

ALLEGATI

PAGINA BIANCA

SITUAZIONE AMMINISTRATIVA

PAGINA BIANCA


INSEAN
Situazione amministrativa generale 2010
A) Consistenza della cassa all'inizio dell'esercizio 2010 **554.791,75**

Riscossioni	
B) in c/competenza	17.765.186,16
C) in c/residui	939.870,87
D)	Totale (B + C) 18.705.057,03

Pagamenti	
E) in c/competenza	17.426.056,05
F) in c/residui	1.833.792,73
G)	Totale (E + F) 19.259.848,78

H) Cassa rilevabile dal rendiconto finanziario (A + D - G) **0,00**

Residui attivi	
I) degli esercizi precedenti	2.013.229,22
L) dell'esercizio	2.443.492,64
M)	Totale (I + L) 4.456.721,86

Residui passivi	
N) degli esercizi precedenti	222.542,80
O) dell'esercizio	3.790.836,90
P)	Totale (N + O) 4.013.379,70

Avanzo d'amministrazione alla fine dell'esercizio 2010 (H + M - P) **443.342,16**

Parte vincolata	
[1] al Trattamento di fine rapporto	326.816,90
<i>ai Fondi per rischi ed oneri</i>	
[2] Fondo per rischi ed oneri futuri sui crediti	83.339,05
[3] Fondo per altri rischi ed oneri futuri	18.000,00
[4] al Fondo ripristino investimenti	6.000,00
<i>per i seguenti altri vincoli</i>	
[5]	0,00
[6]	0,00
[7] Totale parte vincolata (1+2+3+4+5)	434.155,95

Parte disponibile	
[8]	0,00
[9]	0,00
[10] Parte di cui non si prevede l'utilizzazione nell'esercizio (Q-7-8-9)	9.186,21
[11] Totale parte disponibile (8+9+10)	9.186,21

Totale Risultato di amministrazione **9.186,21**

PAGINA BIANCA

RELAZIONE SULLA GESTIONE

PAGINA BIANCA

ATTIVITÀ SVOLTE

Le attività svolte nel 2010 sono articolate in:

- PROGRAMMA DI RICERCA INSEAN 2010 autofinanziato;
- Progetti di ricerca cofinanziati (Unione Europea, Marina Militare Italiana, European Defence Agency, U.S. Navy – Office of Naval Research, CeSOS ed altri);
- Studi e sperimentazione conto terzi.

In particolare l'Istituto è stato impegnato nello svolgimento dell'attività di ricerca fondamentale prevista dal PROGRAMMA DI RICERCA INSEAN 2010 nelle 5 aree istituzionali:

area 1 – Resistenza idrodinamica e Ottimizzazione

area 2 – Propulsione e Cavitazione

area 3 – Sea-keeping e Manovrabilità

area 4 – Vibrazioni e Rumore

area 5 – Modelli e Metodi di Calcolo per flussi turbolenti

nonché nello svolgimento dei seguenti progetti di ricerca cofinanziati:

1. SiReNa-Prop “Acoustic/Optical Signature Reduction of Naval Propulsors”
2. HTA “Hydro Testing Alliance”
3. PRIAMO “Propeller Rudder Interaction Analysis and MOdelling”
4. SONORE “SONar dome self-NOise REduction”
5. DALIDA
6. “Violent Water-Vessel Interactions and Related Structural Loads”
7. Sciame di imbarcazioni
8. NICOP VAR PHY “Variable-Physics techniques in Simulation-Based Design environment for High Speed Waterjet Ship Design”
9. NICOP CATAMARANS “Complementary EFD and CFD Analysis of Calm Water Hydrodynamics and Large Amplitude Motion for High-Speed Catamarans”
10. AMACA
11. PROMARC “Promoting Marine Research Careers”
12. NEXT MUSE “Next generation Multi –mechanics Simulation Environment”
13. PROSSIMA “Studio di un sistema innovativo per le prove di manovrabilità su modello libero”
14. HYMAR “High Efficiency Hybrid Drive Trains for Small and Medium Sized Marine Craft”
15. SILENV “Ship oriented innovative solutions to reduce Noise & Vibrations”
16. QPP “Quiescent Prediction Period”
17. STREAMLINE “Strategic Research for innovative Marine Propulsion Concepts”
18. THALES IXV “Scaled Model Experimental Test Campaign”
19. AUTODROP “Development of a novel autonomous vehicle significantly reducing costs related to subsea sensors deployment and recovery”
20. SUBMOTION II “Submarine Coupled 6 DOF Motions including Boundary Effects”

ha inoltre svolto studi e sperimentazione per i seguenti committenti: Iowa University – USA, Schaffran Propeller – Germany, Brunvoll AS – Norway, CONI, University of Michigan-USA.

