetto Orizzonte**

L'impresa consiste nella determinazione della cavitazione eventualmente presente sulle appendici di carena e sulle eliche quando la nave si trova in manovra.

*Attività svolta:* calcoli numerici finalizzati alla valutazione della migliore forma di carena dal punto di vista della resistenza e della tenuta al mare e campagna di prove sperimentali su modello fisico per la determinazione delle prestazioni in acqua calma e su onde delle forme risultanti dai calcoli numerici.

**COMMESSA N. 5 Fincantieri Divisione Militare - Progetto U212**

L'impresa consiste nella determinazione delle caratteristiche idrodinamiche e propulsive del battello U212 con diverse eliche a diverse quote operative.

*Attività svolta:* esecuzione di prove di rimorchio in acqua calma, a quota profonda e a quota snorkel, finalizzate alla determinazione delle caratteristiche idrodinamiche e propulsive.

#### **COMMESSA N. 6 Marina Militare Italiana – Progetto LHD 15000**

L'impresa consiste nella determinazione delle caratteristiche idrodinamiche e propulsive della nuova unità logistica in corso di sviluppo presso la MMI.

*Attività svolta:* esecuzione di prove in acqua calma di rimorchio, applicazione delle appendici e ricerca sperimentale del migliore orientamento delle stesse, nonché prove di autopropulsione con eliche di stock.

#### **COMMESSA N. 7 WAAS Whitehead Alenia sistemi Subacquei**

L'impresa consiste nello studio del comportamento di alcuni tipi di stabilizzatore utilizzato durante il lancio di siluri dal ponte di una nave.

*Attività svolta:* campagna di prove su modello di siluro dotato di uno stabilizzatore in diverse configurazioni finalizzata all'osservazione del comportamento dinamico dello stabilizzatore ed alla misura della forza esercitata dallo stesso sul siluro quando in acqua.

#### **COMMESSA N. 8 Arch. Vallicelli – Progetto di Motor Yacht**

L'impresa consiste nell'esecuzione di prove su modello fisico per la determinazione del comportamento in corsa di un motor yacht di nuova progettazione e della potenza effettiva necessaria alle diverse andature.

*Attività svolta:* esecuzione di prove di rimorchio in acqua calma a diversi dislocamenti.

Nel corso del 2007 si sono avute inoltre diverse commesse da professionisti e cantieri, di più modesta entità economica, che hanno riguardato sia prove speciali su modelli fisici che prove numeriche su modelli matematici.

**RAPPORTI SCIENTIFICI CON ALTRE ISTITUZIONI**

Nel 2007 sono stati consolidati e ulteriormente sviluppati i rapporti scientifici con le seguenti istituzioni:

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

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

**Asia**

- China Academy of Engineering (Cina)
- Shanghai Jaotong University (Cina)
- Università di Shanghai (Cina)
- Università di Macao (Cina)
- Jangsu University of Science and Technology, Zhenjiang (Cina)
- Università di Hong Kong (Cina)
- Università di Tokio (Giappone)
- Università della Prefettura di Osaka (Giappone)
- Università di Osaka (Giappone)
- Università Nazionale di Pusan (Corea del Sud)
- School of Oil and Gas Engineering, Western Australia

**Europa**

- Institute of Hydromechanics, Kiev (Ukraine)
- Università di Southampton (UK)
- Università di Trondheim (Norvegia)
- Istituto di Idrodinamica Lavrentyev di Novosibirsk (Russia)
- Ecôle Navale (Francia)
- Università di Lione (Francia)
- Università di Nantes (Francia)

- Università di Stoccolma KTH (Svezia)
- Politecnico di Delft (Olanda)
- Scuola Politecnica Federale di Lausanne (Svizzera)

**Istituzioni internazionali similari all'INSEAN**

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

**Enti ed Università italiane**

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

## **DIFFUSIONE E PROMOZIONE DELLE CONOSCENZE**

### **Organizzazione di seminari ed incontri di lavoro presso l'Insean**

L'Istituto ha organizzato:

- 10 seminari nell'ambito dei programmi e progetti di ricerca,
- 4 seminari non previsti in specifici programmi e progetti di ricerca,
- 3 incontri di lavoro.

