



INGEGNERIA MARITTIMA ED ENERGIA DALLE ONDE

Ing. Alessandra Romolo

Docente

Corso di Studio: LM-23 “Ingegneria Civile”

Tipologia Attività Formativa: Caratterizzante

Base, Affine, Caratterizzante

Ambito Disciplinare: Costruzioni Marittime

Eventuale

SSD: ICAR/2 “Costruzioni idrauliche e marittime e idrologia”

sigla e denominazione

CFU: 9

Anno di corso: Primo anno

Semestre: Primo Semestre

Propedeuticità: Analisi matematica, Fisica

Obiettivi Formativi:

Il corso si prefigge di fornire le conoscenze sulla meccanica delle onde di mare: onde periodiche e onde irregolari. Di affrontare lo studio per la previsione in tempi brevi e in tempi lunghi. Di analizzare i criteri di dimensionamento delle dighe marittime di tipo “a cassoni cellulari a parete verticale” e di tipo “a gettata”.

Il corso intende, inoltre, fornire le nozioni fondamentali per la stima del potenziale di energia ondosa in una fissata località e di delineare un overview dei dispositivi per lo sfruttamento dell’energia dalle onde. Nello specifico, affronta lo studio dei sistemi oscillanti per la conversione dell’energia ondosa: sistemi a colonna d’acqua oscillante (*Oscillating Water Column, OWC*) e corpi galleggianti per lo sfruttamento dell’energia ondosa

Il Corso si pone come obiettivo quello di fare acquisire allo studente: i) la capacità di rielaborare quanto studiato e di applicare nella pratica il sapere acquisito: ciò anche, e soprattutto, in ambiti diversi da quelli nei quali le conoscenze apprese vengono tradizionalmente utilizzate (**Conoscenza, Capacità di Comprensione, Conoscenze Applicate**); ii) le nozioni necessarie per potere approfondire autonomamente quanto imparato, sia in autonomia ed originalità, sia mediante confronto con i docenti che con gli altri allievi, al fine di utilizzare le conoscenze di base come una “piattaforma” di partenza che gli consenta di pervenire a risultati ulteriori contraddistinti da una maturità sempre maggiore e da una autonomia di giudizio sempre più ampia

(Autonomia di Giudizio e Capacità di Apprendere); iii) la capacità di veicolare ai propri interlocutori, in modo chiaro e compiuto, le conoscenze acquisite, a conclusione del percorso di formazione sviluppato nell'ambito del corso (Comunicazione).

Programma dell'Insegnamento:

MOTI ONDOSI IRROTAZIONALI A SUPERFICIE LIBERA. ONDE PERIODICHE (1 CFU)

Moto ondoso irrotazionale. Moti a potenziale, equazione di continuità, teorema di Bernoulli.
Le equazioni differenziali di un moto irrotazionale a superficie libera.
Fenomenologia del moto ondoso.
La teoria di Stokes al primo ordine.
Onde tridimensionali che si propagano in campo indisturbato.
Riflessione delle onde periodiche.

ONDE GENERATE DAL VENTO: CONCETTI E NOZIONI DI BASE. ANALISI DEGLI STATI DI MARE NEL DOMINIO DEL TEMPO (1.5 CFU)

Il concetto di "stato di mare".
La teoria degli stati di mare.
Relazioni di base nella teoria degli stati di mare.
Una forma matematica per gli spettri delle onde di vento.
Possibilità di eseguire direttamente in mare o in lago le prove su modelli in scala ridotta di strutture marittime.
La larghezza dello spettro.
Perché l'elevazione d'onda $\eta(t)$ rappresenta un processo aleatorio stazionario gaussiano.
Probabilità congiunta di $\eta(t)$ e delle sue derivate.
Il passaggio logico di Rice.
Corollari del problema di Rice.
Il periodo delle onde più alte, e la probabilità delle altezze d'onda in ipotesi di spettro arbitrario.
Verifiche sperimentali.
L'altezza media di un'assegnata frazione di onde più alte.
L'altezza d'onda massima attesa in uno stato di mare di assegnata durata.

PREVISIONI IN TEMPI LUNGI IN UNA FISSATA LOCALITA'. MAREGGIATE. STATO DI MARE DI PROGETTO PER STRUTTURE MARITTIME (1.5 CFU)

La funzione $H_s(t)$.
La probabilità omnidirezionale dell'altezza significativa.
Probabilità delle altezze significative nei mari italiani.
La definizione di "mareggiata".
L'onda massima attesa in una mareggiata di assegnata storia.
Il concetto di "mareggiata triangolare equivalente".
Le durate delle mareggiate.
Il periodo di ritorno $R(H_s > t)$.
Altezza significativa di assegnato periodo di ritorno e sua persistenza.
La probabilità che un evento naturale di assegnate caratteristiche si realizzi almeno una volta durante la vita di progetto di una struttura.
Opere di difesa portuale o costiera: lo stato di mare convenzionale di progetto.