I su indicati programmi e progetti di ricerca e commesse sono dettagliati in allegato 1.

RAPPORTI SCIENTIFICI CON ALTRE ISTITUZIONI

Nel 2010 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)
- 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, Zhenjiang (Cina)
- NSTL Naval Science & Technological Laboratory (India)
- Shanghai Jaotong University (Cina)
- 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, Western Australia
- Swinburne University, Melbourne
- University of New South Wales, Sidney

Europa

- Ecôle Navale de Brest (Francia)
- 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 East Anglia (UK)
- Università di Newcastle (UK)

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

Istituzioni internazionali similari all'INSEAN

- Bulgarian Ship Hydrodynamic Centre (Bulgaria)
- China Scientific Ship Research Centre (Cina)
- DGA Hydrodynamics (Francia)
- David Taylor Model Basin della U.S. Navy (USA)
- Force Technology (Danimarca)
- Germanischer Lloyd (Germania)
- 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 4 (Sardegna)
- 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

Enti ed Istituzioni Internazionali

- European Council of Maritime Applied R&D - ECMAR
- Community of European Shipbuilders' Associations CESA
- International Maritime Organization - IMO
- OCEAN Energy Association

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

Nel 2010 l'Istituto ha organizzato:

- il “Corso di base di idrodinamica navale e sperimentazione su modelli” riservato ai partecipanti al corso di Istruzione e Formazione Tecnica Superiore per “Tecnico Superiore per il design industriale nel settore della nautica da diporto” del Istituto Statale di Istruzione Secondaria Superiore IISS di Milazzo (ME). Gli insegnamenti sono stati tenuti dal personale dell’INSEAN;
- n. 7 seminari nell’ambito dei programmi e progetti di ricerca;
- n. 8 incontri di lavoro.

Organizzazioni di convegni presso altri sedi

L’Istituto ha partecipato all’organizzazione del convegno COMPIT 2010 “9th International Conference on Computer Applications and Information Technology in the Maritime Industries” tenuto a Gubbio dal 12 al 14 aprile 2010.

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. 38 incontri di lavoro nell’ambito dei programmi e progetti di ricerca,
- n. 6 incontri di lavoro relativi alla 26^a ITTC,
- n. 20 altri incontri di lavoro.

Assistenza a tesi di laurea e stage

È stata data assistenza a:

- n. 3 tesi di laurea,
- n. 12 stagisti.

Partecipazione a commissioni nazionali ed internazionali

Il personale dell’Istituto ha ricoperto i seguenti incarichi:

- 13th Flow Visualisation Conference, Membro del Comitato Scientifico
- Agenzia per la promozione della Ricerca Europea (APRE) – Punto di contatto per l’INSEAN
- 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
- Comunità of European Shipyards’ Associations (CESA), Direttore Tecnico
- 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
- European Defence Agency ESM1 (Naval Systems and their Environment) – Punto di Contatto per l’INSEAN

- European Ocean Energy Association (EU-OEA) – Rappresentante INSEAN
- 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 Computational Methods in Marine Engineering (MARINE 2011), Membro del Technical Advisory panel
- International Conference on Hydrodynamics (ICHHD), Membro dell’Executive Committee
- International Conference on Hydrodynamics (ICHHD), Membro dello Scientific Committee 2010
- International Maritime Organization, Rappresentante CESA
- International Ship and Offshore Structure Congress (ISSC), Membro del Committee I.2 “Loads”
- International Symposiums of Marine Propulsors (SMP), 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 Tsukuba 2011, Membro del Comitato Scientifico
- Journal of Marine Science and Technology, Membro dell’Editorial Board
- Journal of Sailboat Technology, Membro dell’Editorial Board
- Memorandum of Understanding Singapore – Italia – Punto di Contatto per l’INSEAN
- Nautech, Membro dell’Editorial Board
- Polo Interprovinciale Formativo della Nautica Roma – Latina, Vice Presidente del Comitato Tecnico-Scientifico
- SEAENERGY 2020 – Advisory Board, Rappresentante via CESA
- Società Italiana di Matematica Applicata e Industriale (SIMAI), Membro del Consiglio Direttivo
- SPHERIC (SPH European Research Interest Community) – ERCOFTAC Special Interest Group for SPH, Membro del Steering Committee
- Superyacht, Membro dell’Editorial Board
- Tripartite Industry Organization (Shipbuilders, Shipowners and Classification Societies) and CESS (Committee of Shipbuilders – World) – Rappresentante via CESA
- Unione Europea - Directorate-General for Energy and Transport, G1 Unit Maritime transport policy: regulatory questions, maritime safety & seafarers, Seconded National Expert