### **Organizzazioni di convegni presso altri sedi**

L'Istituto:

- ha partecipato in qualità di co-organizzatore al SIMMAM 2008 *Workshop on Verification and Validation of Ship Manoeuvring Simulation Meeting*, Copenhagen primavera 2008,
- è stato coinvolto nell'organizzazione del Primo Workshop VIRTUE-Workpackage 4 avente per tema “*RANS Calculations of Cavitating Propellers in uniform flow.*” Il Workshop si è svolto a Wageningen (Paesi Bassi) nell'ottobre 2007,
- ha contribuito all'organizzazione del “Workshop Internazionale sulla Particle Image Velocimetry” PIV07 in collaborazione con l'Università di Roma La Sapienza. Il workshop di frequenza biennale è la conferenza di riferimento per gli ultimi sviluppi sulla tecnica PIV (Particle Image velocimetry) e si è tenuto a Roma con la partecipazione di oltre 250 ricercatori.
- ha contribuito all'organizzazione della sesta edizione della conferenza “Computer Applications and Information Technology in the Maritime Industries” denominata COMPIT07, in collaborazione con il Prof. Bertram. La conferenza, di frequenza annuale, è incentrata sulle tematiche della produzione navale e dell'Information technology. Si è tenuto a Cortona (AR) con la partecipazione di circa 100 ricercatori.

### **Partecipazione a convegni ed incontri di lavoro**

Il personale dell'Istituto ha partecipato a:

- 24 convegni nell'ambito dei programmi e progetti di ricerca,
- 2 convegni non previsti in specifici programmi e progetti di ricerca,
- 27 incontri di lavoro nell'ambito dei programmi e progetti di ricerca,
- 6 incontri di lavoro relativi alla 25<sup>a</sup> ITTC,
- 9 altri incontri di lavoro.

### **Assistenza a tesi di laurea e stage**

È stata data assistenza a:

- 7 tesi di laurea
- 7 stagisti

### **Partecipazione a commissioni internazionali**

Il personale dell'Istituto ha partecipato a:

- 2 comitati tecnici generali ITTC: Resistance (Chairman) e Manoeuvring.
- 3 comitati tecnici specialistici ITTC: Vortex Induced Vibrations, Wake Field, Azimuthing Podded Propulsion.
- ai Comitati Advisory and Executive Council ITTC.

**PRODUZIONE SCIENTIFICA**

Nell'anno 2007 sono stati prodotti i 114 Rapporti INSEAN di seguito elencati<sup>2</sup>. Si tratta di:

- 8 lavori pubblicati su rivista
- 1 lavoro accettato per la pubblicazione su rivista
- 8 lavori inviati per la pubblicazione su rivista
- 45 pubblicazioni su atti di convegni internazionali
- 4 pubblicazioni su atti di convegni nazionali
- 48 altri rapporti tecnici

**Rapporto INSEAN 2005-037/pp**

Di Mascio A., Broglia R., Muscari R., *On the application of the single-phase level set method to naval hydrodynamic flows*, **Computers and Fluids**, n. 36, vol. 2, 2007, pp.868-886

**Rapporto INSEAN 2005-077/pp**

Dessi, D., Mariani, R., Coppotelli, G. *Experimental investigation of the bending vibrations of a fast vessel*, **Australian Journal of Mechanical Engineering** Vol. 4, No 2, 2007, pp.125-143

**Rapporto INSEAN 2006-053/pp**

Ianniello, S., *New perspectives in the use of the Ffowcs Williams-Hawkings equation for aeroacoustic analysis of rotating blades*, **Journal of Fluid Mechanics**, Vol. 570, 2007, pp. 79-127.

**Rapporto INSEAN 2006-054/pa**

Testa, C., Ianniello, S., Salvatore, F., Gennaretti, M., *Numerical approaches for hydroacoustic analysis of marine propellers*, accettato per la pubblicazione, su **Journal of Ship Research**.

**Rapporto INSEAN 2006-057/pp**

Broglia R., Di Mascio A., Muscari R., *Numerical study of confined water effects on self-propelled submarine in steady manoeuvres*, **International Journal of Offshore and Polar Engineering**, 2007, vol.17, nr. 2, pag.89-96

**Rapporto INSEAN 2006-060/pp**

Muscari R., Broglia R., Di Mascio A., *Numerical simulation of the flow around an array of free-surface piercing cylinders in waves*, **Ship Technology Research**, 2007, vol.54, nr.1, pag.43-52

**Rapporto INSEAN 2007-001/ci**

Colicchio, G., Greco, M., Faltinsen, O.M., *Influence of gaseous cavities in ship-hydrodynamic problems: a simplified study*, **22nd International Workshop on Water Waves and Floating Bodies (IWWF)**, Plitvice (Croatia) 2007

**Rapporto INSEAN 2007-002/rt**

Fasano, G., Roma, M., *On the iterative computation of a l2-norm scaling based preconditioner*, 2007

**Rapporto INSEAN 2007-003/rt**

Pescetto, A., Sebastiani, L., *6DOF RANSE - Descrizione del sistema di monitoraggio in acqua tranquilla*, 2007 (rapporto prodotto nell'ambito di una convenzione con il CETENA)

<sup>2</sup> 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.