ANALISI E PREVISIONE DELLE SOLLECITAZIONI SULLE STRUTTURE COSTIERE (2 CFU)

Le dighe a cassoni cellulari a parete verticale.
Analisi delle pressioni che le onde esercitano su una diga a parete verticale.
Forze sulle dighe a parete verticale.
Dimensionamento delle dighe a parete verticale.
Le dighe a gettata.
Dimensionamento dei massi della mantellata per le dighe a gettata.

IL POTENZIALE DI ENERGIA ONDOSA IN UNA FISSATA LOCALITA' e SISTEMI PER LO SFRUTTAMENTO DELL'ENERGIA IN MARE (0.5 CFU)

Il bilancio energetico riferito ad un volume di controllo.
Espressioni del vettore flusso medio di energia Φ , per le onde progressive.
Stima dell'energia ondosa associata ad uno stato di mare.
Sistemi per lo sfruttamento dell'energia delle onde in mare. Schemi e principi di funzionamento.

SISTEMI OSCILLANTI PER LA CONVERSIONE DELL'ENERGIA ONDOSA (1.5 CFU)

Descrizione matematica dei sistemi oscillanti.
Oscillazione libera e oscillazione forzata.
Relazione tra potenza ed energia. Oscillazione armonica: potenza attiva e potenza reattiva.
Interazione onda-corpo oscillante: forza idrodinamica che agisce su un corpo oscillante, radiazione da un corpo oscillante
Assorbimento di energia ondosa da parte di un corpo oscillante in movimento – Potenza massima assorbita - Potenza utile massima convertita - Controllo ottimale per massimizzare l'energia convertita

SISTEMI A COLONNA D'ACQUA OSCILLANTE (OSCILLATING WATER COLUMN, OWC) (1 CFU)

Interazione delle onde con sistemi a colonna d'acqua oscillante
Descrizione della pressione agente su un singolo OWC
Potenza assorbita - Potenza reattiva - Potenza massima assorbita
OWC con PTO
Introduzione agli innovativi U-OWC, avanzamento dei sistemi OWC

Materiale Didattico Consigliato

- Paolo Boccotti, 1997. "Idraulica Marittima", Ed. UTET
- Paolo Boccotti, 2000. "Wave Mechanics for Ocean Engineering", ELSEVIER
- Paolo Boccotti, 2014. "Wave Mechanics and wave loads on Marine Structures", ELSEVIER
- Johannes Falnes, 2002. Ocean Waves and Oscillating Systems, CAMBRIDGE University Press

Modalità di Accertamento e Valutazione:

La prova d'esame consiste in una prova scritta e in una prova orale.
La prova scritta consisterà in tre esercizi numerici da risolvere in un tempo di 1 ora e 30 minuti.
Durante la discussione orale si valuteranno le capacità critiche ed il rigore metodologico raggiunti dallo Studente, nonché i contributi di originalità, con riferimento alle tematiche oggetto del Corso.

L'esito dell'esame risulterà dai risultati della prova scritta e dalla discussione orale, con lo scopo di comprendere il grado dello studente di rielaborare le nozioni affrontate durante il corso e di applicare nella pratica, in casi di interesse, il sapere acquisito. Le varie prove concorrono alla votazione finale con uguale valore.

La prova scritta ha lo scopo di accertare la capacità dello studente di applicare le conoscenze acquisite durante il corso. La prova orale ha lo scopo di verificare il livello di conoscenza e di comprensione dei contenuti del corso e di valutare l'autonomia di giudizio, la capacità di apprendimento e l'abilità comunicativa.

Il voto finale sarà attribuito secondo il seguente criterio di valutazione:

- 30 e lode: conoscenza completa, approfondita e critica degli argomenti, eccellente proprietà di linguaggio, originale capacità interpretativa, piena capacità di applicare autonomamente le conoscenze per risolvere i problemi proposti, con riferimento ai casi studio già trattati durante il corso o nuovi;
- 28 - 30: conoscenza completa e approfondita degli argomenti, ottima proprietà di linguaggio, completa ed efficace capacità interpretativa, in grado di applicare autonomamente le conoscenze per risolvere i problemi proposti, con riferimento ai casi studio già trattati durante il corso o nuovi;
- 24 - 27: conoscenza degli argomenti con un buon grado di padronanza, buona proprietà di linguaggio, corretta e sicura capacità interpretativa, buona capacità di applicare in modo corretto la maggior parte delle conoscenze per risolvere i problemi proposti, con riferimento ai casi studio già trattati durante il corso o sull'analisi di massima di nuovi casi studio;
- 20 - 23: conoscenza adeguata degli argomenti ma limitata padronanza degli stessi, soddisfacente proprietà di linguaggio, corretta capacità interpretativa, più che sufficiente capacità di applicare autonomamente le conoscenze per risolvere i problemi proposti, con riferimento ai casi studio già trattati durante il corso;
- 18 - 19: conoscenza di base degli argomenti principali, conoscenza di base del linguaggio tecnico, sufficiente capacità interpretativa, sufficiente capacità di applicare le conoscenze di base acquisite; Insufficiente: non possiede una conoscenza accettabile degli argomenti trattati durante il corso.