- Unione Europea – VII Programma Quadro RST – Legal Entity Appointed Representative per l'INSEAN
- Waterborne TP, Segretario

PRODUZIONE SCIENTIFICA

Nell'anno 2010 sono stati prodotti i 115 Rapporti INSEAN elencati in allegato 2. Si tratta di:

- n. 22 lavori pubblicati su rivista
- n. 5 lavori accettati per la pubblicazione su rivista
- n. 4 lavori inviati per la pubblicazione su rivista
- n. 38 pubblicazioni su atti di convegni internazionali
- n. 6 pubblicazioni su atti di convegni nazionali
- n. 40 altri rapporti tecnici.

Allegato 1**PROGRAMMA DI RICERCA INSEAN 2010 autofinanziato****Area 1 – Resistenza idrodinamica e Ottimizzazione****Tema 1.1: Studio numerico di problemi di interazione aria-acqua**

Obiettivi: Comprensione dei meccanismi di interazione aria-acqua, con particolare riferimento agli scambi di energia e quantità di moto attraverso l'interfaccia durante la rottura di onde di superficie libera.

Attività svolta nel 2010: È stata perfezionata la procedura di identificazione e discretizzazione della superficie di interfaccia all'interno di una cella cubica a partire dai valori assunti dalla distanza agli otto vertici. Assumendo una distribuzione trilineare della funzione, la procedura di triangolarizzazione dell'interfaccia è stata sviluppata dapprima per i casi in cui, sulla base dei segni assunti dalla funzione agli otto vertici, la topologia è univocamente individuata. Successivamente la tecnica è stata estesa ai casi più complessi in cui la topologia della superficie è governata dai valori assunti dalla funzione e non solo dal segno.

Lo schema di calcolo parallelo, sviluppato negli anni precedenti limitatamente al caso di un blocco per ogni processo è stato generalizzato al caso di più blocchi per processo. Al momento le due routine di trasferimento dati tra i processi sono oggetto di attenta validazione. Dal punto di vista fenomenologico, i risultati prodotti negli scorsi programmi di ricerca sono stati analizzati con maggiore dettaglio. In particolare sono stati analizzati i meccanismi di dissipazione di energia nei casi di rottura tipo spilling. I risultati sono stati raccolti in un lavoro inviato per la pubblicazione a rivista internazionale.

Tema 1.2: Interazione vorticità-superficie libera

Obiettivi: Comprensione dei meccanismi di interazione tra vorticità e superficie libera, con particolare riferimento alle situazioni in cui l'interazione porta a intrappolamento di bolle d'aria.

Attività svolta nel 2010: L'attività in oggetto ha subito ritardi a causa di alcuni problemi sorti nella realizzazione del dispositivo sperimentale. Al momento i componenti principali del dispositivo sono disponibili ma è in corso di definizione il sistema di alimentazione e di spinta per la generazione del dipolo.

Tema 1.3: Drag reduction attraverso microbolle

Obiettivi: Riduzione della resistenza d'attrito.

Attività svolta nel 2010: Al fine di integrare i risultati ottenuti dall'analisi degli effetti legati all'introduzione di microbolle all'interno di uno strato limite turbolento su lastra piana, è stato progettato e costruito un nuovo set-up sperimentale destinato a realizzare un flusso di shear omogeneo. Tale flusso è caratterizzato da un gradiente medio di velocità e fluttuazioni turbolente uniformi nella zona di misura, e permette di simulare le principali caratteristiche dello strato limite su lastra piana evitando le complicazioni associate alla presenza di una parete rigida e permettendo allo stesso tempo di raggiungere numeri di Reynolds più elevati. La configurazione sperimentale è stata ampiamente validata mediante misure di velocità tramite tecniche laser Doppler. Come fase propedeutica allo studio dell'interazione

turbolenza-microbolle, è stato realizzato un ulteriore dispositivo per l'introduzione di particelle rigide "inerziali", e sono sviluppate tecniche ottiche per lo studio delle caratteristiche della dispersione di queste particelle. Lo studio dell'interazione fra turbolenza e particelle inerziali, oltre a permettere la messa a punto degli strumenti necessari per l'analisi delle microbolle, risulta rilevante per molti fenomeni fisici fondamentali, quali ad esempio il trasporto di gocce d'acqua ad opera della turbolenza atmosferica.

Tema 1.4: Problemi a singolo obiettivo: algoritmi di ottimizzazione globale

Obiettivi:

- Soluzione di problemi di ottimizzazione globale (=sottotema: algoritmi di tipo evolutivo PSO)
- Riduzione dei tempi di calcolo necessari per il processo di ottimizzazione attraverso l'impiego di meta-modelli. (= sottotema: Modelli surrogati, meta-modelli)
- Soluzione di problemi di ottimizzazione multidisciplinare (=sottotema: algoritmi di ottimizzazione in ambito MDO –Multidisciplinary Design Optimization)
- Sviluppo di algoritmi di ottimizzazione robusta che tenga in conto dell'incertezza nel progetto effettivo e delle condizioni operative (=sottotema algoritmi di ottimizzazione robusta – Robust Design Optimization - RDO)

Attività svolta nel 2010: Sono stati implementati algoritmi per soluzione di problemi di ottimizzazione robusta. Per uno specifico problema, relativo alla minimizzazione dei costi di gestione di una nave da carico, sono state implementate sia formulazioni standard che formulazioni bi-level. È stato inoltre formulato e risolto un problema multidisciplinare di ottimizzazione robusta (RMDO). È stato sviluppato un algoritmo multistart di tipo Newton basato su modelli surrogati. L'algoritmo di ricerca è inoltre accoppiato ad un modello di tipo trust-region per il controllo della scelta del passo di ricerca. Sono state implementate e verificate alcune modifiche globalmente convergenti di un algoritmo di ottimizzazione evolutivo (Particle Swarm Optimization – PSO). In un primo caso, l'algoritmo è stato integrato con un algoritmo di tipo Adaptive Covering. In un secondo caso, la globalizzazione è stata ottenuta tramite l'uso di un metodo di ricerca al gradiente basato su modelli surrogati: quest'ultimo condivide la tecnica di ricerca locale con l'algoritmo multistart precedentemente descritto. Lo studio di modelli a fedeltà variabile è stato esteso al caso di algoritmi di ottimizzazione globale. In questo caso, è stato utilizzato un algoritmo di tipo PSO in combinazione con modelli surrogati di tipo kriging per l'identificazione di un modello di correlazione tra i due livelli di fedeltà applicati. Sono stati implementati ed applicati sia modelli di tipo "a fedeltà variabile" che a "fisica variabile". È infine proseguito lo studio di tecniche di calcolo parallelo per la riduzione dei costi dei processi di ottimizzazione.

L'attività svolta nell'ambito dell'Area 1 è documentata dai Rapporti INSEAN: 2009-032/pa, 2010-004/ci, 2010-034/pp, 2010-038/rt, 2010-039/ci, 2010-040/ci, 2010-041/ci, 2010-042/ci, 2010-075/pp, 2010-078/pp

Area 2 – Propulsione e Cavitazione

Tema 2.1: Analisi delle prestazioni di propulsori navali

Obiettivi: Validazione sistematica dei modelli per la previsione delle prestazioni di eliche isolate mediante confronti con dati sperimentali.

Attività svolta nel 2010: La validazione dei modelli computazionali per la previsione delle prestazioni di eliche navali ha riguardato in modo particolare l'analisi di eliche a passo variabile. È stata dimostrata la capacità dei modelli basati su tecnica BEM sviluppati in Istituto di prevedere in modo accurato i carichi palari in condizioni operative a passo variabile ed in particolare di stimare in modo affidabile i momenti di cerniera importanti per la corretta progettazione del meccanismo di variazione del passo. L'attività sperimentale ha riguardato l'implementazione e l'utilizzo di avanzate tecniche di analisi basate sull'utilizzo di stimatori per la caratterizzazione di sistemi caotici e di metodologie per lo studio di sistemi dinamici nello spazio tempo-frequenza per lo studio dei meccanismi di destabilizzazione della scia di eliche navali. Lo studio ha avuto come oggetto un'elica di riferimento a pale intercambiabili e un modello di elica di sommergibile a sette pale.

Tema 2.2: Propulsori non convenzionali

Obiettivi:

1. Analisi idrodinamica dell'interazione pala-mantello in eliche intubate;
2. Analisi del flusso nella regione dell'apice di pale a geometria non convenzionale;
3. Estensione della tecnica di interazione elica-timone al caso elica-strut nei propulsori azimutali.

Attività svolta nel 2010: È stata realizzata un'indagine sperimentale del flusso intorno ad una lastra in moto periodico, tramite l'uso di tecnologie di velocimetria tridimensionale volumetrica. Lo studio ha consentito di individuare i meccanismi di generazione del leading edge vortex (LEV) e la sua interazione con la parete solida rappresentata dalla lastra. Questo studio s'inserisce nella tematica dei propulsori d'ispirazione biologica.

Tema 2.3: Problematiche legate alla propulsione navale

Obiettivi:

1. Analisi dell'effetto di radiazione della volta di poppa sulla segnatura acustica di eliche navali;
2. Sviluppo di un sistema di controllo basato su piezoelettrici integrati per il controllo delle vibrazioni e del rumore indotto dal propulsore ad elica nel campo e all'interno di cavità;
3. Studio di modelli di dinamica delle pale con applicazione su pale a passo variabile e su pale a passo autoregolante;
4. Studio su modelli di pala elastica basati sull'interfacciamento tra un modello di previsione dei carichi idrodinamici ed un modello strutturale di pala.

Attività svolta nel 2010: L'attività inerente al punto 1 ha riguardato la previsione delle fluttuazioni di pressione sulla volta di poppa di una carena convenzionale soggetta al campo acustico incidente indotto da un propulsore ad elica. Le previsioni numeriche ottenute attraverso solutori BEM per l'idrodinamica di ali rotanti e l'idroacustica in campo confinato, sono state confrontate con risultati sperimentali disponibili in Istituto. I confronti dimostrano una buona capacità dei modelli teorico-numeriche di descrivere l'interazione tra corpo scatterante e onda acustica incidente. Riguardo il punto 2, il modello teorico-numeriche di cui sopra, è stato successivamente accoppiato con un modello strutturale elastico di una cavità cilindrica irrigidita controllata attivamente mediante patch di piezo-ceramici e con un modello analitico di acustica interna per la previsione ed il controllo del rumore interno indotto dal propulsore e generato dalle vibrazioni strutturali. I risultati di validazione e i confronti fatti con risultati numerici e sperimentali disponibili in letteratura mostrano che il modello numerico integrato ben si comporta nel campo delle basse frequenze (fino a 400Hz) mentre è troppo oneroso da un punto di vista computazione per le frequenze maggiori. Per quanto attiene al punto 3 è stato sviluppato e validato un modello teorico-numeriche per l'analisi delle prestazioni e le configurazioni di equilibrio di pale navali a passo autoregolante,

basato su teorie semplificate bi-dimensionali. Detto modello è stato accoppiato con un solutore BEM 3D per migliorarne le capacità predittive.

Per quanto riguarda il punto 4, l'attività svolta ha riguardato lo sviluppo e la validazione di un modello di ordine ridotto (ROM) basato su un solutore idrodinamico BEM per la previsione dei carichi idrodinamici. Tale solutore è stato sviluppato nell'ottica dell'accoppiamento con adeguati modelli strutturali di pala.

L'attività di sviluppo di procedure per la caratterizzazione e l'identificazione delle sorgenti di rumore ha riguardato l'implementazione di tecniche di condizionamento velocità-pressione e di analisi di sistemi dinamici nello spazio tempo-frequenza nel caso di un gradino ascendente, di un getto libero e di un timone installato nella scia di un'elica.

Nell'ambito della tematica dell'identificazione delle sorgenti di rumore legate all'operazione di un'elica dietro carena, è stata allestita al canale di circolazione una carena con sistema propulsivo completo. La volta di poppa è stata strumentata con sensori di pressione mentre il rumore irradiato nel campo vicino e lontano è stato rilevato con idrofoni. Per quanto riguarda la dinamica di bolle in flusso ad elica, sono state realizzate misure velocimetriche volumetriche con tecnica DDPIV, correlate con misure del campo di bolle, e quindi della frazione di vuoto, in condizioni noncavitanti e cavitanti. A questo fine, è stato concepito un sistema di generazione di nuclei di cavitazione.

Tema 2.4: Progettazione di propulsori navali

Obiettivi: Sviluppo e messa a punto di tecniche di design basate sulla creazione di serie sistematiche virtuali di eliche e reti neurali per la selezione dei parametri geometrici ed operativi ottimali.

Attività svolta nel 2010: I modelli computazionali per l'analisi delle eliche intubate sono stati impiegati per lo studio di propulsori ad elevata efficienza idrodinamica mediante ottimizzazione delle caratteristiche geometriche delle pale e del punto propulsivo in funzione di vincoli caratterizzanti le condizioni operative del propulsore. La metodologia è stata applicata al caso dell'aggiornamento del propulsore di una nave esistente (retrofit) ed ha fornito risultati incoraggianti.

Tema 2.5: Sistemi ad elica per la produzione di energia dalle correnti marine ed eoliche

Obiettivi: Studio di modelli teorici e computazionali per la previsione delle prestazioni di impianti di generazione idraulici ed eolici ad asse orizzontale e verticale.

Attività svolta nel 2010: L'attività ha riguardato l'applicazione di diversi modelli computazionali per la previsione delle prestazioni di turbine idrauliche per lo sfruttamento di correnti di marea. In particolare, è stata condotta uno studio sistematico confrontando risultati ottenuti con un modello computazionale per flussi non-viscosi (BEM) ed uno per flussi viscosi (RANSE). L'obiettivo principale è stato quello di caratterizzare il funzionamento di una turbina all'interno di un condotto studiato per accelerare la corrente e quindi aumentarne il potenziale produttivo. I risultati hanno mostrato la validità di impianti a turbina intubata e sono stati quantificati i guadagni in termini di potenza generata derivanti dall'adozione di condotti di forma opportuna.

Tema 2.6: Metodologie previsionali delle prestazioni propulsive al vero.

Obiettivi: Studio di metodologie previsionali delle prestazioni propulsive al vero.

Attività svolta nel 2010: Sono state affrontate problematiche della previsione delle prestazioni al vero tramite un approccio alternativo rispetto a quelli tradizionali e basato sui risultati delle sole prove modello di autopropulsione all'inglese.

L'attività svolta nell'ambito dell'Area 2 è documentata dai Rapporti INSEAN: 2009-117/pp, 2010-026/ci, 2010-046/rt, 2010-047/rt, 2010-048/rt, 2010-052/ci, 2010-053/cn, 2010-054/cn, 2010-091/ci, 2010-094/ci, 2010-095/ci, 2010-096/ci, 2010-099/ci,

Area 3 – Sea-keeping e Manovrabilità

Obiettivi:

1. Studio teorico-numeric e sperimentale della propagazione di *extreme wave systems* e studio dei moti di grande ampiezza di una nave;
2. Studio numeric e sperimentale della manovrabilità di scafi veloci semidislocanti;
3. Studio del fenomeno di sloshing e caratterizzazione delle tipologie di impatto contro le pareti verticali di una struttura costiera;
4. Studio numeric dell'evoluzione della linea di riva su spiagge debolmente piane;
5. Studio teorico-numeric e sperimentale dell'evoluzione del breaking di un treno d'onda su una spiaggia piana o debolmente piana.

Attività svolta nel 2010: È stato sviluppato un modello pseudo-spettrale per la propagazione di onde marine non lineari in profondità infinita. Il modello si basa sull'ipotesi di flusso a potenziale e risolve il problema fluidodinamico assumendo uno sviluppo perturbativo in serie di potenze per la funzione potenziale di velocità. L'algoritmo è stato validato con dati presenti in letteratura. È inoltre iniziata l'attività di studio dell'erosione del fondale marino. Particolare enfasi è stata data al problema di scouring che si verifica a valle dei tubi posizionati sul fondale marino ed utilizzati per il trasferimento a terra di olio combustibile e/o gas. A causa del distacco di vorticità a valle del tubo, indotta dalla presenza di correnti marine, si possono verificare erosioni del fondale con conseguenti stress strutturali sul tubo stesso. È stato sviluppato un modello numeric basato sulla soluzione di Navier-Stokes per la fase liquida ed un modello per la soluzione dell'equazione di Darcy per la fase sabbiosa, al fine di valutare l'evoluzione dello scouring.

Infine è stata portata avanti l'attività di sviluppo di modelli semplificati per lo studio del comportamento aeroelastico della vela di una imbarcazione da diporto. Essi si basano sulla soluzione di modelli elastici per la corda vibrante, accoppiati con modelli fluidodinamici basati sulla soluzione di Glauert per profili aerodinamici 2D. Parallelamente è proseguita l'attività di studio e test di un modello computazionale open source per la soluzione delle equazioni di Navier-Stokes attorno ad un modello di carena in manovra.

L'attività svolta nell'ambito dell'Area 3 è documentata dai Rapporti INSEAN: 2009-013/pp, 2009-043/pp, 2009-044/pp, 2009-045/pp, 2009-073/pa, 2009-074/pp, 2009-128/pp, 2010-007/rt, 2010-008/rt, 2010-021/rt, 2010-024/pp, 2010-030/rt, 2010-086/ci

Area 4 – Vibrazioni e Rumore

Obiettivi:

1. Sviluppo di tecniche per la identificazione sia della struttura, sia del carico applicato al fine di ottenere modelli teorico-numeric di ordine ridotto;
2. Studio della modellazione anche nel caso di carichi impulsivi e stocastici;
3. Determinazione di modelli teorico-numeric per la valutazione del rumore irradiato all'interno dei veicoli marini per effetto di eccitazioni di tipo idrodinamico;
4. Sviluppo di strategie di controllo attive e passive per la riduzione del rumore;

5. Valutazione dei termini non lineari (effetti di campo: vorticità, turbolenza, etc.) sul campo acustico prodotto da un'elica in condizioni *open-water*;
6. Caratterizzazione acustica di una nave in configurazione completa, con analisi sui contributi dei componenti (elica, volta di poppa, timone, etc.) e mutue interazioni;
7. Miglioramento dei modelli per la descrizione di propagazione, riverberazione e rumore di fondo nell'applicazione delle equazioni del sonar;
8. Sviluppo di metodi di inversione geometrica e ondulatoria per la classificazione dei (bassi) fondali e la localizzazione di sorgenti acustiche.

Tema 4.1: Risposta di strutture accoppiate a fluido:

Obiettivi: ci si propone l'identificazione dei parametri strutturali o l'aggiornamento di quelli calcolati teoricamente secondo una procedura omogenea a quella utilizzata per la determinazione della base funzionale descrittiva.

Attività svolta nel 2010: Il problema della determinazione della statistica degli impatti è stato ulteriormente approfondito in relazione al caso di una nave soggetta ad eventi di slamming la cui singola occorrenza non è del tutto indipendente dagli altri. Sulla base dell'analisi del segnale sperimentale relativo a scafi semi-plananti, è stato evidenziato che una nave in mare formato può essere soggetta a sequenza di impatti la cui frequenza e intensità obbedisce a modelli statistici a grande scala (probabilità indipendente del singolo treno di impatti rispetto ad altri) e a piccola scala (probabilità mutuamente indipendente del singolo impatto all'interno del treno a cui appartiene). In relazione al suddetto scenario, l'obiettivo che ci si è posti consiste nella formulazione di modello statistico differenziato a seconda del tipo di evento aleatorio (treno o singolo impatto) che si prende in considerazione. A tal scopo, grandezze statistiche tipiche in questo genere di descrizione quali il tempo intercorrente tra gli eventi, il numero di eventi nell'unità di tempo o la funzione densità di probabilità dell'intensità degli impatti sono stati calcolati e messi in relazione con i modelli che assumono la fondamentale ipotesi (riconducibile ai pionieristici studi di Ochi) di eventi di slamming indipendenti tra loro, ravvisando in questo modo variazioni significative che giustificano gli obiettivi fissati.

I metodi di identificazione strutturale sviluppati nel corso degli ultimi anni sono stati applicati ai rilievi accelerometrici compiuti su una struttura bidimensionale costituita da una piastra in alluminio di forma rettangolare inserita nel fondo di uno scafo a fondo piatto. Il progetto del set-up sperimentale ha riguardato in particolare il progetto di una cornice metallica che ha permesso l'inserimento della piastra sul guscio della carena garantendo l'applicazione di condizioni al contorno note. È stata inoltre posta attenzione ad evitare l'assenza di gradini che rendessero il flusso artificialmente turbolento oltre i livelli di intensità dovuti allo scorrimento naturale del flusso lungo l'opera viva. Oltre al metodo della Proper Orthogonal Decomposition, è stata applicata una ulteriore tecnica nota come Subspace Stochastic Identification, che attraverso una maggiore flessibilità (ma anche una maggiore necessità di informazioni da parte dell'utente) consente di incrementare il numero dei modi identificati. I risultati ottenuti dimostrano come l'eccitazione del flusso a banda larga sia del tutto sufficiente a permettere l'individuazione dei modi sino a (relativamente alte) frequenze e forme spaziali dei modi sufficientemente complesse.

Una ulteriore applicazione di queste tecniche ha riguardato la possibilità di individuare dei criteri interni di coerenza delle misure che costituiscono una implicita validazione delle stesse. Se può apparire superflua tale validazione nel caso di misure strutturali compiute in laboratorio, nel caso di misure al vero l'impossibilità di valutare appieno l'efficienza dei sensori durante la loro vita operativa (campagna di monitoraggio permanente) o la presenza di errori di calibrazione e/o disturbi sui segnali (ad esempio estensi metrici) motiva l'identificazione dei modi di vibrazione come possibilità per appurare se la risposta della struttura in diversi punti separati spazialmente tra loro è coerente. Tale procedura è stata in

particolare applicata alle misure estensimetri della campagna di monitoraggio effettuata durante il progetto 6DOF-RANSE-II.

Tema 4.2: Rumore irradiato all'interno dei veicoli marini:

Obiettivi: Sviluppare tecniche per la caratterizzazione di sorgenti di rumore idrodinamico e per la predizione della risposta vibro-acustica.

Attività svolta nel 2010: Nel corso del precedente programma di ricerche prendendo spunto dalla Termodinamica Statistica era iniziato lo sviluppo di un nuovo metodo energetico (il Time Asymptotic Ensemble Energy Average TAEA) che consentiva di valutare la risposta dinamica in termini di energia media di una popolazione di strutture complesse simili (la cui variabilità stocastica è tenuta in conto dall'introduzione di una funzione di densità di probabilità delle frequenze naturali del sistema) ad un carico di natura impulsiva. Nella sua versione originale il metodo TAEA consente di determinare la distribuzione di energia tra due sottostrutture dalla sola conoscenza dei primi modi vibrazione della struttura globale e delle relative frequenze naturali, a valle di alcune assunzioni piuttosto restrittive sulla natura dei sistemi in analisi e sul tipo di accoppiamento. In particolare si assumeva che l'accoppiamento tra le sottostrutture fosse debole, cioè l'energia totale del sistema fosse pari alla sola somma delle energie delle singole sottostrutture, dunque l'energia immagazzinata dall'accoppiamento potesse essere cioè trascurata, inoltre si supposeva che l'accoppiamento fosse binario, i.e. tra due sole sottostrutture. Tale studio ha rappresentato la base per un nuovo lavoro sviluppato nel corso del PR 2007-2009, durante il quale alcune delle limitazioni del metodo TAEA sopra citate sono state superate. In particolare, è stata possibile superare l'ipotesi di debole accoppiamento tra sottosistemi tenendo in conto delle forze dovute all'accoppiamento tra sottosistemi. Di conseguenza l'espressione dell'energia del sottosistema risulta essere composta da due termini: il primo è il termine energetico ottenuto quando le altre sottostrutture sono considerate ferme, mentre il secondo è invece correlato al moto degli altri sottosistemi.

Il secondo elemento di innovazione introdotto è dato dall'inclusione di interazioni multiple tra sottosistemi. Per validare tale modello sono state effettuate due campagne sperimentali: la prima su di una struttura composta da due piastre di diverso spessore e di dimensioni e forme eterogenee, connesse da quattro elementi di tipo *beam* e la seconda ottenuta a partire da questa aggiungendo un terzo piatto. La scelta di tali configurazioni è stata effettuata sulla base di due opposte esigenze, quelle cioè di analizzare strutture piuttosto semplici, essendo una prima verifica del modello teorico sviluppato, ma al tempo stesso significative e particolarmente gravose per gli altri metodi energetici presenti in letteratura, quali la Statistical Energy Analysis. La campagna sperimentale effettuata ha consentito di valutare la risposta dinamica delle diverse sottostrutture in termini di energia media ad un'eccitazione di tipo impulsiva fornita ad un'unica sottostruttura. Inoltre variando il numero di elementi di connessione nella struttura composta da due sole piastre, è stata possibile effettuare un'analisi del flusso energetico al variare dell'entità dell'accoppiamento, analizzando dunque particolarmente critici come quelle di un forte accoppiamento.

L'ottimo accordo dei dati sperimentali con quelli ottenuti applicando il metodo sviluppato, ottenuto con un bassissimo costo computazionale rispetto ad un classico modello agli elementi finiti, ha consentito di validare il modello sviluppato. Infatti rispetto alle metodologie classiche di analisi, quali il metodo degli elementi finiti, che per strutture complesse quale quelle navali richiedono un grosso carico computazionale, la TAEA richiede la sola valutazione dei primi modi di vibrazione strutturali, ottenibili utilizzando tecniche di discretizzazione del continuo con un numero limitato di gradi di libertà.